Библиотека СОК

СПРАВОЧНИК МОНТАЖНИКА

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Под редакцией В. Г. Сенчева

МОСКВА
СТРОЙИЗДАТ
1980

ББК 31.19
Э 65
УДК 69.055 : 620.9(031)

Авторы: В. Г. Сенчев, Ю. Б. Александрович, В. С. Аушев, М. Х. Верходанов, А. П. Волошкин, М. Г. Новикова, В. В. Орлов, Н. Н. Хайлов.

Главная редакционная коллегия серии: А. К. Волнянский (гл. редактор), А. Н. Блинов, А. С. Клюев, В. Я. Копейко, Г. Ф. Кузнецов, Н. С. Мовсесов, А. С. Орлов, В. М. Орлов, В. И. Перемысловский, А. К. Перешивкин, В. П. Пушкин, Г. Г. Судаков (зам. гл. редактора).

Энергоснабжение строительства/В. Г. Сенчев, Э 65 Ю. Б. Александрович, В. С. Аушев и др.; Под ред. В. Г. Сенчева.— М.: Стройиздат, 1980.—783 с., ил.— (Справочник монтажника).

Приведены сведения об устройстве и эксплуатации электрических сетей, подстанций, распределительных устройств, электротехнического оборудования строительных площадок; об учете, системе оплаты и нормировании расхода электроэнергии; об организации телефонной и радиосвязи на строительстве.

Содержатся основные сведения по теплоснабжению, водоснабжению и обеспечению строительных площадок сжатым воздухом. Даны основные правила техники безопасности.

Для инженерно-технических работников строительных организаций.

Э $\frac{30207-471}{047(01)-80}$ 142—80. 3204000000

ББК 31.19
6 П2

© Стройиздат, 1980

ПРЕДИСЛОВИЕ

Огромные задачи, поставленные перед строителями XXV съездом КПСС по быстрейшему вводу в действие и освоению основных производственных мощностей, решаются в основном за счет повышения уровня индустриализации строительства. С этой целью продолжается техническое переоснащение строительных организаций высокопроизводительными строительными машинами.

От энергетических служб строительных организаций требуется четкая организация энергоснабжения строек, эффективное использование энергетического оборудования.

Коллектив авторов Справочника ставил своей задачей обеспечить инженерно-технических работников энергетических служб необходимыми данными по находящемуся в эксплуатации оборудованию, материалам и изделиям. Вопросы, с которыми энергетику строительной организации приходится встречаться относительно редко, изложенные в специальных справочниках, опущены, как, например, устройство и эксплуатация двигателей внутреннего сгорания, локомобилей.

Справочник подготовлен коллективом авторов, состоящим в основном из работников энергетических служб строительных министерств. *В. С. Аушевым* подготовлены гл. 1, 2, 7, 8, 17; *Ю. Б. Александровичем* — гл. 12, 13; *М. Х. Верходановым* — гл. 15, 16; *А. П. Волошкиным* — гл. 10; *М. Г. Новиковой* — гл. 3; *В. В. Орловым* — гл. 9, 19; *В. Г. Сенчевым* — гл. 5, 6, 18, 20, 21, 22; *Н. Н. Хайловым* — гл. 4. Гл. 11 и 14 подготовлены А. П. Волошкиным и Ю. Б. Александровичем.

1. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК

1.1. Определение потребной электрической мощности (табл. 1—4).

1. Формулы для определения электрических нагрузок

Величина	Формула	Обозначения
Эффективное (приведенное) число приемников $n_э$ в группе с различной установленной мощностью и разными режимами работы — это число приемников, равновеликих по мощности и однородных по режиму работы, которое обусловливает тот же расчетный максимум, что и рассматриваемая группа приемников	$n_э = (\Sigma P_н)^2/\Sigma P_н^2 = n_1 + 2\left(\sum_1^m P_у - \sum_1^{n_1} P_{уi}\right)/P_{у.макс}$;	n_1 — число наибольших по мощности приемников, входящих в группу, для которой определяется расчетная нагрузка[1]; $\sum_1^m P_у$ — суммарная установленная мощность всех приемников, входящих в группу, кВт; $\sum_1^{n_1} P_{уi}$ — суммарная установленная мощность наибольших по мощности n_1 приемников, кВт; $P_{у.макс}$ — установленная мощность одного наиболее мощного приемника, кВт
Эффективное число приемников $n_э$ всех групп	$n_э = n'_э P'_{ср}/P_{ср}$	$n'_э$ — эффективное число приемников каждой части группы; $P'_{ср}$ — средняя мощность приемников части группы, кВт; $P_{ср}$ — средняя мощность приемников всей группы, кВт

Величина	Формула	Обозначения
	Для упрощенного способа	
Относительное значение эффективного числа приемников $n_{эх}$ (табл. 3)	$n_{эх} = n_э/n$	n — действительное число приемников в рассматриваемой группе
Отношение суммарной мощности приемников P_x, имеющих установленную мощность больше половины самого мощного приемника в группе к суммарной мощности всех приемников группы	$P_x = \Sigma P_{уn_1}/\Sigma P_у$; $P_{у.n} \geqslant P_{умакс}/2$; $n_x = n_1/n$	$\Sigma P_{уп_1}$ — суммарная мощность приемников, кВт; $\Sigma P_у$ — суммарная мощность всех приемников группы, кВт; n_1 — число приемников, имеющих установленную мощность больше половины мощности самого мощного приемника в группе
Средняя нагрузка за максимально нагруженную смену:		$Э_{а.см}$ — потребление активной электрической энергии за максимально нагруженную смену[2]; $t_{см}$ — продолжительность смены; $Э_{р.см}$ — потребление реактивной энергии за смену
активная $P_{ср.м}$	$P_{ср.м} = Э_{а.см}/t_{см}$;	
реактивная $Q_{ср.м}$	$Q_{ср.м} = Э_{р.см}/t_{см}$	
Годовое число часов использования максимума активной нагрузки $T_э$ и реактивной $T_р$	$T_а = Э_{а.г}/P_{30}$; $T_р = Э_{р.г}/Q_{30}$	$Э_{а.г}$ — годовое потребление активной энергии; P_{30} — получасовая активная нагрузка; $Э_{р.г}$ — годовое потребление реактивной энергии; Q_{30} — получасовая реактивная нагрузка
Средневзвешенный коэффициент мощности $\cos\varphi$ за расчетный промежуток времени	$\cos\varphi = Э_а/\sqrt{Э_а^2 + Э_р^2}$; $\cos\varphi_г = Э_{а.г}/\sqrt{Э_{а.г}^2 + Э_{р.г}^2}$;	$Э_а$ и $Э_р$ — потребление соответственно активной и реактивной энергии
Годовой коэффициент энергоиспользования α	$\alpha = Э_{а.г}/P_{ср.м} \times T_{д.г}$	$T_{д.г}$ — действительное рабочее время промышленного предприятия за год, ч
Максимальная номинальная паспортная мощность одного приемника[3]	$P_{30.1} = P_н = P_у$; $P_{30.5} = K_{э1} P_{н1} + K_{э2} P_{н2} + \ldots + K_{э5} P_{н5}$; $P_{30\Sigma} = \Sigma (P_н K_э)$;	$P_у$ — установленная мощность приемника; $K_э$ — коэффициент загрузки

Продолжение табл. 1

Величина	Формула	Обозначения
Максимальная нагрузка приемника $S_{30ПВ}$, работающего в повторно-кратковременном режиме	$S_{30ПВ} = 0{,}875\, S_{ПВ} = 0{,}875\, S_н/\sqrt{ПВ}$	$S_{ПВ}$ — мощность приемника при номинальной относительной продолжительности включения; ПВ — номинальная (паспортная) относительная продолжительность включения; $S_н$ — мощность приемника для повторно-кратковременного режима
Максимальная мощность цеха P_{30}	$P_{30} = K_м P_{ср.г}/\alpha$ $P_{30} = K_с P_у =$ $= K_и K_{и.а} P_у$	$K_м$ — коэффициент максимума принимается равным 1,1—1,15; $K_и$ — коэффициент использования принимается в зависимости от $n_э$; $K_с$ — коэффициент спроса активной нагрузки
Максимальная мощность всего предприятия $P_{30пр}$	$P_{30пр} = \Sigma K_{н.м} P_{30}$	$K_{н.м}$ — коэффициент несовмещения максимумов нагрузки

[1] Если приемники рассматриваемой группы имеют разные $K_и$, (см. табл. 2), выходящие за пределы $\pm 0{,}2K_и$, то расчет нагрузок в данной группе ведется по частям с использованием $K_и$, близких по значению. В этом случае $n_э$ определяется в каждой части приемников.

[2] Максимально нагруженная смена имеет наибольший коэффициент загрузки, значения которого повторяются не менее чем 5 раз в году.

[3] $P_{30.5}$ при $n \leqslant 5$, разнородных по нагрузке. При отсутствии сведений можно принимать $K_з \approx 0{,}9$ — в длительном режиме, $K_з \approx 0{,}75$ — в повторно-кратковременном режиме; $P_{30\Sigma}$ — при числе приемников $n \geqslant 5$ однородных по характеру нагрузки.

2. Основные коэффициенты для расчета мощности

Коэффициент	Формула	Обозначения
Коэффициент спроса $K_с \leqslant 1$ — отношение расчетной или потребляемой мощности к номинальной (установленной) мощности[1]	$K_с = K_з K_о/\eta_д\ \eta_с = P_р/P_н$; $K_с = P_п/P_н$; $K_с = P_{30}/P_н$; $K_с = K_и K_м$	$K_з$ — коэффициент загрузки; $K_о$ — коэффициент одновременности; $\eta_д$ — кпд электродвигателя; $\eta_с$ — кпд электрической сети низкого напряжения; $P_н$ — номинальная мощность; $P_п$ — потребляемая мощность; $P_р$ — расчетная мощность; P_{30} — получасовая максимальная нагрузка; $K_и$ — коэффициент использования; $K_м$ — коэффициент максимума

Продолжение табл. 2

Коэффициент	Формула	Обозначения
Коэффициент использования $K_и$ — отношение средней потребляемой активной мощности приемника (или группы) за рассматриваемое время (час, смена, сутки) к номинальной (установленной) мощности	$K_и = P_{ср}/P_н$; $K_{и.см} = P_{ср.см}/P_н$; $K_{и.г} = \alpha K_и$	$P_{ср}$ — средняя активная мощность; $K_{и.см}$ — коэффициент использования за смену; $K_{и.г}$ — годовой коэффициент использования[2]; α — годовой коэффициент энергоиспользования
Коэффициент формы графика $K_ф$ — отношение среднеквадратичной мощности к средней активной мощности за тот же период	$K_{ф.а} = P_{ск}/P_{ср} = \sqrt{n} \times \times \frac{\sqrt{\Sigma (\Delta Э_{а.i})^2}}{Э_а}$; $K_{фi} = I_{с.к}/I_{ср}$; $I_{с.к} = P_{с.к}/\sqrt{3}\, U_н \cos\varphi$	$K_{ф.а}$ — коэффициент формы графика активной мощности; $P_{ск}$ — среднеквадратичная мощность; n — число интервалов, на которое разбит график нагрузки; $Э_{а.i}$ — электрическая энергия за время Δt; $K_{ф.i}$ — коэффициент формы графика тока; t — время, за которое определяется величина $K_{ф.а}$, с(ч); $Э_а$ — полное количество электрической энергии, израсходованной за время t; $I_{с.к}$ — среднеквадратичный ток; $I_{ср}$ — среднее значение тока
Коэффициент включения $K_в$ — отношение времени, в течение которого приемник действительно присоединен к электрической сети, к полному возможному времени его включения	$K_в = t_{д.в}/t_{раб}$	$t_{д.в}$ — время действительного включения; $t_{раб}$ — число часов за рабочий период; $t_{см}$ — полное число часов работы за смену; $K_{в.см}$ — коэффициент включения за смену
Коэффициент максимума $K_м \geqslant 1$ — отношение активной максимальной нагрузки к средней нагрузке за максимально нагруженную смену	$K_м = P_{р.м}/P_{ср.м}$; $K_м = P_{п.м}/P_{ср}$; $K_м = 1 + \frac{\alpha}{\sqrt{n_э}} \times \times \sqrt{\frac{1-K_{в.ср}}{K_{в.ср}}}$; $K_м = 1 + \frac{1{,}5}{n_э} \times \times \sqrt{\frac{1-K_{и.ср}}{K_{и.ср}}}$	$P_{р.м}$ — расчетная максимальная нагрузка; $P_{ср.м}$ — средняя нагрузка за максимально нагруженную смену; $P_{п.м}$ — потребляемая активная максимальная нагрузка; α — функция, зависящая от степени усреднения максимума нагрузки, а также от ритмичности производственного процесса; $K_{в.ср}$ — среднее значение коэффициента включения приемников, входящих в группу; $n_э$ — эффективное число приемников в группе;

Продолжение табл. 2

Коэффициент	Формула	Обозначения
		$K_{и.ср}$ — средневзвешенный коэффициент использования приемников, входящих в группу
Коэффициент несовмещения (разновременности) максимумов нагрузки $K_{н.м}$ — отношение совмещенного получасового максимума нагрузки цеха или завода к сумме максимальных получасовых нагрузок отдельных групп приемников или цехов[3]	Для цеха $K_{н.м} = P_{30ц}/\Sigma P_{30макс}$; для завода $K_{н.м} = P_{30\,з}/\Sigma P_{30\,ц.макс}$	$\Sigma P_{30макс}$ — сумма получасовых максимумов отдельных групп приемников цеха; $P_{30ц}$ — получасовой максимум нагрузки цеха; $\Sigma P_{30ц.макс}$ — сумма получасовых максимумов отдельных цехов завода; $P_{30з}$ — получасовой максимум нагрузки всего завода
Коэффициент загрузки $K_з$ — отношение нагрузки в любой момент времени к установленной мощности приемника	Для активной мощности $K_{з.а} = P_t/P_у$	P_t — нагрузка в любой момент времени; $P_у$ — установленная мощность приемника

[1] Рекомендуется определять отношением активной получасовой максимальной нагрузки к номинальной мощности.
[2] $K_{и.г}$ учитывает неритмичность работы предприятия, различную загрузку по сменам, сезонные колебания нагрузок и работу в праздничные дни.
[3] Рекомендуется принимать линии высокого напряжения системы внутреннего электроснабжения предприятия $K_{н.м}$=0,85...1, для шин электростанций предприятий $K_{н.м}$=0,9...1.

Примечания: 1. Сварочные аппараты и другие однофазные потребители электроэнергии должны быть приведены к эквивалентной трехфазной мощности.
2. При приведении электроприемников к ПВ=100% коэффициент $K_и$ следует разделить на $\sqrt{ПВ}$.

3. Коэффициенты мощности (*А*) и спроса (*Б*) приемников и потребителей электроэнергии в строительстве по отдельным предприятиям и видам работ

По отдельным предприятиям	*А*	*Б*
Заводы железобетонных изделий средней производительности	0,73	0,5
То же, производительностью 40 тыс. м³/год	0,73	0,45
Заводы железобетонных изделий из легкого керамзита производительностью 120 тыс. м³/год	0,73	0,46
Бетонные автоматизированные заводы непрерывного действия	0,75	0,7
Бетонные хозяйства	0,7	0,65—0,75

Заводы:		
ячеистых бетонов	0,8	0,55
производства керамзита	0,75	0,6
» извести	0,75	0,7
» гипса	0,8	0,7
камнедробильные производительностью, тыс. м³/год:		
250—400	0,7	0,68
800	0,7	0,65
Карьеры добычи камня, гравия, песка	0,7	0,65
Гравиесортировочные установки	0,7	0,7—0,75
Арматурный завод производительностью (в сутки), т:		
50 и менее	0,6	0,4
100 и более	0,65	0,3
Арматурные мастерские и дворы	0,5	0,45
Базы гидроспецстроя, гидромонтажа и спецгидромонтажа	0,7	0,5
Базы электромонтажа	0,7	0,6
Замораживающие установки для котлованов	0,8—1	0,8
Автобазы:		
на 10—50 автомашин	0,7	0,7
» 50—250 »	0,7	0,6
Стоянки автомашин, тракторов	0,9	0,8
Тепловые пункты	0,7	0,8
Профилактории (на 6—10 автомашин)	0,7	0,85
Дорожный участок	0,7	0,5
Механические мастерские:		
до 5 приемников	0,5	0,4
» 10 »	0,5	0,3
свыше 10 »	0,5	0,2
Сантехнические мастерские с объемом работ, тыс. руб.:		
250	0,5	0,4
500	0,5	0,35
Опалубочные мастерские	0,7	0,7
Плотничные »	0,7	0,6
Стройдворы	0,7	0,7
Кислородные станции производительностью 5—9 м³/ч	0,8	0,7—0,76
Отопительные котельные:		
крупные	0,75	0,7
мелкие	0,7	0,5
Котельные для бетонных хозяйств	0,7	0,65
Компрессорные станции:		
1—2 компрессора	0,8	0,75—0,8
3—4 »	0,8	0,72
5 и более компрессоров	0,8	0,7
Насосные передвижные и стационарные станции (1—2 насоса)	0,8	0,8
Станции для поверхностного водоотлива (до 3 насосов)	0,8—0,85	0,8—0,85
Станции для иглофильтровальных установок	0,75	0,8
Насосные станции 1-го и выше подъемов (до 3 насосов)	0,8—0,85	
Насосно-фильтровальные станции	0,75	0,7
Склады взрывчатых веществ	1	0,9
Различные склады	0,9	0,9

По группам однотипных приемников

Артскважины автоматизированные	0,7	0,7
Бетоносмесители, растворосмесители отдельно стоящие (3—5 шт.)	0,7	0,5—0,6
Бетоноукладчики	0,6	0,2—0,3
Бункера приема карьерной смеси, перегрузочные узлы, погрузочные бункера без резервной линии	0,72	0,7
Буровые станки для ударного бурения и буровой инструмент (2—10 шт.)	0,6	0,4—0,6
Водопонизительные установки (глубинный водоотлив)	0,7	0,5—0,6
Воздуходувки	0,8	0,75
Вибраторы переносные и другие мелкие передвижные машины	0,5	0,25
Автоматические станки для правки и резки проволоки	0,6	0,2—0,4
Формовочные машины	0,6	0,2—0,25
Молотковые дробилки	0,7	0,6
Конусные »	0,75	0,7
Грохоты	0,7	0,6
Конвейеры ленточные	0,5	0,17—0,2
Рольганги	0,5	0,1
Винтовые конвейеры	0,75	0,7
Ленточные конвейеры стационарные и передвижные (до 5 шт.)	0,72	0,6—0,7
Ковшовые элеваторы вертикальные и наклонные	0,75	0,5
Канатные дороги	0,75	0,7
Строительные краны электрические, шт.:		
1—2	0,5	0,35—0,4
3—4	0,5	0,3
5—9	0,5	0,22—0,25
Двухконсольные краны с синхронными электродвигателями, шт.:		
1—2	1	0,8
3—5	1	0,7
Лебедки приводные (до 4 шт.)	0,6	0,3
» скреперные (до 4 шт.)	0,6	0,4
Растворные узлы	0,5—0,6	0,4—0,6
Периферийный электрический обогрев бетона	0,85	0,8
Электрический обогрев кирпичной кладки, грунта, трубопроводов	0,85	1
Трансформаторный электропрогрев бетона, отогрев грунта и трубопроводов	0,75	0,7
Охлаждение бетона	0,8	0,8
Нагревательные приборы (мелкие)	1	0,7
Печи сопротивления, сушильные шкафы	0,95	0,8
Дуговые сталеплавильные печи (0,5—1,5 т)	0,8	0,75
Переносные машины	0,45	0,1
Сварочные трансформаторы	0,4	0,3
Сварочные машины:		
для стыковой и точечной сварки	0,6	0,6
для шовной сварки	0,7	0,35
Сварочные агрегаты многопостовые для дуговой сварки	0,7	0,7
Однопостовые двигатель-генераторы сварки	0,6	0,35
Передвижные котельные	0,7	0,5
Воздушные компрессоры для пневмотранспорта (с синхронными двигателями выше 1000 В)	1	0,75

Экскаваторы электрические с приводом на переменном токе (1 шт/2 — 10 шт.) при грунте:		
тяжелом	0,5	0,45/0,52—0,6
среднем	0,5	0,4/0,51—0,59
легком	0,5	0,38/0,5—0,58
Экскаваторы электрические с приводом на переменном токе (1 шт/2 — 10 шт.) при грунтах:		
тяжелом	0,5	0,46/0,58—0,7
среднем	0,5	0,43/0,57—0,69
легком	0,5	0,39/0,56—0,68
Насосы (подача воды 360—1620 м³/ч, напор 89—180 м, мощность 195—650 кВт)	0,8	0,6—0,8
Землесосы (подача пульпы 400—1600 м³/ч, напор 27—53 м, мощность 75—450 кВт)	0,8	0,6—0,8
Земснаряды типа:		
100-35 (1 шт.)	0,75	0,85
300-40 (1 шт.)	0,8	0,9
500-60 (1—10 шт.)	0,8	0,52—0,25
1000-80 (1—7 шт.)	0,8	0,93—0,79
100-80 (1—10 шт.)	0,8	0,75—0,48
500-6 (1—7 шт.)		
Станция перекачки типа:		
500-60	0,8	0,93
300-40	0,8	0,95
100-35	0,75	0,85

Пример. Рассчитать нагрузки строительной площадки. Примерные потребители: башенные краны (21 электроприемник) — $P_1=195$ кВт, $ПВ_1=0,25$, $K_{c1}=0,35$, $\cos\varphi_1=0,5$; вибропогружатель — $P_2=60$ кВт, $ПВ_2=0,25$, $K_{c2}=1$, $\cos\varphi_2=0,5$; насосы (6) — $P_3=24$ кВт, $ПВ_3=1$, $K_{c3}=0,7$, $\cos\varphi_3=0,8$; компрессор — $P_4=40$ кВт, $ПВ_4=1$, $K_{c4}=1$, $\cos\varphi_4=0,8$; растворонасосы (2)—6,2 кВт, $ПВ_5=1$ $K_{c5}=1$, $\cos\varphi_5=0,8$; ручные электромашины (20)—$P_6=12$ кВт, $ПВ_6=1$, $K_{c6}=0,4$, $\cos\varphi_6=0,45$; сварочные трансформаторы мощностью 44 кВ·А (1) и 32 кВ·А (5) — $K_{c7}=0,35$, $ПВ_7=0,6$, $\cos\varphi_7=0,5$; электронагреватели (11) — $P_8=74$ кВт, $K_{c8}=0,7$, $\cos\varphi_8=1$.

1. Башенные краны:

$$P_{н1}=P_1\sqrt{ПВ_1}=195\sqrt{0,25}=98\text{ кВт};$$

$$P_{р1}=K_{c1}P_{н1}=0,35\cdot98=35\text{ кВт}.$$

2. Вибропогружатель:

$$P_{н2}=P_2\sqrt{ПВ_2}=60\sqrt{0,25}=30\text{ кВт};$$

$$P_{р2}=K_{c2}P_{н2}=1\cdot30=30\text{ кВт}.$$

3. Насосы:

$$P_{н3}=n_1P_{н1}\sqrt{ПВ_3}=4\cdot6\sqrt{1}=24\text{ кВт};$$

$$P_{р3}=K_{c3}P_{н3}=0,7\cdot24=16,8\text{ кВт};$$

4. Компрессор:

$$P_{н4} = P_4 \sqrt{ПВ_4} = 40 \sqrt{1} = 40 \text{ кВт};$$
$$P_{р4} = K_{с4} P_{н4} = 1 \cdot 40 = 40 \text{ кВт}.$$

5. Растворонасосы:

$$P_{н5} = n_2 P_5 \sqrt{ПВ_5} = 2 \cdot 3{,}1 \sqrt{1} = 6{,}2 \text{ кВт}.$$
$$P_{р5} = K_{с5} P_{н5} = 0{,}7 \cdot 6{,}2 = 4{,}5 \text{ кВт};$$

6. Ручные электромашины:

$$P_{н6} = n_3 P_6 \sqrt{ПВ_6} = 20 \cdot 0{,}6 \sqrt{1} = 12 \text{ кВт};$$
$$P_{р6} = K_{с6} P_{н6} = 0{,}4 \cdot 12 = 4{,}8 \text{ кВт}.$$

7. Сварочные трансформаторы:

$$P_{н7} = S_1 \sqrt{ПВ_7} \cos \varphi_7 = 44 \sqrt{0{,}6} \cdot 0{,}5 = 17 \text{ кВт};$$
$$P_{н8} = S_2 n_4 \sqrt{ПВ_7} \cos \varphi_7 = 32 \cdot 5 \sqrt{0{,}6} \cdot 0{,}5 = 60 \text{ кВт};$$
$$P_{н.э} = 1{,}73 P_{уст} = 1{,}73 \ (17 + 60) = 133 \text{ кВт};$$
$$P_{р7} = K_{с7} P_{н.э} = 0{,}35 \cdot 133 = 46{,}5 \text{ кВт}.$$

8. Реактивная мощность:

$$Q_{р1} = P_{р1} \operatorname{tg} \varphi_1 = 35 \cdot 1{,}73 = 60 \text{ квар};$$
$$Q_{р2} = P_{р2} \operatorname{tg} \varphi_2 = 30 \cdot 1{,}73 = 52 \text{ квар};$$
$$Q_{р3} = P_{р3} \operatorname{tg} \varphi_3 = 16{,}8 \cdot 0{,}75 = 19{,}6 \text{ квар};$$
$$Q_{р4} = P_{р4} \operatorname{tg} \varphi_4 = 40 \cdot 0{,}75 = 30 \text{ квар};$$
$$Q_{р5} = P_{р5} \operatorname{tg} \varphi_5 = 4{,}5 \cdot 0{,}75 = 3{,}4 \text{ квар};$$
$$Q_{р6} = P_{р6} \operatorname{tg} \varphi_6 = 4{,}8 \cdot 0{,}75 = 3{,}6 \text{ квар};$$
$$Q_{р7} = P_{р7} \operatorname{tg} \varphi_7 = 46{,}5 \cdot 1{,}73 = 80{,}4 \text{ квар}.$$

9. Расчетная мощность строительной площадки:

$$P_{р.п} = \sum_1^n P_р = 196{,}6 \text{ кВт};$$

$$Q_{р.п} = \sum_1^n Q_р = 248 \text{ квар}.$$

10. Расчетная мощность строительной площадки с учетом коэффициента участия в максимуме нагрузки $K_м = 0{,}8$:

$$P'_{р.п} = K_м P_{р.п} = 0{,}8 \cdot 196{,}6 = 157{,}3 \text{ кВт};$$

$$Q'_{р.п} = K_м Q_{р.п} = 0{,}8 \cdot 248 = 198{,}4 \text{ квар}.$$

4. Относительные значения эффективного числа электроприемников $n_{э.x}$

n_x	P_x																		
	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1
0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,11	0,14	0,19	0,26	0,36	0,51	0,71
0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,13	0,16	0,21	0,27	0,36	0,48	0,64	0,81
0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,12	0,15	0,18	0,22	0,27	0,34	0,44	0,57	0,72	0,86
0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,1	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,26	0,33	0,41	0,51	0,64	0,79	0,9
0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,12	0,13	0,15	0,18	0,21	0,26	0,31	0,38	0,47	0,58	0,7	0,83	0,92
0,08	0,08	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13	0,15	0,17	0,2	0,24	0,28	0,33	0,4	0,48	0,57	0,68	0,79	0,89	0,94
0,10	0,09	0,1	0,12	0,13	0,15	0,17	0,19	0,22	0,25	0,29	0,34	0,4	0,47	0,56	0,66	0,76	0,85	0,92	0,95
0,15	0,14	0,16	0,17	0,2	0,23	0,25	0,28	0,32	0,37	0,42	0,48	0,56	0,67	0,72	0,8	0,88	0,93	0,95	—
0,2	0,19	0,21	0,23	0,26	0,29	0,33	0,37	0,42	0,47	0,54	0,64	0,69	0,76	0,83	0,89	0,93	0,95	—	—
0,25	0,24	0,26	0,29	0,32	0,36	0,41	0,45	0,51	0,57	0,64	0,71	0,78	0,85	0,9	0,93	0,95	—	—	—
0,3	0,29	0,32	0,35	0,39	0,43	0,48	0,53	0,60	0,66	0,73	0,8	0,86	0,9	0,94	0,95	—	—	—	—
0,35	0,33	0,37	0,41	0,45	0,5	0,56	0,62	0,68	0,74	0,81	0,86	0,91	0,94	0,95	—	—	—	—	—
0,4	0,38	0,42	0,47	0,52	0,57	0,63	0,69	0,75	0,81	0,86	0,91	0,93	0,95	—	—	—	—	—	—
0,45	0,43	0,47	0,52	0,58	0,64	0,7	0,76	0,81	0,87	0,91	0,93	0,95	—	—	—	—	—	—	—
0,5	0,48	0,53	0,58	0,64	0,7	0,76	0,82	0,89	0,91	0,94	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—
0,55	0,52	0,57	0,63	0,69	0,75	0,82	0,87	0,91	0,94	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,6	0,57	0,63	0,69	0,75	0,81	0,87	0,91	0,94	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,65	0,62	0,68	0,74	0,81	0,86	0,91	0,94	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,7	0,66	0,73	0,8	0,86	0,9	0,94	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,75	0,71	0,78	0,85	0,9	0,93	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	0,76	0,83	0,89	0,94	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,85	0,8	0,88	0,93	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,9	0,85	0,92	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания: 1. Для промежуточных значений n_x и P_x рекомендуется брать ближайшие меньшие значения $n_{э.x}$.

2. Таблица составлена по уравнению $n_{э.x} = \dfrac{2 \cdot 0{,}95}{P_x^2/n_x + (1-P_x)^2/(1-n_x)}$.

11. Полная мощность строительной площадки:

$$S_{\text{р.п}} = \sqrt{\left(P'_{\text{р.п}}\right)^2 + \left(Q'_{\text{р.п}}\right)^2} = \sqrt{157{,}3^2 + 198{,}4^2} = 254 \text{ кВ·А}.$$

12. Средневзвешенный коэффициент мощности строительной площадки:

$$\cos\varphi_{\text{ср}} = P'_{\text{р.п}} / S_{\text{р.п}} = 157{,}3/254 = 0{,}62.$$

13. Мощность компенсирующего устройства для повышения коэффициента мощности до заданного $\cos\varphi = 0{,}92$:

$$Q_{\text{к.у}} = P'_{\text{р.п}} \sqrt{\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2} = \sqrt{0{,}63} \cdot 157{,}3 = 0{,}794 \cdot 157{,}3 = 125 \text{ квар}.$$

14. Полная мощность с учетом работы компенсирующего устройства:

$$S_{\text{р.к}} = \sqrt{\left(P'_{\text{р.п}}\right)^2 + \left(Q'_{\text{р.п}} - Q_{\text{к.у}}\right)^2} = \sqrt{157{,}3^2 + (198 - 125)^2} = 174 \text{ кВ·А}.$$

15. Ток нагрузки строительной площадки:

$$I_{\text{р}} = \frac{S_{\text{рк}} \cdot 10^3}{\sqrt{3}\, U_{\text{н}}} = \frac{174 \cdot 1000}{1{,}73 \cdot 380} = 260 \text{ А}.$$

1.2. Коэффициент мощности и способы его повышения. *Мгновенный коэффициент мощности* определяют по показаниям фазометра, а при его отсутствии — по одновременным показаниям амперметра и ваттметра из соотношения

$$\cos\varphi = P / \sqrt{3}\, IU.$$

Средний коэффициент мощности — среднее арифметическое значение мгновенных коэффициентов мощности, взятых через равные промежутки времени:

$$\cos\varphi_{\text{ср}} = \frac{\cos\varphi_1 + \cdots + \cos\varphi_n}{n},$$

где n — число промежутков времени.

Средневзвешенный коэффициент мощности определяют по показаниям счетчиков активной и реактивной энергии за некоторый промежуток времени (час, смену, сутки, месяц, год):

$$\cos\varphi_{\text{с.в}} = 1 \Big/ \sqrt{1 + \left(\frac{Э_{\text{р}}}{Э_{\text{а}}}\right)^2},$$

где $Э_{\text{а}}$ и $Э_{\text{р}}$ — активная и реактивная энергия по показаниям счетчиков за один и тот же период времени.

Наивыгоднейший коэффициент мощности синхронных двигателей вычисляют по формуле

$$\cos\varphi_{\text{с.д}}^{\text{наив}} = 1 \Big/ \sqrt{1 + \left(\frac{\alpha^{\text{наив}} \operatorname{tg}\varphi_{\text{н}}}{\beta}\right)^2},$$

где $\alpha^{\text{наив}}$ — наивыгоднейший коэффициент компенсирующей способности двигателя; $\operatorname{tg}\varphi_{\text{н}}$ — соответствует номинальному коэффициенту мощности двигателя; β — коэффициент нагрузки двигателя.

Наивыгоднейший коэффициент использования компенсирующей способности синхронного двигателя находят из выражения

$$\alpha^{\text{наив}} = \frac{З_{\text{к.у}}}{З_{\text{у.э}}\, P_{\text{к}}} - 0{,}5,$$

где $З_{\text{к.у}}$ — стоимость 1 квар·ч при компенсирующем устройстве, сопоставляемом в каждом отдельном случае с синхронными двигателями; $P_{\text{к}}$ — удельный расход активной мощности на компенсацию (при номинальной нагрузке и номинальном токе в роторе), определяемый по данным завода-изготовителя:

$$P_{\text{к}} = \left(\eta'_{\text{н}} - \eta_{\text{н}}\right) \Big/ \eta'_{\text{н}} \operatorname{tg} \varphi_{\text{н}}$$

$\eta'_{\text{н}}$ и $\eta_{\text{н}}$ — соответственно КПД для номинальной нагрузки двигателя при номинальном коэффициенте мощности (опережающем) и при коэффициенте мощности, равном единице).

Значения наивыгоднейшего опережающего $\cos\varphi$ синхронных двигателей при режиме использования 4 и 6 тыс. ч в год приведены в табл. 5.

5. Наивыгоднейший опережающий $\cos\varphi$ синхронных двигателей при нагрузке, на валу, равной 100%

Удельный расход активной мощности на компенсацию, кВт/квар	$\cos\varphi$ при удельных приведенных затратах на покрытие потерь, коп/кВт·ч		
	0,6	1	1,4
Режим использования — 4000 ч в год			
0,01	0,9	0,9	0,9
0,02	0,9	0,9	0,96
0,03	0,9	0,97	0,99
0,04	0,93	0,99	0,99
0,05	0,97	0,99	1
Режим использования — 6000 ч в год			
0,01	0,9	0,9	0,91
0,02	0,9	0,97	0,99
0,03	0,95	0,99	1
0,04	0,98	1	1
0,05	0,99	1	1

Необходимую мощность компенсирующих устройств (табл. 6) для обеспечения нормированных значений коэффициента мощности определяют по формуле

$$Q_{\text{к.у}} = P_{\text{ср}} \left(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2\right),$$

где $P_{\text{ср}}$ — среднегодовая активная нагрузка, кВт; $\operatorname{tg} \varphi_1$ — тангенс угла сдвига фаз до компенсации, соответствующий средневзвешенному коэффициенту мощности на год (определяется с учетом работы всех синхронных двигателей с наивыгоднейшим коэффициентом мощности); $\operatorname{tg} \varphi_2$ — тангенс угла сдвига фаз после компенсации.

Технические характеристики косинусных конденсаторов и конденсаторных установок приведены в табл. 7 и 8.

6. Значения tg φ в зависимости от cos φ_1 и cos φ_2

cos φ_1	Значения (tg φ_1—tg φ_2) при cos φ_2				cos φ_1	Значения (tg φ_1 — tg φ_2) при cos φ_2			
	0,92	0,93	0,94	0,95		0,92	0,93	0,94	0,95
0,65	0,741	0,794	0,804	0,84	0,775	0,389	0,422	0,452	0,488
0,655	0,726	0,759	0,789	0,825	0,77	0,376	0,409	0,439	0,475
0,66	0,712	0,745	0,775	0,811	0,785	0,362	0,395	0,425	0,461
0,665	0,696	0,729	0,759	0,795	0,79	0,348	0,381	0,411	0,447
0,67	0,681	0,714	0,744	0,78	0,795	0,336	0,368	0,399	0,434
0,675	0,666	0,699	0,729	0,765	0,8	0,324	0,355	0,387	0,421
0,68	0,651	0,684	0,714	0,75	0,805	0,311	0,342	0,374	0,408
0,685	0,636	0,669	0,699	0,735	0,81	0,298	0,329	0,361	0,395
0,69	0,621	0,654	0,684	0,72	0,815	0,289	0,316	0,348	0,382
0,695	0,607	0,64	0,76	0,706	0,82	0,272	0,303	0,335	0,369
0,7	0,594	0,627	0,657	0,693	0,825	0,259	0,29	0,322	0,356
0,705	0,579	0,612	0,642	0,678	0,83	0,246	0,277	0,309	0,343
0,71	0,565	0,598	0,628	0,664	0,835	0,233	0,264	0,296	0,33
0,715	0,55	0,583	0,613	0,649	0,84	0,22	0,251	0,283	0,317
0,72	0,536	0,569	0,599	0,635	0,845	0,207	0,238	0,27	0,304
0,725	0,522	0,555	0,585	0,621	0,85	0,194	0,225	0,257	0,291
0,73	0,509	0,542	0,572	0,608	0,885	0,18	0,212	0,243	0,277
0,735	0,495	0,528	0,558	0,594	0,86	0,167	0,198	0,23	0,264
0,74	0,481	0,514	0,544	0,580	0,865	0,154	0,185	0,217	0,251
0,745	0,468	0,501	0,531	0,567	0,87	0,141	0,172	0,204	0,238
0,75	0,455	0,488	0,518	0,554	0,875	0,127	0,158	0,19	0,224
0,755	0,441	0,474	0,504	0,54	0,88	0,114	0,145	0,177	0,211
0,76	0,427	0,46	0,49	0,526	0,885	0,11	0,131	0,163	0,197
0,765	0,414	0,447	0,477	0,513	0,89	0,086	0,117	0,149	0,183
0,77	0,402	0,435	0,465	0,501	0,895	0,073	0,103	0,135	0,169

7. Техническая характеристика косинусных конденсаторов

Марка	Номинальное напряжение, кВ	Номинальная мощность, квар	Номинальная емкость, мкФ	Высота H, мм	Масса, кг
Исполнение трех- или однофазное					
КМ-0,22-4,5	0,22	4,5	296	408	26
КМ-0,38-13	0,38	13	286	408	
КМ-0,5-13	0,5	13	165	408	
КМ-0,66-13	0,66	13	95	422	
КМ-3,15-13	3,15	13	4,17	445	24
КМ-6,3-13	6,3	13	1,04	475	
КМ-10,5-13	10,5	13	0,376	530	
КМ2-0,22-9	0,22	9	522	726	52
КМ2-0,38-26	0,38	26	572	726	
КМ2-0,5-26	0,5	26	330	726	
КМ2-0,66-26	0,66	26	190	740	
КС-0,22-6	0,22	6	395	408	28
КС-0,22-8	0,22	8	526	408	
КС-0,38-18	0,38	18	397	408	

Продолжение табл. 7

Марка	Номинальное напряжение, кВ	Номинальная мощность, квар	Номинальная емкость, мкФ	Высота H, мм	Масса, кг
КС-0,38-25	0,38	25	551	408	
КС-0,5-18	0,5	18	229	208	
КС-0,66-20	0,66	20	146	422	28
КС-0,66-25	0,66	25	183	422	
КС2-0,22-12	0,22	12	790	726	
КС2-0,22-16	0,22	16	1052	726	
КС2-0,38-36	0,38	36	794	726	
КС2-0,38-50	0,38	50	1102	726	56
КС2-0,5-36	0,5	36	458	726	
КС2-0,66-40	0,66	40	292	740	
КС2-0,66-50	0,66	50	366	740	
Исполнение однофазное					
КМ2-3,15-26	3,15		8,34	760	
КМ2-6,3-26	6,3	26	2,08	790	48
КМ2-10,5-26	10,5		0,752	846	
КС-1,05-25	1,05	25	72	422	
КС-1,05-37,5	1,05	37,5	108,3	422	
КС-3,15/3-25	3,15	25	24	445	
КС-3,15/3-37,5	3,15	37,5	36,1	445	27
КС-3,15-25	3,15	25	8	445	
КС-3,15-37,5	3,15	37,5	12	445	
КС-6,3/3-25	6,3	25	6	475	
КС-6,3/3-37,5	6,3	37,5	9	475	
КС-6,3-25	6,3	25	2	475	
КС-6,3-37,5	6,3	37,5	3	475	
КС-10,5/3-25	10,5	25	2,16	530	28
КС-10,5/3-37,5	10,5	37,5	3,24	530	
КС-10,5-25	10,5	25	0,72	530	
КС-10,5-37,5	10,5	37,5	1,08	530	
КС-1,05-50	1,05	50	144	740	
КС2-1,05-75	1,05	75	217	740	
КС2-3,15/3-50	3,15	50	48	760	
КС2-3,15/3-75	3,15	75	72,2	760	54
КС2-3,15-50	3,15	50	16	760	
КС2-3,15-75	3,15	75	24	760	
КС2-6,3/3-50	6,3	50	12	790	
КС2-6,3/3-75	6,3	75	18	790	
КС2-10,5-50	10,5	50	1,44	845	
КС2-10,5-75	10,5	75	2,16	845	54
КС2-10,5/3-50	10,5	50	4,32	845	
КС2-10,5/3-75	10,5	75	6,48	845	
КС2-6,3-100	6,3	100	8,03	790	55
КС2А-6,3-100	6,3	100	8,03	825	55

Примечания: 1. Обозначения: К — косинусный; М(С) — с пропиткой маслом (синтетической жидкостью); 2 — корпус второго габарита.

2. Конденсаторы всех типов изготовляют длиной 430 мм, шириной 120 мм.

3. Конденсаторы типов КМ, КМ2, КС и КС2 предназначены для внутренней установки. Конденсаторы наружной установки имеют индекс А-КМА, КМ2А, КСА и КС2А.

8. Техническая характеристика конденсаторных установок напряжением 0,38, 6 и 10 кВ

Марка	Мощность квар	Масса, т	
		оборудования	материалов
Конденсаторные установки напряжением 0,38 кВ внутренней установки			
ККУ-0,38-I	80	0,38	0,005
ККУ-0,38-III	160	0,7	0,005
ККУ-0,38-III с БРВ-1	160	0,73	0,01
ККУ-0,38-V	280	1,05	0,01
ККУ-0,38-V с БРВ-1	280	1,08	0,01
Конденсаторные установки напряжением 6—10 кВ внутренней установки			
КУ-6-I	330	1,3	0,01
КУ-6-I с БРВ-2	330	1,33	0,01
КУ-6-II	500	1,7	0,01
КУ-6-II с БРВ-2	500	1,73	0,01
КУ-10-I	330	1,3	0,01
КУ-10-I с БРВ-2	330	1,33	0,01
КУ-10-II	500	1,7	0,01
КУ-10-II с БРВ-2	500	1,73	0,01
Конденсаторные установки напряжением 6—10 кВ наружной установки			
КУН-6-II	420	1,2	0,01
КУН-6-II с БРВ-2	420	1,23	0,01
КУН-10-II	400	1,4	0,01
КУН-10-II с БРВ-2	400	1,3	0,01

Примечания: 1. Ячейки комплектных конденсаторных установок Усть-Каменогорского конденсаторного завода.

2. Установки серии ККУ-0,38 состоят из конденсаторов и смонтированного в стальном шкафу вспомогательного оборудования (автоматический выключатель, устройство автоматического регулирования мощности, трансформаторы тока, разрядные лампы и амперметры).

3. Установки серии КУ состоят из одной вводной ячейки и двух (установки КУ-10-I и КУ-6-I) или трех (установки КУ-10-II или КУ-6-II) конденсаторных ячеек, соединенных между собой.

Расчетные затраты на 1 квар·ч определяют по формуле

$$З_{к.у} = З_{э.у}\, p_к + \frac{K_к (P_н + P_а)}{T_г},$$

где $З_{э.у}$ — стоимость 1 кВт·ч (плановая или по действующему тарифу); $p_к$ — удельный расход активной мощности на компенсацию, кВт/квар: для конденсаторов напряжением 6—10 кВ — 0,003, напряжением 0,22—0,5 кВ — 0,004; для синхронных компенсаторов мощностью 7500 кВ·А — 0,027, мощностью 15 000 кВ·А — 0,023, мощностью 30 000 кВ·А — 0,02; $K_к$ — удельные капитальные вложения на компенсацию, руб/квар: для косинусных конденсаторов напряжением — 3—10 кВ—5; 0,5 кВ—8; 0,38 кВ—9; 0,22 кВ—14,5; для синхронных компенсаторов мощностью 7500 кВ·А — 12,5; 15 000 кВ·А — 9,5; 30 000 кВ·А — 8,5; $P_н = 0{,}125$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, соответствующий сроку окупаемости (8 лет); $P_а$ — коэффициент амортизационных отчислений (0,1 — для косинусных конденсаторов и 0,06 — для синхронных); $T_г$ — число часов работы компенсирующего устройства за год.

Наивыгоднейшую мощность низковольтных конденсаторов находят из выражения

$$Q_{\text{к.н}}^{\text{наив}} = Q_{\text{н}} - \frac{M}{r_{\text{э.т}} + r_{\text{э.с}}} \approx Q_{\text{н}} - \frac{M}{r_{\text{э.т}}(1+\lambda)},$$

где $Q_{\text{н}}$ — суммарная низковольтная реактивная нагрузка, квар; M — расчетный параметр, определяемый из выражения

$$M = U^2\left(\frac{112{,}5K_{\text{р.с.к}}}{3_{\text{у.э}}T_{\text{г}}} + 0{,}5\right);$$

$K_{\text{р.с.к}}$ — разница в стоимости 1 квар низковольтных и высоковольтных конденсаторов; U — напряжение низковольтной сети, кВ; $r_{\text{э.т}}$ — эквивалентное активное сопротивление трансформаторов, питающих низковольтную сеть, Ом; $r_{\text{э.с}}$ — эквивалентное активное сопротивление низковольтной сети до 1 кВ, Ом; λ — расчетный коэффициент, зависящий от типа подстанции и выполнения сети напряжением до 1 кВ: для внутрицеховых, пристроенных или встроенных подстанций с выполнением сетей проводом или кабелем $\lambda=0{,}4$; шинопроводом — $\lambda=0{,}6$; для отдельно стоящих подстанций — 0,8.

Если $Q_{\text{к.н}}^{\text{наив}}$ получится равной нулю или отрицательной, то вся компенсирующая мощность устанавливается на стороне высокого напряжения.

Необходимая мощность высоковольтного конденсатора

$$Q_{\text{н.в}} = Q_{\text{к.у}} - Q_{\text{к.н}}^{\text{наив}}.$$

Емкость конденсаторных батарей на одну фазу при частоте 50 Гц и соединении конденсаторов в треугольник определяют по формуле

$$C = \frac{Q_{\text{к.у}}}{3\omega U^2},$$

где U — линейное напряжение сети, В; $Q_{\text{к.у}}$ — мощность батареи, квар; ω — угловая частота, равная 314 при $f=50$ Гц.

Скидки и надбавки к тарифу на электроэнергию можно определить по табл. 9 в зависимости от степени компенсации реактивной мощности, оцениваемой коэффициентами:

$$\operatorname{tg}\varphi_{\text{э}} = Q_{\text{э}}/P_{\text{м}}\ \text{(оптимальный)};\quad \operatorname{tg}\varphi = Q_{\text{м}}/P_{\text{м}}\ \text{(фактический)},$$

где $P_{\text{м}}$ — заявленная потребителем мощность (кВт), участвующая в максимуме нагрузки энергосистемы и зафиксированная в приложении к договору на пользование электроэнергией; $Q_{\text{э}}$ — оптимальная реактивная нагрузка потребителя (квар) в часы максимума активной нагрузки энергосистемы; $Q_{\text{м}}$ — фактическая реактивная нагрузка потребителя (квар), участвующая в максимуме нагрузки энергосистемы.

Для предприятий, на которых установлены синхронные электродвигатели, скидки с тарифа на электроэнергию за компенсацию реактивной мощности определяют по формуле

$$C = \left(1 - \frac{P_{\text{с.д}}}{P_{\text{уст}}}\right)^{\frac{2}{3}} C_{\text{ш}},$$

где $P_{\text{с.д}}$ — установленная мощность синхронных электродвигателей; $P_{\text{уст}}$ — суммарная мощность трансформаторов и высоковольтных электродвигателей; $C_{\text{ш}}$ — скидка, предусмотренная шкалой.

9. Шкала скидок с тарифа на электрическую энергию и надбавок к тарифу на электрическую энергию за компенсацию реактивной мощности в электроустановках потребителей (%)

$\frac{tg\,\varphi_э}{tg\,\varphi_м}$	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
0	—8	—6	—4	—3	—2	—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,05	—6	—8	—5	—4	—3	—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1	—4	—6	—7	—5	—4	—3	—1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,15	—3	—4	—5	—7	—5	—3	—1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,2	—2	—3	—4	—5	—6	—4	—2	—1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,25	—1	—1	—2	—3	—4	—6	—3	—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,3	0	0	—1	—1	—2	—4	—5	—3	—1	—	—	—	—	—	—	—	—
0,35	1	1	0	0	—1	—2	—3	—5	—3	—1	—	—	—	—	—	—	—
0,4	2	2	1	1	0	0	—1	—3	—5	—3	—1	—	—	—	—	—	—
0,45	3	3	2	2	1	1	0	—1	—5	—3	—2	—1	—	—	—	—	—
0,5	4	4	3	3	2	2	1	0	—1	—3	—4	—2	—	—	—	—	—
0,55	6	6	4	4	4	3	2	1	0	—1	—2	—4	—1	—	—	—	—
0,6	8	8	6	6	5	5	3	2	1	0	0	—2	—3	—1	—	—	—
0,65	10	10	8	8	7	7	5	4	2	1	1	0	—1	—3	—1	—	—
0,7	13	13	11	11	10	9	7	6	4	3	2	1	0	—1	—2	—1	—
0,75	16	16	14	14	13	12	10	8	7	5	3	2	1	0	—1	—2	—
0,8	20	20	17	17	16	14	12	11	9	7	5	3	2	1	0	—1	—1
0,85	23	23	21	21	20	18	15	14	13	9	8	5	3	2	1	0	0
0,9	26	26	25	25	24	22	19	17	16	12	11	8	5	4	2	1	1
0,95	30	30	30	30	30	25	24	21	20	16	14	11	8	6	4	3	2
1	34	34	34	34	34	32	30	25	23	21	20	14	13	12	7	5	4

Примечания: 1. Скидки с тарифа указаны со знаком минус.

2. При значениях $tg\,\varphi_м > 1$ дополнительная надбавка к тарифу на электрическую энергию составляет 4% за каждые 0,05 разницы между значениями $tg\,\varphi_м$ и 1.

1.3. Схемы электроснабжения строительства. Схему электроснабжения строительной площадки или промышленного предприятия выбирают в соответствии с классификацией приемников электроэнергии по требуемой ПУЭ степени бесперебойности электроснабжения (табл. 10), учитывая потребляемую мощность, размещение потребителей на территории строительной площадки или предприятия, расположение источников электрической энергии и срок обеспечения.

10. Классификация приемников электроэнергии по требуемой степени бесперебойности электроснабжения

Характеристика согласно ПУЭ	Электроприемники	Порядок обеспечения электроснабжения
	I категория	
Электроприемники, нарушение электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, повреждение оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение особо важных элементов городского хозяйства	Строительная площадка: артезианские скважины (при наличии напорных резервуаров); водозаборы, насосные станции водоснабжения при наличии напорных резервуаров (без пожарных насосов); замораживающие, иглофильтровальные установки; насосные станции водоотлива и водопонижения; цементационные работы, шахтные пассажирские подъемники; электрический обогрев бетона; тепловые пункты в сетях теплоснабжения, котельные водозабора; вентиляция и водоотлив в туннелях; подземные и туннельные работы; перекачка фекальных стоков и т. п.	Должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых источников питания и перерыв их электроснабжения может быть допущен лишь на время автоматического ввода резервного питания. При небольшой мощности электроприемников в качестве второго источника питания могут быть использованы передвижные электростанции, аккумуляторные батареи, двигатели внутреннего сгорания или паровые и т. п., а также перемычки на низшем напряжении от ближайшего пункта, имеющего независимое питание с автоматическим включением резерва (АВР)
	II категория	
Электроприемники, перерыв в электроснабжении которых связан с массовым недоотпуском продукции, простоем рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушением нормальной деятельности значительного количества городских жителей	Промышленность строительных материалов: заводы железобетонных изделий — главные корпуса железобетонных изделий, шлакоблоков, ячеистого бетона, транспортные галереи, приемные устройства, бетоносмесительный цех, известегасильное отделение, кирпично-черепичные заводы — сушильный цех, помольное отделение, массозаготовительный цех, прессовый цех, отделение подтопков, котельная, заводы гипса и сухой штукатурки, гипсовых блоков, заводы металлоконструкций. Строительная площадка: компрессорные воздушные установки; канатные дороги; бетонное хозяйство; нефтебазы; ремонтно-механические заводы;	Допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады. Допустимо питание электроприемников по одной воздушной линии напряжением 6 кВ и выше. При питании электроприемников по кабелям допустимо питание одной линией, но расщепленной не менее чем на два кабеля, присоединенных через самостоятельные разъединители. При наличии централизованного резерва допустимо питание электроприемников одним трансформатором

Продолжение табл. 10

Характеристика согласно ПУЭ	Электроприемники	Порядок обеспечения электроснабжения
	тракторные хозяйства; насосные без противопожарного водоснабжения; земснаряды, гидромеханизация и станции перекачки к ним; гидромониторы; охлаждение бетона, котельные для бетонных хозяйств; крупные автобазы	
	III категория	
Все остальные электроприемники, не подходящие под определения I и II категорий	Общезаводские подсобные цехи, вспомогательные объекты и установки промышленности строительных материалов, не относящиеся к потребителям I и II категорий. Строительная площадка: базы электромонтажа, гидромонтажа, гидроспецстроя, спецгидромонтажа, арматурные мастерские, бетоно- и растворосмесители, плотничные и опалубочные мастерские, лесоцехи, участковые механические мастерские с холодной обработкой металла, пристани, гравиесортировочные установки, электрический обогрев грунта, передвижные котельные, стройдворы, мелкие автобазы, материальные склады	Допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для ремонта или замены поврежденного элемента схемы электроснабжения, но не более 1 сут

Схемы внешнего электроснабжения. **Схему питания по одной «тупиковой» линии** (рис. 1, *а*) применяют, если на объекте отсутствуют потребители I категории.

Схему питания с «отпайкой» от одной линии (рис. 1, *б*) используют, если недалеко от объекта проходит ЛЭП и сечение ее проводов позволяет присоединять к ней дополнительную нагрузку.

Схему питания двумя параллельными линиями (рис. 1, *в*), присоединенными к разным секциям питающего распределительного устройства, применяют при наличии на объекте большого количества потребителей.

Схема с «отпайками» от двух линий (рис. 1, *г*) аналогична схеме, изображенной на рис. 1, *в*; ее применяют при наличии двух проходящих вблизи ЛЭП. **Схема питания от двух подстанций электросистемы** (рис. 1, *д*) создает высокую степень надежности электроснабжения.

Выбор варианта определяют технико-экономическими расчетами и условиями надежности электроснабжения.

Схемы внутреннего электроснабжения на напряжение выше 1000 В. Связующим звеном между питающей и внутренней сетью строительной площадки является главная понизительная подстанция

(ГПП) или главная распределительная подстанция (ГРП). Распределение электрической энергии от ГПП (ГРП) до подстанций на строительстве или до цеховых подстанций выполняется по радиальным, магистральным или комбинированным схемам в зависимости от расположения потребителей и требуемого уровня надежности.

При **радиальной схеме** (рис. 2) электроснабжения потребителей на напряжении выше 1000 В каждая трансформаторная подстанция (трансформаторный пункт) *ТП-1, ТП-2, ТП-3, ТП-4, ТП-5, ТП-6,*

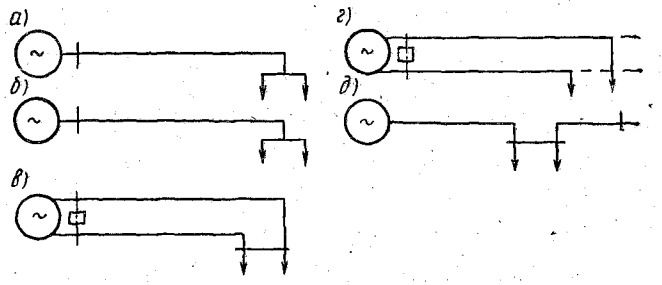


Рис. 1. Схемы внешнего электроснабжения

а — по одной «тупиковой» линии; *б* — с «отпайкой» от одной линии; *в* — двумя параллельными линиями; *г* — с «отпайкой» от двух линий

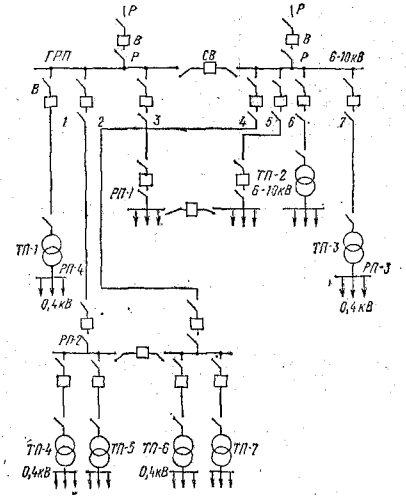


Рис. 2. Радиальная схема электроснабжения потребителей

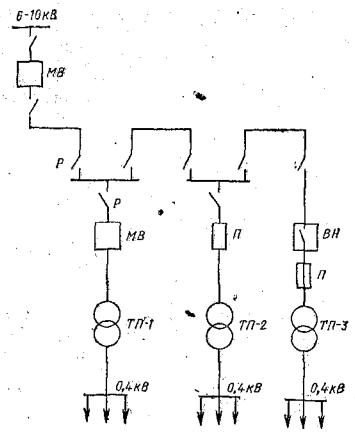


Рис. 3. Магистральная схема электроснабжения потребителей

ТП-7 и распределительный пункт *РП-1* питаются от главной распределительной подстанции. В схеме предусматривается установка выключателей *В* на всех линиях напряжением 6—10 кВ. Распределительные пункты *РП-1* и *РП-2*, предназначенные для питания потребителей I категории, подключаются отдельными линиями *3* и *4* (см.

рис. 2) к двум секциям *ГРП*, причем секционный выключатель *СВ* включается автоматически при отключении любой из питающих линий. Схема питания распределительных пунктов *РП-3* и *РП-4* применяется для питания потребителей III категории, а при питании воздушными линиями — II категории.

При **магистральных схемах** электроснабжения потребителей одна и та же линия заводится поочередно на шины нескольких трансформаторных подстанций. На рис. 3 показана магистральная схема питания трех подстанций, подключенных к общей линии 6—10 кВ через выключатели (*ТП-1*), разъединители и высоковольтные предохранители (*ТП-2*), выключатели нагрузки и предохранители (*ТП-3*). Такая схема применяется для питания потребителей II категории. На рис. 4 приведена магистральная схема с двусторонним питанием.

В условиях строительства применяют также комбинированные схемы — магистральные и радиальные (рис. 5), распределяя энергию среди крупных потребителей по радиальным линиям, а среди мелких — по магистральным.

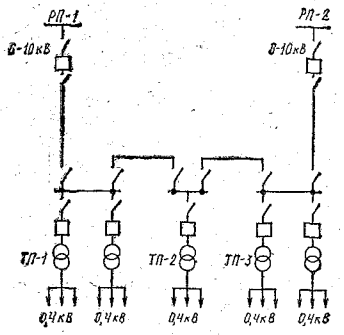


Рис. 4. Магистральная схема электроснабжения с двусторонним питанием

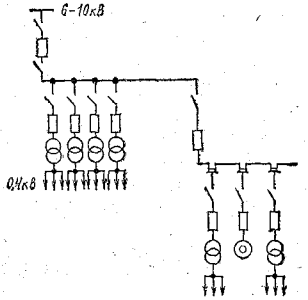


Рис. 5. Комбинированная схема электроснабжения

Номинальные напряжения приведены в табл. 11—12.

11. Номинальные напряжения (*В*) электрических сетей, источников питания и приемников электрической энергии от 100 до 1000 В

Электрические сети и приемники электрической энергии:				
постоянный ток	110	220	440	—
однофазный »	127	220	380	—
фазное/межфазное напряжение трехфазного тока	127/220	220/380	380/660	—
Генераторы и источники питания:				
постоянный ток	115	230	460	—
межфазное напряжение трехфазного тока	230	400	690	—
Трансформаторы (первичные/вторичные обмотки):				
трехфазные	220/230	380/400	660/690	—
однофазные	127/133	220/230	380/—	660/—

12. Номинальные межфазные и наибольшие рабочие напряжения (кВ) электрических сетей, генераторов, трансформаторов и приемников электрической энергии трехфазного тока выше 1000 В

Электрические сети и приемники электрической энергии	Генераторы	Трансформаторы		Наибольшее рабочее напряжение
		первичные обмотки	вторичные обмотки	
3	3,15	3 и 3,15	3,15 и 3,3	3,5
6	6,3	6 и 6,3	6,3 и 6,6	6,9
10	10,5	10 и 10,5	10,5 и 11	11,5
20	21	20 и 21	21 и 22	23
35	—	35	38,5	40,5
110	—	110	121	126
150	—	150	165	172
220	—	220	242	252
330	—	330	347	363
500	—	500	525	525
750	—	750	787	787

Примечание. Номинальные напряжения первичных и вторичных обмоток трансформаторов 35 кВ и выше относятся к трансформаторам, не имеющим встроенных устройств для регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) или не предназначенным для работы с вольтодобавочными трансформаторами.

1.4. Условия выбора электрооборудования.

Выключатели выбирают по ряду параметров, сравнивая с данными каталогов:

а) по предельному отключаемому току* $I_{н.о}$ или по предельной отключаемой мощности $S_{н.о}$, которые принимают по каталогу. При этом должны быть соблюдены следующие соотношения:

$$I_{н.о} \geqslant I_{р.о}; \quad S_{н.о} \geqslant S_{р.о},$$

где $I_{р.о}$ — расчетный ток трехфазного к. з. в момент отключения, кА; $S_{р.о}$ — расчетная мощность отключения к. з., МВ·А;

б) по допустимому ударному току к. з.:

$$i_{у.доп} \geqslant i_{у.р},$$

где $i_{у.р}$ — расчетное значение ударного тока к. з., кА;

в) по допустимому наибольшему действующему току к. з.:

$$i_{д.доп} \geqslant I_{д},$$

где $I_{д}$ — действующее значение полного тока к. з. за первый полупериод, которое связано с начальным током к. з. $I_{п.о}$ следующим соотношением:

$$I_{д} = I_{п.о}\sqrt{1 + 2(k_{у} - 1)^2},$$

где $k_{у}$ — ударный коэффициент;

г) по допустимому току термической устойчивости:

$$I_{доп.5} \geqslant I_{\infty}\sqrt{\frac{t_{ф}}{5}},$$

* Предельно (или номинально) отключаемый ток $I_{н.о}$ выключателей характеризует их отключающую способность. Это тот наибольший ток при трехфазном к. з., который выключатель может отключить при напряжении установки, равном номинальному напряжению выключателя при его нормальной работе.

где $I_{доп5}$ — допустимый ток термической устойчивости пятисекундный, кА (принимается по каталожным данным); I_∞ — расчетный установившийся ток к. з., кА; $t_ф$ — приведенное (фиктивное) время к. з., с.

Разъединители выбирают по тем же условиям, что и выключатели, за исключением предельных значений отключаемых тока и мощности.

Предохранители выбирают по номинальному отключаемому току и номинальной отключаемой мощности; при этом должны быть соблюдены неравенства:

$$I_{н.о} \geqslant I_{п.о}; \quad S_{н.о} \geqslant \sqrt{3}\, U_н\, I_{п.о},$$

где $I_{п.о}$ — начальный ток короткого замыкания.

Трансформаторы тока проверяют на динамическую и термическую устойчивость.

Автоматические воздушные выключатели (автоматы) распределительной сети (до 1000 В) проверяют по наибольшему допустимому току отключения и по ударному току к. з. Требуется соблюдение неравенств:

$$I_{н.о} \geqslant I_{к.з}; \quad i_{у.д} \geqslant i_у,$$

где $I_{н.о}$ — допустимый ток отключения по каталогу; $I_{к.з}$ — действующее значение тока к. з. по расчету; $i_{у.д}$ — допустимый ударный ток к. з. по каталогу; $i_у$ — расчетный ударный ток к. з.

1.5. Выбор проводов и кабелей для строительных площадок и промышленных предприятий.

Экономически целесообразные сечения проводов и кабелей выбирают по нормированным значениям экономической плотности тока (табл. 13). Площадь сечения проводов по участкам определяют по формуле

$$F_{эк} = I/j_{эк},$$

где I — наибольший ток на участке линии, А; $j_{эк}$ — экономическая плотность тока, А/мм². Полученное значение в результате расчета округляется до ближайшего стандартного.

Для определения одинакового экономического сечения при нескольких нагрузках следует определять эквивалентный ток по формуле

$$I_{экв} = \sqrt{\frac{\sum_1^i I_i^2 l_i}{\sum_1^i l_i}},$$

где I_i и l_i — соответственно ток и длина i-го участка линии.

Площадь эквивалентного сечения

$$F_{экв} = I_{экв}/j_{экв}.$$

Проверке по экономической плотности тока не подлежат:

а) сети промышленных предприятий до 1000 В, если время использования максимума нагрузки предприятия составляет менее 4000—5000 ч;

б) все ответвления к отдельным электроприемникам до 1000 В, а также осветительные сети промышленных предприятий, жилых и общественных зданий, проверенные по потере напряжения;

в) сборные шины установок всех напряжений, проводники, идущие к сопротивлениям, пусковым реостатам и т. п.;

г) сети временных сооружений, а также устройств с малым сроком службы (3—5 лет).

13. Экономическая плотность тока, А/мм²

Наименование проводников	Продолжительность использования максимума нагрузки, ч/год		
	1000 . . . 3000	3000 . . . 5000	5000 . . . 8760
Неизолированные провода и шины:			
медные	2,5	2,1	1,8
алюминиевые	1,3/1,5	1,1/1,4	1,0/1,3
Кабели с бумажной и провода с резиновой изоляцией с жилами:			
медными	3	2,5	2
алюминиевыми	1,6/1,8	1,4/1,6	1,2/1,5
Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией с жилами:			
медными	3,5	3,1	2,7
алюминиевыми	1,9/2,2	1,7/2	1,6/1,9

Примечание. В числителе указана экономическая плотность тока для европейской части СССР, Закавказья, Забайкалья и Дальнего Востока, а в знаменателе — для Центральной Сибири, Казахстана и Средней Азии.

Определение площади сечений по допустимым токовым нагрузкам на провода и кабели по условиям нагрева. Допустимую токовую нагрузку на провода и кабели в зависимости от условий нагрева определяют по формуле

$$I_{доп} = \frac{\pi}{2} \sqrt{cd^3 \gamma (t_{доп} - t_0)},$$

где c — коэффициент теплопередачи; d — диаметр провода (кабеля); γ — удельная проводимость; $t_{доп}$ — допустимая температура нагрева жил провода (кабеля); t_0 — температура окружающей среды.

В соответствии с ПУЭ, допустимая температура голых проводов принимается не выше +70° С; для изолированных проводов и кабелей с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией установлена максимальная температура +65° С; для кабелей с бумажной изоляцией допустимая температура зависит от номинального напряжения кабеля.

При прокладке проводов и кабелей учитывают температурный поправочный коэффициент K_t:

$$I'_{доп} = I_{доп} K_t.$$

Коэффициент K_t можно определить по формуле

$$K_t = \sqrt{\frac{t' - t'_0}{t_{доп} - t_0}},$$

где t' — температура жилы провода (кабеля); t'_0 — температура окружающей среды при данных условиях.

При прокладке нескольких кабелей параллельно учитывают поправочный коэффициент $K_п$ уменьшения допустимой токовой нагрузки на кабели, прокладываемые рядом.

$$I_{доп.п} = I_{доп} K_п.$$

При повторно-кратковременном, кратковременном и других подобных режимах работы электроприемников (общая продолжительность цикла до 10 мин, продолжительность рабочего периода не более 40 мин) в качестве расчетной токовой нагрузки для проверки площади сечения проводников по нагреву принимают токовую нагрузку, приведенную к длительному режиму. При этом для медных проводников с площадью сечения до 6 мм² и для алюминиевых проводников с площадью сечения до 10 мм² токовые нагрузки принимают как для установок с длительным режимом работы.

Для медных проводников с площадью сечения более 10 мм² и для алюминиевых проводников с площадью сечения более 16 мм² токовые нагрузки принимают путем умножения на коэффициент 0,875/ПВ.

Для кабелей с бумажной пропитанной изоляцией напряжением 10 кВ и ниже перегрузку учитывают только для случаев, когда она возможна по условиям технологического процесса или режима эксплуатации. При этом если в нормальном длительном режиме работы наибольшая нагрузка не превышает 80% полного длительно допустимого тока по нагреву, то допускается на время ликвидации аварийного режима кратковременная перегрузка до 130% продолжительностью не более 6 ч/сут в течение 5 сут.

Нулевые проводники в четырехпроводной системе трехфазного тока должны иметь проводимость не менее 50% фазных проводов.

Определение площади сечений проводов по допустимой потере напряжения в сети. Сети строительной площадки обычно рассчитывают исходя из допустимых потерь напряжения в сети, определяемых путем сопоставления потерь и отклонений напряжения.

Площадь сечения проводов трехфазной линии, выполненных из цветного металла, определяют следующим образом. Задаваясь значением индуктивного сопротивления одного километра линии $x_0 = 0{,}35...0{,}4$ Ом/км, определяют приближенно потерю напряжения в индуктивном сопротивлении линии $\Delta u_р$:

$$\Delta u_р = \sqrt{3}\, x_0 \Sigma I_р l.$$

Затем определяют допустимую потерю напряжения в активном сопротивлении линии $\Delta u_а$:

$$\Delta u_а = \Delta u_{доп} - \Delta u_р.$$

Если линия не имеет ответвлений и площадь сечения вдоль всей линии принимается одинаковой, то площадь сечения проводов линий определяют по формуле

$$F = \frac{\sqrt{3}\sum I_a l}{\gamma \Delta U_a} \text{ или } F = \frac{\sum Pl}{\gamma \Delta u_a U_н},$$

где I_a — активный ток; l — длина линии; γ — удельная проводимость; Δu_a — потеря напряжения в активном сопротивлении; P — активная мощность в линии; $U_н$ — номинальное напряжение сети.

Результат округляют до ближайшего стандартного.

Электрические сети чаще всего выполняют проводами различных сечений: к концу линии сечения уменьшаются, так как уменьшаются токи, протекающие по линии. При одном и том же значении допустимой потери напряжения можно иметь несколько вариантов сечений проводов линии. В одном из них будет наименьший расход металла.

При расчете линии на минимум расхода металла допустимую потерю напряжения на n-м участке радиальной линии неразветвленной сети $\Delta u_{доп.п}$ определяют по формуле

$$\Delta u_{доп.п} = \Delta u_{доп} \frac{l_п \sqrt{I_{ап}}}{\sum l \sqrt{I_a}}.$$

1.6. Инвентарные электротехнические устройства предназначены для приема и распределения электрической энергии на строительной площадке, защиты магистральных линий от перегрузок и токов короткого замыкания.

Комплектная трансформаторная подстанция наружной установки КТПН (ТУ 400-2/7-24-72) имеет автоматическое компенсирующее устройство. *Мощность трансформатора* до 400 кВ·А, первичное напряжение 6—10 кВ, вторичное — 0,4; 0,23 кВ.

Автоматическое компенсирующее устройство АИКУ имеет габаритные размеры 3500×2700×2700 мм.

Распределительный шкаф РШ-100 наружной установки позволяет подключать один однофазный потребитель до 100 А, два трехфазных до 20 А и один однофазный до 10 А к сети 380/220 В. Максимальная пропускная мощность 60 кВт. Габаритные размеры 480×270×740 мм, масса 35 кг.

Инвентарное вводно-распределительное устройство ИВРУ-1 наружной установки предназначено для отключения одной отходящей линии до 400 А к сети 380/220 В. Габаритные размеры 1840××940×900 мм, масса 169 кг.

Шкаф ВШ-150 наружной установки для подключения строящегося объекта к сети 380/220 В и учета расхода активной энергии позволяет подключать один однофазный потребитель до 10 А, три трехфазных до 20 А и один трехфазный до 150 А. Максимальная пропускная мощность до 100 кВт. Шкаф смонтирован на салазках. Габаритные размеры 1000×400×1450 мм, масса 80 кг.

Шкаф ВРШ-400 наружной установки для подключения строящегося объекта к сети 380/220 В и учета расхода активной и реактивной энергии позволяет подключать четыре трехфазных потребителя: два до 100 А и два до 250 А; три трехфазных — два до 20 А и один однофазный до 10 А через штепсельную розетку А-700. Максимальная пропускная мощность до 250 кВт, максимальный ток 400 А. Габаритные размеры 650×1000×1450 мм, масса 135 кг.

Щит МРШ-4У наружной установки на четыре отходящие линии для подключения строящегося объекта к сети 380/220 В, учета активной и реактивной энергии имеет максимальную пропускную мощность 375 кВт, максимальный ток 600 А. Габаритные размеры 1000×375×1880 мм, масса 279 кг.

Инвентарное вводно-распределительное устройство ИВРУ-4Б наружной установки на четыре отходящие линии для подключения строящегося объекта к сети 380/220 В, учета расхода активной и реактивной энергии снабжено автоматами А-3124 и А-3134 и вводным рубильником РБ-34. Включение мелких потребителей осуществляется через трехфазные розетки А-700, контроль напряжения — вольтметром Э-378 с вольтметровым переключателем. Габаритные размеры 950×350×1800 мм, масса 213 кг.

Распределительный шкаф РШ-4 наружной установки предназначен для распределения электрической энергии на строительной площадке в сети 380/220 В. В шкафу установлен вводный рубильник на 250 А, для защиты отходящих линий смонтировано четыре автомата А-3124. Включение мелких токоприемников осуществляется через две трехфазные розетки А-700. Максимальная подключаемая мощность 120 кВт. Габаритные размеры 580×350×1600 мм, масса 126 кг.

Распределительный шкаф РШ-400 наружной установки предназначена для подключения трехфазных потребителей (четыре до 100 А, один до 250 А, три до 10 А) и одного однофазного потребителя до 10 А через штепсельное соединение. Максимальная подключаемая мощность 250 кВт, максимальный ток 400 А. Шкаф смонтирован на салазках. Габаритные размеры 1000×470×1450 мм, масса 90 кг.

Вводно-распределительный шкаф ВРШ-150 наружной установки предназначен для подключения пяти трехфазных потребителей до 100 А, пяти трехфазных потребителей до 20 А и одного однофазного потребителя до 10 А. Габаритные размеры 1315×400×1450 мм.

Силовой ящик кранов СЯК-100 и СЯК-250 наружной установки используют для подключения кранов в качестве главного рубильника. Габаритные размеры 545×270×700 мм, масса 40 кг.

Инвентарная распределительная сборка ИСБ-8 на 8 групп для подключения электроприводов строительных машин, понижающих трансформаторов и ручных электрических машин имеет максимальную подключаемую мощность 80 кВт. Габаритные размеры 520×430×1450 мм, масса 86 кг.

Универсальный пункт подключения УПП-3 для подключения строительных машин, сварочных и понижающих трансформаторов снабжен вводным рубильником на 250 А, тремя группами предохранителей на 60 А и тремя автоматами АБ-25. Включение мелких потребителей осуществляется через три розетки А-700 и три однофазные розетки. Максимальная подключаемая мощность 80 кВт. Габаритные размеры 550×500×1200 мм, масса 50 кг.

Щиток-барабан ШБ-220/36 В (ШБ-220/12 В) внутренней установки представляет собой переносной барабан с трансформатором ОСО-0,25. К щитку подключают три потребителя на напряжение 36 или 12 В и два потребителя на напряжение 220 В. На барабан наматывается кабель 3×1,5 мм² длиной 25 м. Габаритные размеры 640×300×450 мм, масса 25 кг.

Телескопическая стойка ИС-1/1 (ИС-1/2) предназначена для монтажа электрических аппаратов и осветительных устройств, применяемых при монтажных и отделочных работах. Стойку устанавли-

вают между перекрытиями. Она разработана в двух модификациях: ИС-1/1 — для помещений высотой 2,5 м и ИС-1/2 — для помещений высотой 3,5 м. Масса 6,8 и 7,5 кг.

Инвентарное компенсирующее устройство ИКУ-80 наружной установки, предназначенное для повышения коэффициента мощности в электросетях строительной площадки напряжением 380/220 В, имеет восемь конденсаторов КМ-0,4. Мощность батареи конденсаторов до 80 квар. Конструкция смонтирована на салазках. Габаритные размеры 1060×1000×2050 мм, масса 411 кг.

Инвентарный конденсаторный шкаф ИКШ-50 предназначен для повышения коэффициента мощности в сети строительной площадки напряжением 380/220 В. Мощность конденсаторной батареи 50 квар. Габаритные размеры 1150×675×1600 мм, масса 150 кг.

Промежуточная деревянная опора на железобетонном подножнике ПЖ предназначена для монтажа инвентарных линий электропередачи до 10 кВ. Опора позволяет выполнять поворот ЛЭП на угол до 5° в плане. Габаритные размеры подножника 2400×1600×400 мм, масса 3550 кг. Общая масса опоры 3900 кг.

Деревянная опора УЖ (угловая, анкерная, концевая на железобетонном подножнике) предназначена для монтажа инвентарных линий электропередачи напряжением до 10 кВ. Опора допускает поворот ЛЭП на угол до 45° в плане. Габаритные размеры подножника 1600×1600×400 мм, высота опоры 8400 мм. Масса подножника 2550 кг, полная масса опоры в сборе 2900 кг.

2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК

2.1. Воздушные линии электропередачи. *Электрический расчет.* Воздушные линии электропередачи строительной площадки обычно рассчитывают исходя из допустимых потерь напряжения в сети, которые определяют допустимыми пределами отклонений напряжения на зажимах электроприемников.

Выбранные по допустимой потере напряжения сечения проводов проверяют:

1) по длительно допустимой температуре нагрева проводов;

2) по условию надежного срабатывания максимальной токовой защиты на трансформаторной подстанции при замыкании фазного провода на зануленную часть или нулевой провод. Сопротивление цепи «фаза — нуль» должно быть таким, чтобы ток короткого замыкания был равен:

$$I = U_{\text{н.ф}}/(z_{\text{т}} + z) \geqslant I_{\text{н.з}}\, n,$$

где $U_{\text{н.ф}}$ — номинальное фазное напряжение сети, В; $z_{\text{т}}$ — расчетное сопротивление трансформатора, Ом; z — полное сопротивление цепи «фаза — нуль» от выводов обмотки низшего напряжения трансформатора до наиболее удаленной точки сети, Ом; $I_{\text{н.з}}$ — номинальный ток защитного элемента (расцепителя или плавкой вставки), А; n — коэффициент запаса, равный: для автомата с обратно зависимой от тока характеристикой — 3; для предохранителя — 3; для автомата, имеющего только мгновенный электромагнитный расцепитель, с номинальным током до 100 А — 1,4; с большими токами — 1,2;

3) на допустимые колебания напряжения при пуске короткозамкнутых двигателей по условиям запуска двигателей и предотвращения опрокидывания работающих.

Потери напряжения в трансформаторе и воздушной линии при пуске асинхронного двигателя (%) вычисляют по приближенным формулам:

$$\Delta U = 100 z_{\text{с}}/(z_{\text{с}} + z_{\text{э.п}}); \quad z_{\text{с}} = z_{\text{л}} + z_{\text{т}}; \quad z_{\text{э.п}} = U_{\text{н}} \sqrt{3}\, \kappa I_{\text{н}},$$

где $z_{\text{л}}$ — полное сопротивление линии (табл. 14), Ом; $z_{\text{т}}$ — полное сопротивление короткого замыкания трансформатора (табл. 15); $z_{\text{э.п}}$ — полное сопротивление короткого замыкания асинхронного двигателя, Ом; $U_{\text{н}}$ — номинальное напряжение сети, В; $I_{\text{н}}$ — номинальный ток электродвигателя, А; κ — кратность пускового тока электродвигателя.

14. Сопротивление петли «фаза — нуль» линии 380/220 В

Площадь сечения, мм²:					
фаза	16	25	25	35	35
нуль	16	16	25	16	35
Сопротивление, Ом/км	4,03	3,34	2,66	3	1,96

15. Расчетные сопротивления току однофазного к. з. трансформаторов типа ТМ со схемой соединения обмоток «звезда — звезда с нулем»

Номинальная мощность, кВ·А	16	20	25	30	40	50	63	100	160	180
Расчетное сопротивление, Ом	1,54	1,44	1,2	1,11	0,86	0,72	0,54	0,36	0,23	0,2

Потеря напряжения ΔU в проводах трехфазной линии с алюминиевыми и сталеалюминиевыми проводами:

$$\Delta U = Sl\,(R\cos\varphi + x\sin\varphi)/U_{\text{н}},$$

где S — нагрузка линии, кВ·А; l — длина линии, км; R — активное сопротивление проводов, Ом/км; $U_{\text{н}}$ — номинальное напряжение сети, кВ.

Потерю напряжения (в %) определяют по формуле

$$\Delta U\% = 100\Delta U/U_{\text{н}}.$$

Пропускную способность линии (кВ·А) при известных $U_{\text{н}}$, $\Delta U\%$ и $(R\cos\varphi + x\sin\varphi)$ определяют по формуле

$$S = 10U_{\text{н}}^2\, \Delta U,\ \%/l\ (R\cos\varphi + x\sin\varphi).$$

Для линии, выполненной стальными проводами, потеря напряжения составит

$$\Delta U = Sl\,[R\cos\varphi + (x_{\text{внутр}} + x_{\text{внешн}})\sin\varphi]/U_{\text{н}},$$

где $x_{\text{внутр}}$ — внутреннее индуктивное сопротивление стальных проводов, зависимое от тока нагрузки, Ом/км; $x_{\text{внешн}}$ — внешнее индуктивное сопротивление стальных проводов, Ом/км.

Значения $x_{\text{внутр}}$ и $x_{\text{внешн}}$ для линий 6—10 кВ приведены в табл. 16 и 17.

16. Сопротивления стальных многопроволочных проводов (Ом/км) линии 6—10 кВ

Ток, А	ПС-25, ПМС-25		ПС-35, ПМС-35		ПС-50, ПМС-50		Ток, А	ПС-25, ПМС-25		ПС-35, ПМС-35		ПС-50, ПМС-50	
	активное	внутреннее индуктивное	активное	внутреннее индуктивное	активное	внутреннее индуктивное		активное	внутреннее индуктивное	активное	внутреннее индуктивное	активное	внутреннее индуктивное
1	5,25	0,54	3,66	0,33	2,75	0,23	20	6,7	1,63	4,4	1,04	2,85	0,42
1,5	5,26	0,55	3,66	0,34	2,75	0,23	25	6,97	1,91	4,89	1,32	2,95	0,49
2	5,27	0,55	3,66	0,35	2,75	0,24	30	7,1	2,01	5,21	1,5	3,1	0,59
3	5,28	0,56	3,67	0,36	2,75	0,25	35	7,1	2,06	5,36	1,64	3,25	0,69
4	5,30	0,59	3,69	0,37	2,75	0,25	40	7,02	2,09	5,35	1,69	3,4	0,8
5	5,32	0,63	3,7	0,4	2,75	0,26	45	6,92	2,08	5,3	1,71	3,52	0,91
6	5,35	0,67	3,71	0,42	2,75	0,27	50	6,85	2,07	5,25	1,72	3,61	1
7	5,37	0,7	3,73	0,45	2,75	0,27	60	6,7	2	5,13	1,7	3,69	1,1
8	5,4	0,77	3,75	0,48	2,76	0,28	70	6,6	1,9	5	1,64	3,73	1,14
9	5,45	0,84	3,77	0,51	2,77	0,29	80	6,5	1,79	4,89	1,57	3,7	1,15
10	5,5	0,93	3,8	0,55	2,78	0,3	90	6,4	1,73	4,78	1,5	3,68	1,14
15	5,97	1,33	4,02	0,75	2,8	0,35	100	6,32	1,67	4,71	1,43	3,65	1,13

Примечание. Внешнее индуктивное сопротивление для проводов марок ПС-25 и ПМС-25 составляет 0,394 Ом/км, марок ПС-35 и ПМС-35 — 0,372 Ом/км, марок *ПС-50* и *ПМС-50* — 0,363 Ом/км.

17. Активное и индуктивное сопротивления (Ом/км) стальных однопроволочных проводов линии 6—10 кВ

Ток, А	ПСО-4		ПСО-5	
	активное	внутреннее индуктивное	активное	внутреннее индуктивное
1,5	12,3	2,82	7,9	2,13
2	12,5	4,38	8,35	3,58
3	13,4	7,9	9,5	6,45
4	14,3	9,7	10,8	8,1
5	15,5	11,5	12,3	9,7
6	16,5	12,5	13,8	11,2
7	17,3	13,2	15	12,3
8	18	14,2	15,4	13,6
9	18,1	14,3	15,2	13,1
10	18,1	14,3	14,6	12,4
15	17,3	13,3	13,6	11,4
20	—	—	12,7	10,5

Примечание. Внешнее индуктивное сопротивление для провода марки ПСО-4 составляет 0,41 Ом/км, марки ПСО-5 — 0,4 Ом/км.

Потери напряжения для линии, выполненной стальными проводами, приведены в табл. 18 и 19.

Потери напряжения в проводах марок А-16...А-50 линии 380/220 В можно определить по номограммам на рис. 6.

Значения ($R\cos\varphi + x\sin\varphi$) для алюминиевых и сталеалюминиевых проводов линий 6—10 кВ приведены в табл. 20.

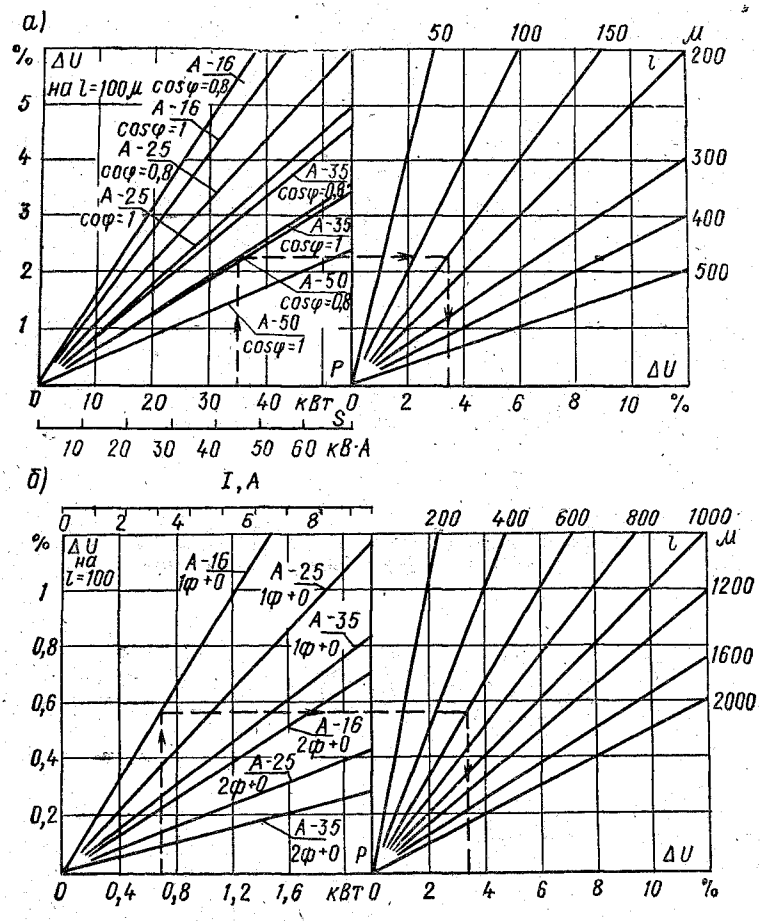


Рис. 6. Номограммы для определения потери напряжения в проводах марок А-16... А-50 четырехпроводной линии напряжением 380/220 В (3ф+0) (*а*) и в проводах марок А-16, А-25 и А-35 трехпроводной линии 2×220 В (2ф+0) и двухпроводной 220 В (1ф+0) (*б*)

18. Потери напряжения (В/км) трехфазной линии 6—10 кВ со стальными многопроволочными проводами

Ток, А	ПС-25	ПМС-25	ПС-35	ПМС-35	ПС-50	ПМС-50
	при cos φ					
	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9
10	90	95,7	62,1	65,1	45,5	48,4
15	151	159	100	107	69,9	73,9
20	224	240	152	159	95,4	100
25	305,5	315	213	222	124	131
30	370	386	278	288	158	166
40	495	515	382	396	236	246
50	605	620	474	488	321	332
60	705	735	556	574	398	411
70	809	840	632	652	470	487
80	905	945	702	726	540	553
90	1000	1040	772	797	600	617
100	1070	1140	840	870	662	681

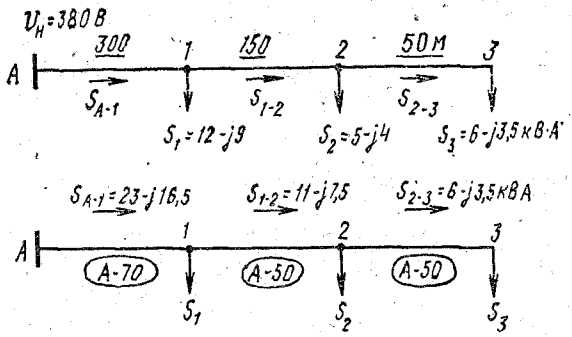
19. Потери напряжения (В/км) трехфазной линии 6—10 кВ со стальными однопроволочными проводами

Ток, А	ПСО-4 при cos φ		ПСО-5 при cos φ		Ток, А	ПСО-4 при cos φ		ПСО-5 при cos φ	
	0,8	0,9	0,8	0,9		0,8	0,9	0,8	0,9
2	48	46	33	32	10	404	393	336	324
4	121	120	95	94	15	573	562	466	451
6	218	210	187	182	20	—	—	583	560
8	321	313	287	276					

20. Значения ($R\cos\varphi + x\sin\varphi$) для алюминиевых и сталеалюминиевых проводов линии 6—10 кВ, Ом/км

	cos φ=0,8	cos φ=0,9
Алюминиевые провода:		
А-25	1,26	1,33
А-35	0,97	1
А-50	0,74	0,74
А-70	0,59	0,58
А-95	0,49	0,46
А-120	0,43	0,4
Сталеалюминиевые провода:		
АС-16	1,9	2,04
АС-25	1,34	1,41
АС-35	0,91	0,93
АС-50	0,74	0,75

Пример 1. Определить сечения проводов воздушной линии трехфазного переменного тока напряжением 380 В для двух случаев: а) сечение проводов на всех участках сети одинаковое; б) сечение проводов ступенчатое. Провода сталеалюминиевые; среднее расстояние между проводами фаз 600 мм. Допустимая максимальная потеря напряжения в сети 5%. На рисунке указаны длины участков сети в метрах и нагрузки в киловаттах и киловольт-амперах реактивных.



1. Определим допустимую потерю напряжения:

$$U_{доп} = \frac{U_н\, U_{доп}\,\%}{100} = \frac{380 \cdot 5}{100} = 19 \text{ В}.$$

2. Находим мощности по участкам:

$$\dot{S}_{2-3} = S_3 = 6 - j3{,}5;$$

$$S_{1-2} = S_3 + S_2 = 11 - j7{,}5;$$

$$\dot{S}_{A-1} = \dot{S}_3 + \dot{S}_1 = 23 - j16{,}5.$$

3. Задаемся реактивным сопротивлением 1 км линии $x_0 = 0{,}35$ Ом/км и определяем потерю напряжения от реактивной составляющей мощности:

$$\Delta U_{pA-3} = \frac{x_0 \sum_{i=1}^{n} Q_i\, l_i}{U_н} = \frac{0{,}35\,(16{,}5 \cdot 0{,}3 + 7{,}5 \cdot 0{,}15 \cdot 3{,}5 \cdot 0{,}05)}{0{,}38} = 7{,}72 \text{ В}.$$

4. Определяем допустимую потерю напряжения от активных составляющих мощности на линии А-3:

$$\Delta U_{a\,доп} = \Delta U_{доп} - \Delta U_{pA-3} = 19 - 7{,}72 = 11{,}28 \text{ В}.$$

5. Определяем сечение линии А-3, одинаковое на всей протяженности:

$$F = \frac{\sum_{1}^{n} Pl}{\gamma \Delta U_{a\,доп}^{'} U_н} = \frac{23 \cdot 300 + 11 \cdot 150 + 6 \cdot 50}{32 \cdot 11{,}28 \cdot 0{,}38} = 53{,}6 \text{ мм}^2.$$

Выбираем провод АС-70.

6. Для решения второго варианта примера, когда сечения участков сети выбираются различными, определяем допустимые потери в активных сопротивлениях по участкам:

$$\Delta U_{aA-1} = \Delta U_{a\,доп} \frac{l_{A-1}\sqrt{P_{A-1}}}{\sum_{i=1}^{n} l_i \sqrt{P_i}} =$$

$$= 11{,}28\,\frac{0{,}3\sqrt{23}}{0{,}3\sqrt{23}+0{,}15\sqrt{11}+0{,}05\sqrt{6}} = 7{,}9\text{ В};$$

$$\Delta U_{a1-2} = \Delta U_{a\,доп}\,\frac{l_{1-2}\sqrt{P_{1-2}}}{\sum_{i=1}^{n} l_i\sqrt{P_i}} =$$

$$= \frac{11{,}28\cdot 0{,}15\sqrt{11}}{0{,}3\sqrt{23}+0{,}15\sqrt{11}+0{,}05\sqrt{6}} = 2{,}71\text{ В};$$

$$\Delta U_{a2-3} = \Delta U_{a\,доп}\,\frac{l_{2-3}\sqrt{P_{2-3}}}{\sum_{i=1}^{n} l_i\sqrt{P_i}} =$$

$$= \frac{11{,}28\cdot 0{,}05\sqrt{6}}{0{,}3\sqrt{23}+0{,}15\sqrt{11}+0{,}05\sqrt{6}} = 0{,}67\text{ В}.$$

Общая потеря напряжения

$$\Delta U = 7{,}9 + 2{,}71 + 0{,}67 = 11{,}28\text{ В}.$$

7. Определяем площадь сечения проводов по участкам:

$$F_{a-1} = \frac{P_{A-1}\,l_{A-1}}{\gamma\Delta U_{aA-1}\,U_н} = \frac{23\cdot 300}{32\cdot 7{,}9\cdot 0{,}38} = 72\text{ мм}^2.$$

Выбираем провод АС-70.

$$F_{1-2} = \frac{P_{1-2}\,l_{1-2}}{\gamma\Delta U_{a1-2}\,U_н} = \frac{11\cdot 150}{32\cdot 2{,}71\cdot 0{,}38} = 50\text{ мм}^2.$$

Выбираем провод АС-50:

$$F_{2-3} = \frac{P_{2-3}\,l_{2-3}}{\gamma\Delta U_{a2-3}\,U_н} = \frac{6\cdot 0{,}05\cdot 1000}{32\cdot 0{,}67\cdot 0{,}38} = 37\text{ мм}^2$$

8. Определим затраты металла (проводов) по двум вариантам расчета. Масса 1 км провода: АС-70 — 275 кг, АС-50 — 196 кг.

Затраты металла при первом варианте расчета:

$$G_I = 3\cdot 0{,}5\cdot 275 = 412\text{ кг}.$$

Затраты металла при втором варианте расчета:

$$G_{II} = 3\cdot 0{,}3\cdot 275 + 3\cdot 0{,}2\cdot 196 = 366\text{ кг}.$$

Экономия металла:

$$\Delta G = 412 - 366 = 46\text{ кг, или } \Delta G,\ \% = \frac{46}{366}\,100 = 12\%.$$

Проверка сети на колебания напряжения при пуске электродвигателя. В момент пуска асинхронного короткозамкнутого двигателя на его зажимах допустимы колебания напряжения $V_{tпуск} \geqslant 30\%\ U_н$, если начальный момент приводного механизма не превышает $^1/_3$ номинального момента электродвигателя. При этом на зажимах любо-

го из работающих двигателей напряжение не должно снижаться больше, чем на 20% $U_н$ сети.

Потерю напряжения при пуске электродвигателя можно приближенно определить по формуле

$$\Delta U\,\% = \frac{z_с}{z_с + z_{э.п}},$$

где $z_{э.п}$ — полное сопротивление короткого замыкания асинхронного электродвигателя, Ом; $z_с$ — полное сопротивление сети для пуска электродвигателя от трансформатора.

Полное сопротивление короткого замыкания $z_{э.п}$ определяется по формуле

$$z_{э.п} = \frac{U_н}{\sqrt{3}\, kI_н},$$

где $U_н$ — номинальное напряжение; $I_н$ — номинальный ток; $к$ — кратность пускового тока.

Полное сопротивление сети $z_с$ определяют по формуле

$$z_с = z_л + z_{тр},$$

где $z_л$ — сопротивление линии; $z_{тр}$ — сопротивление трансформатора.

Сопротивление трансформатора

$$z_{тр} = \frac{U_к\,\%,\ U_н}{100\sqrt{3}\, I_н} = \frac{U_к\,\%,\ U^2_н}{100 S_н},$$

где $U_к\%$ — напряжение короткого замыкания трансформатора; $U_н$ — номинальное напряжение; $I_н$ — номинальный ток.

При пуске асинхронного электродвигателя от синхронного генератора полное сопротивление сети составит

$$z'_с = z_л + z_г,$$

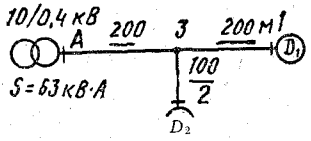
где $z_л$ — сопротивление линии; $z_г$ — сопротивление генератора.

Сопротивление генератора можно определить по формуле

$$z_г = \frac{U_н}{\sqrt{3} I_н\, k_{о.к.з}},$$

где $U_н$ — номинальное напряжение; $I_н$ — номинальный ток; $к_{о.к.з}$ — отношение замыкания генератора.

Пример 2. Определить колебания напряжения при запуске одного из двигателей, подключенных к сети, изображенной на рисунке. Двигатели короткозамкнутые асинхронные мощностью по 14 кВт, напряжение 380 В, коэффициент полезного действия $\eta = 0{,}87$, кратность пускового тока $k = 7$, коэффициент мощности $\cos\varphi = 0{,}9$, коэффициент загрузки = 1. Мощность трансформатора 63 кВ·А, напряжение 10/0,4 кВ. Сеть выполнена проводом А-50.



1. Номинальный ток электродвигателя

$$I_н = \frac{P_н}{\sqrt{3}\,U_н\,\eta\cos\varphi} = \frac{14}{1{,}73\cdot0{,}38\cdot0{,}87\cdot0{,}9} = 27\text{А}.$$

2. Полное сопротивление короткого замыкания двигателя

$$z_{э.п} = \frac{U_н}{\sqrt{3}\,I_н\,k} = \frac{380}{1{,}73\cdot27\cdot7} = 1{,}16\ \text{Ом}.$$

3. Сопротивления проводов А-50

$$r_0 = 0{,}64\ \text{Ом/км};\quad x_0 = 0{,}297\ \text{Ом/км};$$

$$z_0 = \sqrt{r_0^2 + x_0^2} = \sqrt{0{,}64^2 + 0{,}297^2} = 0{,}7\ \text{Ом/км};$$

$$z_{А-3} = z_0\,l_{А-3} = 0{,}7\cdot0{,}2 = 0{,}14\ \text{Ом};$$

$$z_{А-1} = z_{А-3} + z_{3-1} = 0{,}14 + 0{,}14 = 0{,}28\ \text{Ом};$$

$$z_{3-2} = z_0\,l_{3-2} = 0{,}7\cdot0{,}1 = 0{,}07\ \text{Ом};$$

$$z_{А-2} = z_{А-3} + z_{3-2} = 0{,}14 + 0{,}07\ \text{Ом}.$$

4. Сопротивление трансформатора:

$$z_{тр} = \frac{U_к\%\cdot U_н^2}{100 S_н} = \frac{4{,}5\cdot400^2}{63000\cdot100} = 0{,}114\ \text{Ом}.$$

5. Проверяем запуск двигателя Д:

а) колебания напряжения на двигателе $Д_1$:

$$z_{сА-1} = z_{тр} + z_л = 0{,}114 + 0{,}28 = 0{,}394\ \text{Ом};$$

$$V_{t1}\% = \frac{z_{сА-1}\cdot100}{z_{сА-1} + z_{э.п}} = \frac{0{,}394\cdot100}{0{,}394 + 1{,}16} = 25\% < 30\%;$$

б) колебания напряжения на двигателе $Д_2$ при запуске двигателя $Д_1$:

$$z_{сА-3} = z_{тр} + z_{ЛА-3} = 0{,}114 + 0{,}14 = 0{,}254\ \text{Ом};$$

$$\Delta U_{А-3}\% = \frac{z_{сА-3}\cdot100}{z_{сА-3} + z_{э.п}} = \frac{0{,}254\cdot100}{0{,}254 + 1{,}16} = 18\%.$$

6. Проверяем запуск двигателя $Д_2$:

$$z_{сА-2} = 0{,}114 + 0{,}21 = 0{,}324\ \text{Ом};$$

$$V_{t2}\% = \frac{0{,}324\cdot100}{0{,}324 + 1{,}16} = 21{,}8\% < 30\%.$$

Колебания напряжения на двигателе $Д_1$ составят:

$$V'_{t1}\,\% = 18\% < 20\%.$$

Типовые опоры (табл. 21—28, рис. 7—13).

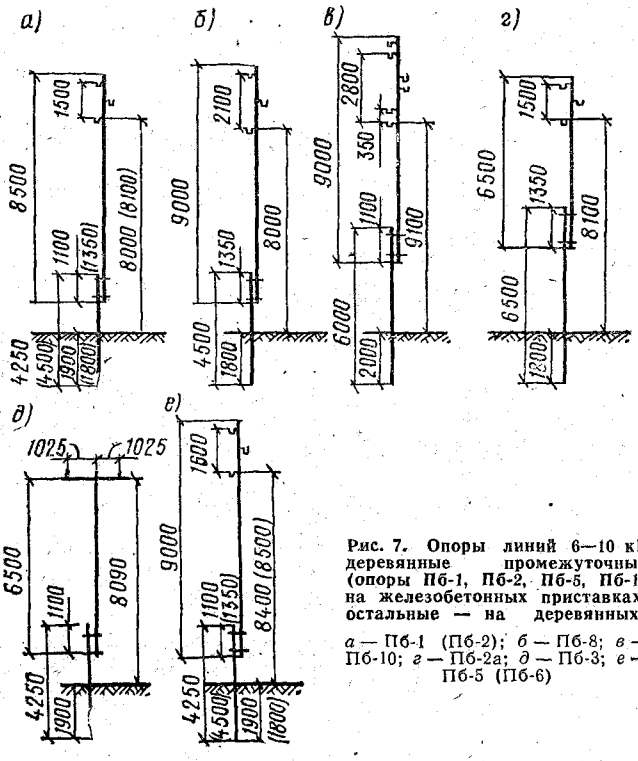


Рис. 7. Опоры линий 6—10 кВ деревянные промежуточные (опоры Пб-1, Пб-2, Пб-5, Пб-10 на железобетонных приставках, остальные — на деревянных)

а — Пб-1 (Пб-2); *б* — Пб-8; *в* — Пб-10; *г* — Пб-2а; *д* — Пб-3; *е* — Пб-5 (Пб-6)

21. Область применения деревянных опор ВЛ 6—10 кВ

Шифр опор	Ветровой район	Толщина стенки гололеда, мм
Пб-1, Пб-2, Пб-11	I, II, III, IV	5, 10
АПб-4, ОПб-4	I, II	5, 10
ППб-1, ППб-2, ОПб-1, ОПб-3, АПб-1	I, II	5, 10
АПб-3, УАПб-1, УАПб-3, УАПб-4	III, IV	5, 10, 15
Пб-10, Пб-14	I, II, III, IV	5, 10, 15, 20
Пб-8	III, IV	15, 20

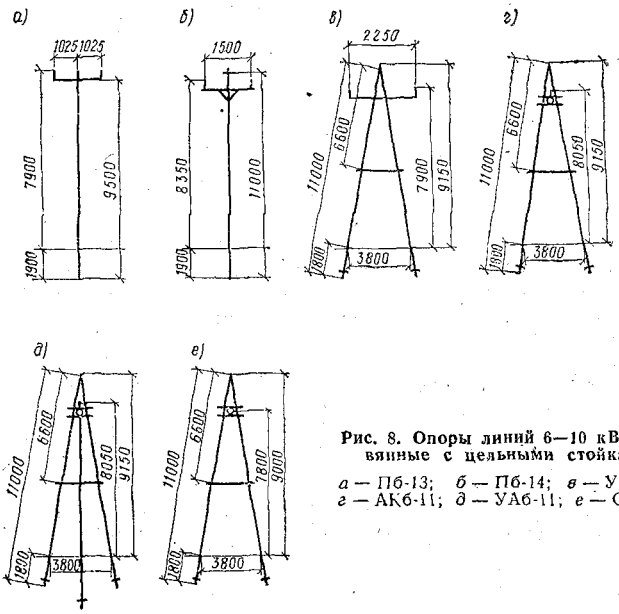


Рис. 8. Опоры линий 6—10 кВ деревянные с цельными стойками

а — Пб-13; *б* — Пб-14; *в* — УПб-11; *г* — АКб-11; *д* — УАб-11; *е* — ОАб-11

22. Средний срок службы непропитанных деревянных опор

Порода дерева	Срок службы, лет	Порода дерева	Срок службы, лет
Сосна	4—5	Ель	3—4
Лиственница	10—12	Дуб	6—8

23. Выбор диаметров бревен при замене сосны другими породами

Порода дерева	Диаметр бревна, см							
Сосна	16	18	20	22	24	26	28	30
Лиственница	16	17	19	21	23	25	27	29
Ель	16	18	20	22	24	26	28	30
Дуб	15	17	19	21	22	24	26	28
Пихта	18	20	22	24	26	28	30	33

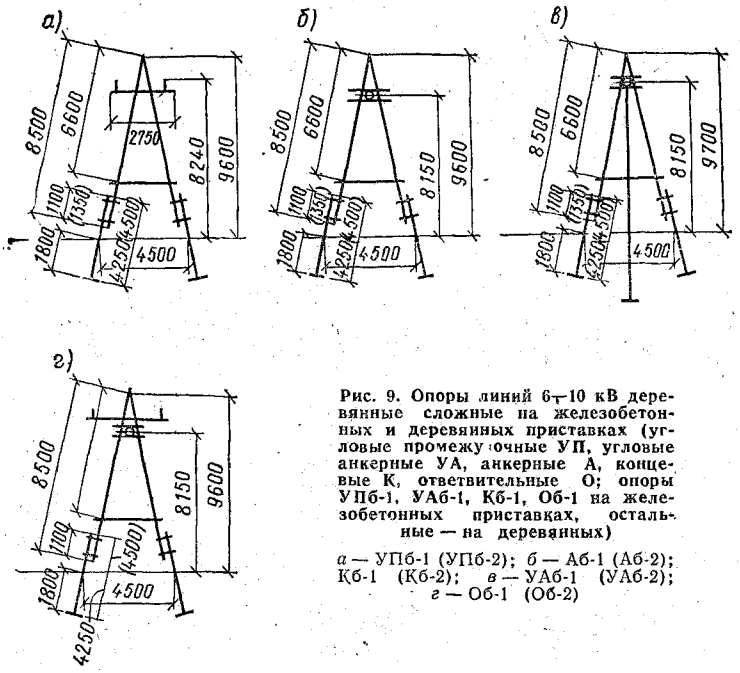


Рис. 9. Опоры линий 6—10 кВ деревянные сложные на железобетонных и деревянных приставках (угловые промежуточные УП, угловые анкерные УА, анкерные А, концевые К, ответвительные О; опоры УПб-1, УАб-1, Кб-1, Об-1 на железобетонных приставках, остальные — на деревянных)

а — УПб-1 (УПб-2); *б* — Аб-1 (Аб-2); Кб-1 (Кб-2); *в* — УАб-1 (УАб-2); *г* — Об-1 (Об-2)

24. Область применения железобетонных опор ВЛ 6—10 кВ

Шифр опор	Ветровой район	Толщина стенки гололеда, мм
ПБ-10-1Б, ПБ-10-2Б	I, II, III	5, 10, 15
ПБ-10-3Б, ПБ-10-4Б	I, II, III, IV	5, 10, 15, 20
ПБ-10-3Бм, ПБ-10-4Бм	V	5, 10, 15, 20
УП-10-1Б, УП-10-2Б, А-10-1Б, А-10-2Б, УА-10-1Б, УА-10-2Б, К-10-1Б, К-10-2Б, ОА-10-1Б, ОА-10-2Б	I, II, III	5, 10, 15

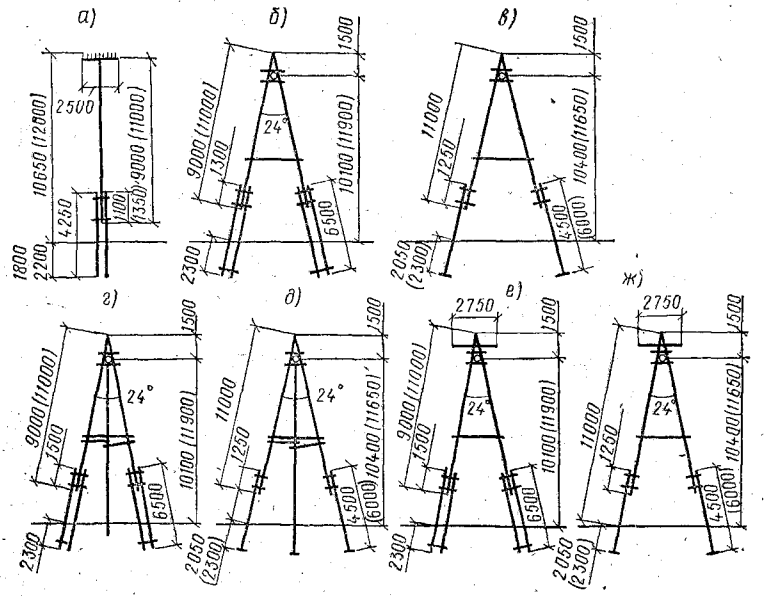


Рис. 10. Опоры линий 6—10 кВ деревянные повышенные для переходов через инженерные сооружения (промежуточные ПП, анкерные АП, угловые анкерные УАП; ответвительные ОП; (опоры ППб-1; ППб-2; АПб-2, АПб-4, УАПб-2, УАПб-4, ОПб-2 и ОПб-4 на железобетонных приставках, остальные — на деревянных)

а — ППб-1 (ППб-2); *б* — АПб-1 (АПб-3); *в* — АПб-2 (АПб-4); *г* — УАПб-1 (УАПб-3); *д* — УАПб-2 (УАПб-4); *е* — ОПб-1 (ОПБ-3); *ж* — ОПб-2 (ОПб-4)

25. Унифицированные железобетонные трапецеидальные приставки и ригели для деревянных опор ВЛ 6—10 кВ

Шифр приставки	Длина, м	Сечение, см	Масса, кг
$ПТ_{О}$-1,7-4,25	4,25	10×18×22	325
$ПТ_{О}$-2,2-4,25	4,25	10×18×22	325
$ПТ_{О}$-4,2-6,0	6	12×22×26,5	675
$ПТ_{И}$-2,2-4,25	4,25	10×18×23	343
Ригель $Р1_{Ж}$	5	10×11×17,5	20

26. Опоры, применяемые на ВЛ 380/220 В

Тип опоры, ее назначение и место установки	Деревянные			Железобетонные для районов	
	на приставках[1] из		из цельных стоек[2]	нормальных[3]	особо гололедных[4]
	железобетона	древесины			
Промежуточная для поддержания проводов на прямых участках трассы	Па-1, Па-2, Па-3	Па-4, Па-5, Па-6	Па-11, Па-11а, Па-12	П-04Б	Пг-0,4
Перекрестная для скрещивания двух линий, а также ответвления на прямых участках трассы				ПК-04Б	ППКг-0,4
Промежуточная переходная для поддержания проводов в местах пересечений с автодорогами II—IV категорий, ВЛ 380/220 В и линиями связи II и III классов	ППа-1, ППа-2, ППа-3, ППа-4	ППа-5, ППа-6, ППа-7, ППа-8	ППа-11	ППП-04Б	ППг-0,4
Концевая для восприятия тяжений проводов в начале и конце линии	КАа-1, КАа-2, КАа-3	КАа-4, КАа-5, КАа-6	КАа-11, КАа-11а, КАа-12, КАа-13	К-04Б	КСг-0,4, КАг-0,4
Анкерная для восприятия разности тяжения проводов при пересечении с различными объектами, а также в местах изменения количества проводов или их сечений на прямых участках трассы	КАа-1, КАа-2, КАа-3	КАа-4, КАа-5, КАа-6,	КАа-11, КАа-11а, КАа-12, КАа-13	А-04Б	АСг-0,4
Ответвительная для восприятия тяжений проводов в месте одностороннего или двустороннего ответвления	КАа-1, КАа-2, КАа-3	КАа-4, КАа-5, КАа-6	КАа-11, КАа-11а, КАа-12, КАа-13	ОА-04Б, ОПП-04Б	ОАг-0,4, ОПг-0,4
Угловая промежуточная для поддержания проводов и восприятия суммы тяжений в смежных пролетах в местах поворота трассы на угол до 60°	КАа-1, КАа-2, КАа-3	КАа-4, КАа-5, КАа-6	КАа-11, КАа-11а, КАа-12, КАа-13	—	УПСг-0,4
Угловая анкерная для восприятия разности тяжений проводов в смежных пролетах и в местах изменения направления трассы на угол до 90° и для использования в качестве переходных	УАа-1, УАа-2, УАа-3	УАа-4, УАа-5, УАа-6	УАа-11, УАа-11а, УАа-12, УАа-13	УА-1-04Б, УА-11-04Б	УАг-0,4

[1] Типовой проект № 3.407-49. Унифицированные деревянные опоры на железобетонных и деревянных приставках для одноцепных ВЛ 0,4; 6—10 и 35 кВ.
[2] Типовой проект № 3.407-32. Деревянные опоры воздушных линий электропередачи 0,4; 6—10 и 35 кВ с применением цельных стоек.
[3] Проект (для повторного применения). Железобетонные опоры для воздушных линий электропередачи до 1 кВ (на основе межотраслевой унификации).
[4] Проект (для повторного применения). Железобетонные опоры ВЛ 0,4 кВ для особо гололедных районов.

27. Размеры деревянных одностоечных опор, мм (см. рис. 15)

Марка опоры	$H_{ВЛ}$	$H_{РЦ}$	C	l_1	l_2	d_1	d_2	a	h_1
На железобетонных приставках (рис. 15, а)									
Па-1-1	7 200	5000	1000	6 500	4250	140	180×220	1050	1500
Па-1-2	7 200	5000	1000	7 500	3250	140	180×220	1050	1500
Па-2-1	7 200	5000	1600	8 500	3250	160	180×220	1050	1900
Па-2-2	7 200	5000	1600	7 500	4250	160	180×220	1050	1900
Па-3	7 400	5000	1400	7 500	4250	160	180×220	1050	1900
ППа-1	8 600	6700	1200	8 500	4250	160	180×220	1050	1900
ППа-2	8 700	6900	1600	9 900	4250	160	180×220	1050	1900
ППа-3	10 350	—	1200	8 500	6000	160	220×265	1050	1900
ППа-4	10 450	—	1600	9 000	6000	160	220×265	1050	1900
На деревянных приставках (рис. 15, а)									
Па-4	7 200	5000	1000	6 500	4500	140	200	1300	1500
Па-5	7 200	5000	1600	7 500	4500	160	220	1300	1900
Па-6	7 400	5000	1400	7 500	4500	160	220	1300	1600
ППа-5	8 600	6600	1200	8 500	4500	160	2×220	1300	1900
ППа-6	8 700	6900	1600	9 000	4500	160	2×220	1300	1900
ППа-7	10 600	—	1200	8 500	6500	160	2×220	1300	1900
ППа-8	10 700	—	1600	9 000	6500	160	2×220	1300	1900
Из цельных стоек (рис. 15, б)									
Па-11	7 200	5000	800	9 500	—	160	—	—	1500
Па-11а	7 200	5000	1000	10 000	—	160	—	—	1800
Па-12	7 400	5000	1600	11 000	—	160	—	—	2000
Па-13	7 600	5000	1400	11 000	—	160	—	—	2000
ППа-11	9 800	7 800	1200	13 000	—	160	—	—	2000
ППа-12	9 400	7 800	1600	13 000	—	160	—	—	2000

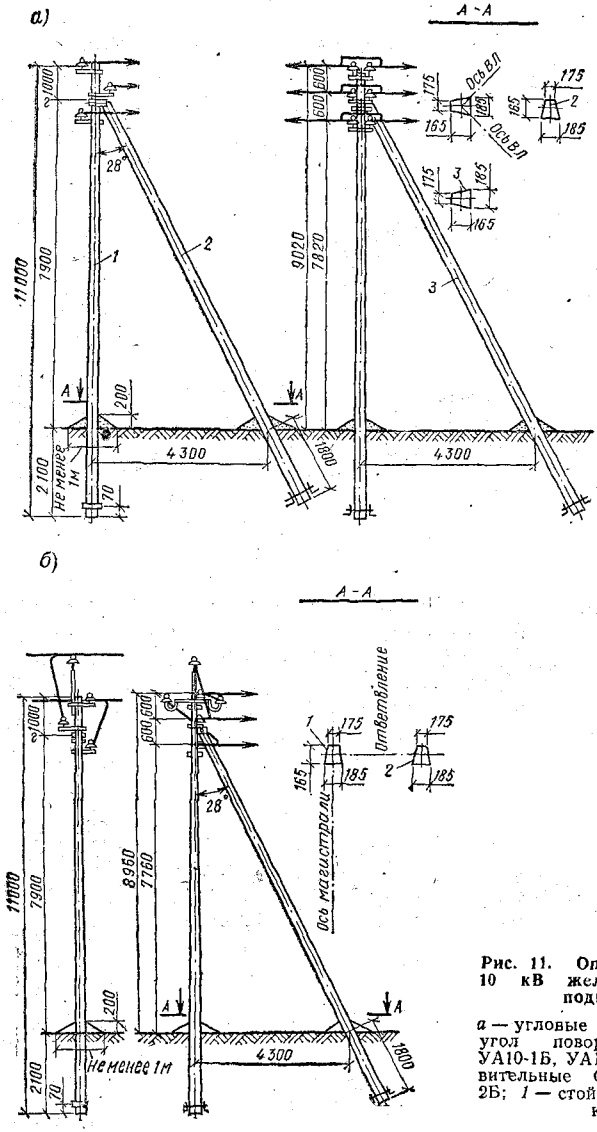


Рис. 11. Опоры линий 6—10 кВ железобетонные с подкосами

а — угловые анкерные на угол поворота до 60° УА10-1Б, УА10-2Б; *б* — ответвительные ОА10-1Б, ОА10-2Б; *1* — стойка; *2, 3* — подкосы

Рис. 12. Опоры линий 6—10 кВ железобетонные промежуточные (габарит подвески нижнего провода на опоре П10-3Бм 8750 мм, а на опоре П10-4Бм — 8720 мм)

а — П10-1Б (П10-3Б, П10-3Бм); *б* — П10-2Б (П10-4Б, П10-4Бм); *1* — стойка; *2* — траверса

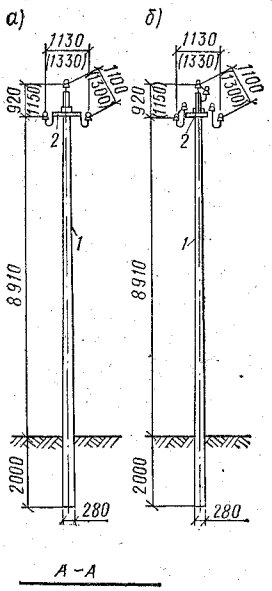
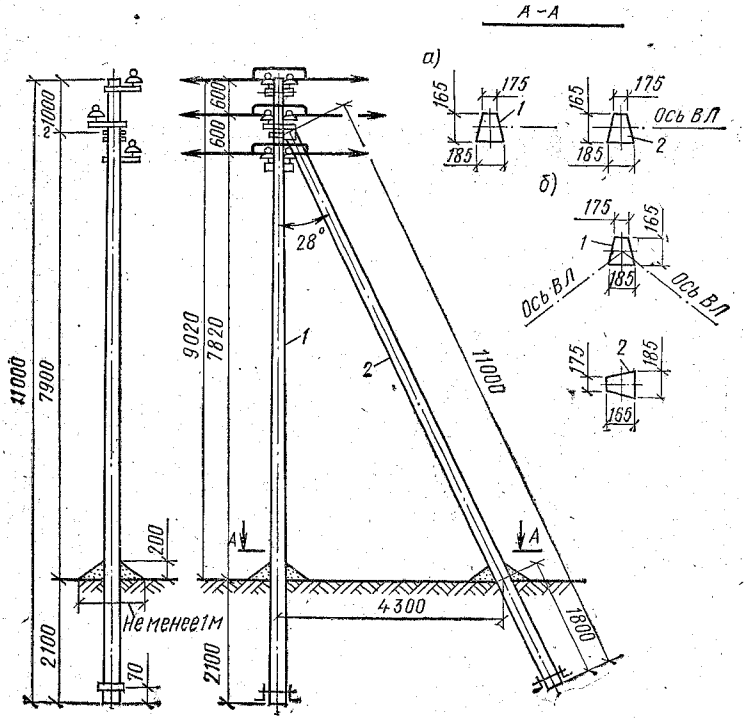


Рис. 13. Опоры линий 6—10 кВ железобетонные с подкосами К10-1Б, А10-1Б, УП10-1Б, К10-2Б, А10-2Б (концевые *К*, анкерные *А*, угловые промежуточные на угол поворота до 90° УП)

а — для анкерной и концевой опоры; *б* — для угловой промежуточной опоры; *1* — стойка; *2* — подкос



28. Размеры деревянных опор с подкосом, мм (см. рис. 15)

Марка опоры	$H_{ВЛ}$	$H_{РЦ}$	C	l_1	l_2	l_3	l_4	d_1	d_2	d_3	d_4	a	h_1	h_2	h_3
На железобетонных приставках (рис. 15, в)															
КАа-1-1	7200	5000	1000	7500	3250	6500	500	180	180×220	180	110×175	1050	1500	1430	1770
УАа-1-1								200							
КАа-1-2				6500	4250	5500		180							
УАа-1-2								200							
КАа-2	7300	5000	1600	7500	4250	6500	500	200	180×220	180	110×175	1050	1800	2200	2370
УАа-2								220							
КАа-3	7500	5000	1400	7500	4250	6500	500	180	180×220	180	110×175	1050	1800	2100	2170
УАа-3								200							
На деревянных приставках (рис. 15, в)															
КАа-4	7500	5000	1000	6500	4500	5500	500	180	200	180	180	1300	1500	1430	1770
УАа-4								200	220						

КАа-5	7300	5000	1600	7500	4500	6500	500	200	200	180	180	1300	2800	2000	2370
УАа-5								220	220						
КАа-6	7500	5000	1400	7500	4500	6500	500	180	200	180	180	1300	1800	2100	2170
УАа-6								200	220						

Из цельных стоек (рис. 15, г)

КАа-11	7200	5000	800	9500	—	8500	500	180	—	180	180	—	1500	1450	1570
УАа-11								200							
КАа-11а	7200	5000	1000	10 000	—	8500	500	180	—	180	180	—	1800	1450	1770
УАа-11а								200							
КАа-12	7400	5000	1600	11 000	—	9500	500	220	—	180	180	—	2000	2250	2370
УАа-12								240							
КАа-13	7600	5000	1400	11 000	—	9500	500	200	—	180	180	—	2000	2000	2170
УАа-13							500	240							

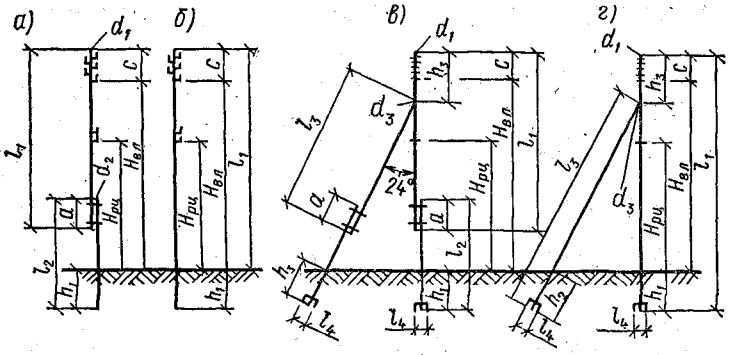


Рис. 14. Деревянные опоры ВЛ 380/220 В

а — одностоечная составная; *б* — одностоечная из цельной стойки; *в* — с подкосом составная; *г* — с подкосом из цельных стоек

Элементы воздушных линий электропередачи (табл. 29—35).

29. Технические характеристики штыревых изоляторов

Тип и марка	Номинальное напряжение, кВ	Размеры, мм			Разрушающая механическая нагрузка, Н	Масса, кг
		высота	диаметр тарелки	диаметр отверстия для штыря		
Фарфоровые:						
ШН-1	0,5	108	75	22	1500	0,7
ШН-1М	0,5	108	80	26,7	1200	0,7
ШЛН-1	0,5	98	88	23	1900	0,68
ШЛН-2	0,5	78	72	22	1200	0,38
ТФ-12	0,5	48	52	12	800	0,115
ТФ-16	0,5	61	58	16	1000	0,17
ТФ-20	0,5	78	70	20	1300	0,2
ШФ10-В	10	120	212	26	1400	2,8
ШФ35-Б	35	285	310	44	3000	11
Стеклянные:						
ШЖБ-10с	10	123	232	26	1400	2,4
ШСС-10	10	109	150	26	1400	1,35

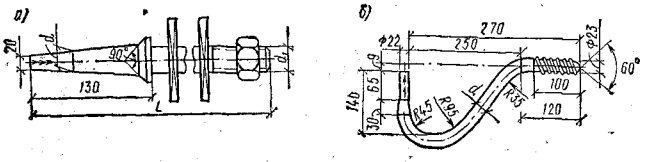


Рис. 15. Штырь типа ШН, ШУ (*а*) и крюк типа КВ (*б*)

30. Подвесные изоляторы

Марка	Длина пути утечки, мм	Размеры, мм			Масса, кг
		H	*D*	*d*	
ПС6-А	255	130	255	16	4,1
ПС-11	320	170	290	22	6,6
ПС16-А	360	180	320	20	9
ПС16-Б	350	170	280	20	7,9
ПС22-А	390	200	320	20	10,8
ПС30-А	350	217	320	24	14,2
ПФ6-А	285	167	270	16	6,5
ПФ6-Б	284	140	270	16	6
ПФ6-В	324	140	270	16	5,3
ПФЕ-11	384	183	320	20	9
ПФ16-А	365	173	280	20	8,6
ПФ20-А	420	194	350	20	12,8

Примечания: 1. В маркировке изоляторов буквы обозначают: П — подвесной, С — стеклянный; Ф — фарфоровый, а цифры показывают гарантированную электромеханическую нагрузку в тонно-силах. Буквы А, Б, В и т. д. означают изоляторы одинаковой прочности, но различного конструктивного исполнения.

2. Размеры: *H* — высота в гирлянде, *D* — наибольший диаметр, *d* — диаметр стержня.

31. Штыри и крюки для деревянных опор ВЛ 6—10 кВ (рис. 15)

Марка	*L*	*d*	d_1	Минимальная разрушающая нагрузка, МПа	Масса, кг	Марка	*L*	*d*	d_1	Минимальная разрушающая нагрузка, МПа	Масса, кг
ШН-21-Д	380	21	27	500	1	КВ-22	—	22	17	175	1,7
ШУ-24-Д	380	24	35	110	1,9	КВ-25	—	25	20	255	2,2
ШУ-24-М	235	24	35	1100	1,4	КВ-28	—	28	23	360	2,73

32. Поддерживающая и натяжная арматура

Наименование арматуры	Марка	Площадь сечения провода, мм²						Масса, кг
		М	А	АС	АСО	АСУ	ПС, ПМС канаты	
Зажим поддерживающий глухой	ПГ-1,5	25—30	25—50	25—35	—	—	25—35	1,2
	ПГ-2-6	70—95	50—95	50—70	—	—	50—95	1,4
	ПГН-3-5	120—185	120—185	95—185	150—185	120—185	—	1,5
	ПГН-4-4В	—	—	240—400	240—500	240—4000	—	3,7
Зажимы поддерживающие глухие для стальных проводов и канатов	ПГ-2-6А	—	—	—	—	—	50—75	1,7
	ПГ-2-10	—	—	—	—	—	35—50	2
	ПГ-1-10	—	—	—	—	—	95	4,84
	ПГ-1-11	—	—	—	—	—	75—95	3,7
Зажимы натяжные клиновые НК-1-1	С клином:							
	№ 1	16—25	16—25	—	—	—	—	1,2
	№ 2	35—50	35—50	—	—	—	—	1,2
	№ 3	70—95	70—95	—	—	—	—	1,2
Зажимы натяжные клиновые для стальных канатов и проводов НКК-1-1	С клином:							
	№ 1	—	—	19—50	—	—	—	1,6
	№ 2	—	—	19—50	—	—	25—60	1,8
Зажимы натяжные болтовые типа НБН	НБН-2-6	120	120—300	70—120	150	120—150	—	1500—5100
	НБН-3-6	150—240	—	150—240	185—240	185	—	6

33. Болтовой плашечный зажим

Зажим	Провод	Масса, кг
ПА-1-1	А-25, А-35, АС-16, АС-25	0,31
ПА-2-1	А-50, А-70, АС-35, АС-60	0,37
ПА-3-1	А-95, А-120	0,74

34. Овальные соединители, монтируемые скручиванием

Соединитель	Провод	Прочность заделки провода, кН	Масса, кг
СОАС-10-2А	АС-10	2,5	0,03
СОАС-16-2А	А-16, АС-16	4	0,05
СОАС-25-2А	А-25, АС-25	6	0,07
СОАС-35-2А	А-35, АС-35	9,5	0,09
СОАС-50-2А	А-50, АС-50	12,5	0,12
СОАС-70-2А	А-70, АС-70	18	0,18
СОАС-95-2А	А-95, АС-95	25	0,38

Примечание. Алюминиевые и сталеалюминиевые провода площадью сечения до 35 мм^2 скручивают монтажным приспособлением МИ-189 или МИ-189А, а провода площадью сечения 50—95 мм^2 — МИ-230А или МИ-190.

Монтаж воздушных линий. На опорах ВЛ допускается применять любое расположение проводов. Нулевой провод располагают ниже фазных проводов. Провода наружного освещения, прокладываемые на опорах совместно с проводами ВЛ, располагают под нулевым проводом.

Допускается совместная подвеска на опорах проводов ВЛ до 380 В с заземленной нейтралью и проводов радиотрансляционных

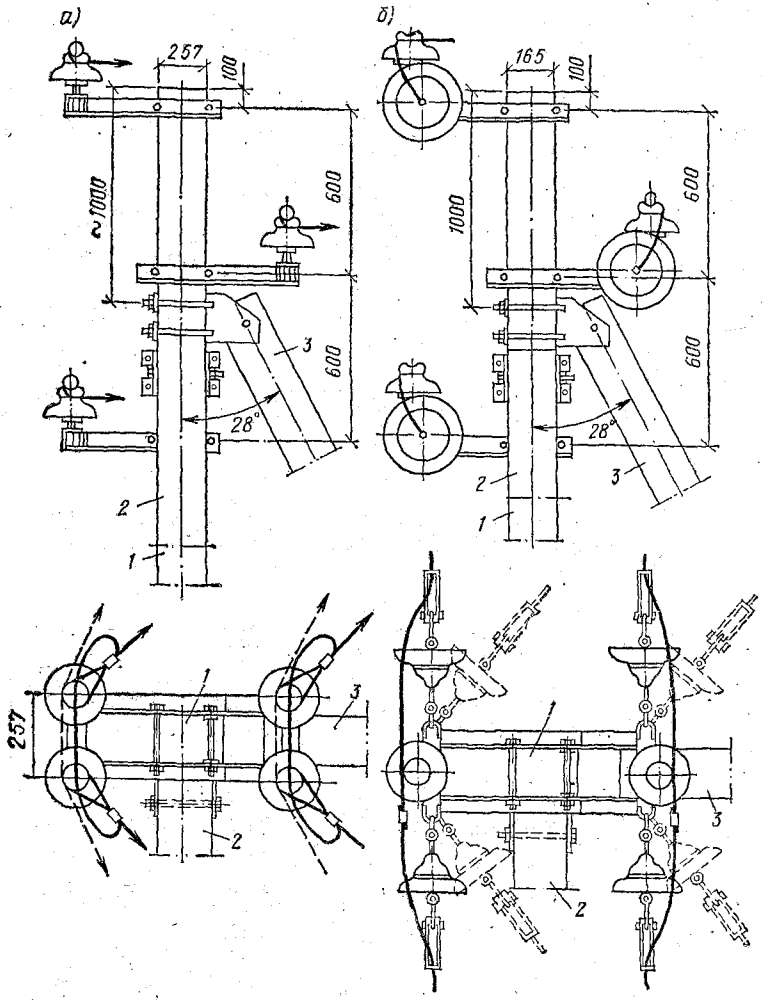


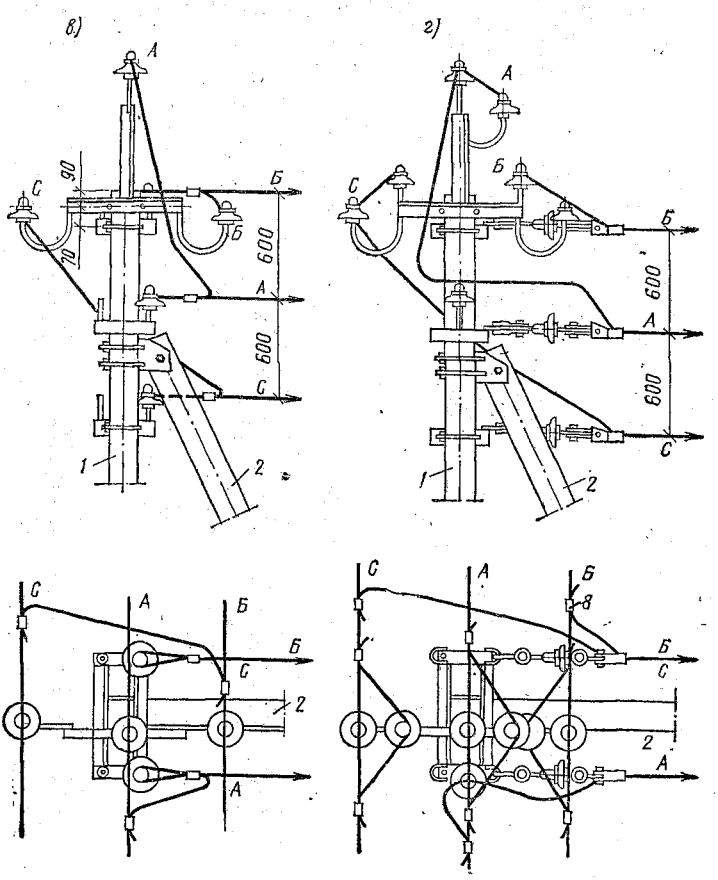
Рис. 16. Схемы крепления проводов на железобетонных

а — К10-1Б; А10-1Б; УП10-1Б; УА10-1Б; *б* — К10-2Б; А10-2Б; УП10-2Б; УА10-2Б; схемы для опор

сетей напряжением до 36 В, располагаемых ниже проводов ВЛ. Расстояние между нижним проводом сети и проводом радиотрансляционной сети должно быть на опоре 1,5 м, а в пролете—не менее 1 м. На рис. 16—18 показаны схемы крепления проводов.

Соединение проводов различной площади сечения или из различных металлов выполняют при помощи специальных переходных зажимов и только на опорах. Однородные провода соединяют термитной сваркой или соединительными зажимами.

Крюки и штыри опор ВЛ, ограничивающих пролет пересечения, а также опор, на которых выполнена совместная подвеска, должны быть заземлены.



опорах с подкосами линий 6—10 кВ

в — ОА10-1Б; *г* — ОА10-2Б; *1* — стойка; *2*, *3* — подкосы. Пунктиром показаны УП10-1Б и УП10-2Б

35. Овальные соединители

Провод	Диаметр провода, мм	Тип соединения	Размеры соединителя, мм: длина	внутренний диаметр по оси: малый	внутренний диаметр по оси: большой	Толщина стенки	Масса 1 шт., кг	Монтажные данные: Обжатие клещами МИ-19: число обжатий	расстояние от края до оси первого вжима, мм	расстояние между вжимами, мм	размер по вжиму после обжатия, мм	Опрессование прессом МГП-12: число опрессований	расстояние от края до оси первого вжима, мм	расстояние между вжимами, мм	размер по вжиму после опрессования, мм	Прочность заделки провода, МПа, не менее
Из алюминия																
А-16	5,1	СОА-16-1	106	6	12	1,7	0,025	6	18	28	10,5±1	3	20	33	10,0±1	2 300
А-25	6,4	СОА-25-1	116	7,2	14,4	1,7	0,035	6	18	32	12,5±1	3	23	35	12,5±1	3 500
А-35	7,5	СОА-35-1	136	8,5	17	1,7	0,04	6	23	36	14,0±1	3	25	43	15,0±1	4 700
А-50	9,0	СОА-50-1	185	10	20	1,7	0,055	8	22,5	40	16,5±1	4	30	42	18,5±1	6 600
А-70	10,7	СОА-70-1	205	11,6	23,2	1,7	0,07	8	22,5	44	19,5±1	4	30	48	22,0±1	9 300
А-95	12,4	СОА-95-1	274	13,4	26,8	1,7	0,1	10	29	48	23,0±1	6	30	43	26,0±1	13 000
А-120	12,4	СОА-120-1	294	16	30	2	0,15	10	30	52	26,0±1	6	30	47	29,5±1	15 200
Из стали																
ПС-25	5,6	СОС-25-1	112	7,2	14,4	1,8	0,063	6	16	32	10,5±0,5	—	—	—	—	12 800
ПС-35	7,8	СОС-35-2	126	8,5	17	1,8	0,08	6	18	36	16,0±0,5	6	12	30	10,8	18 100

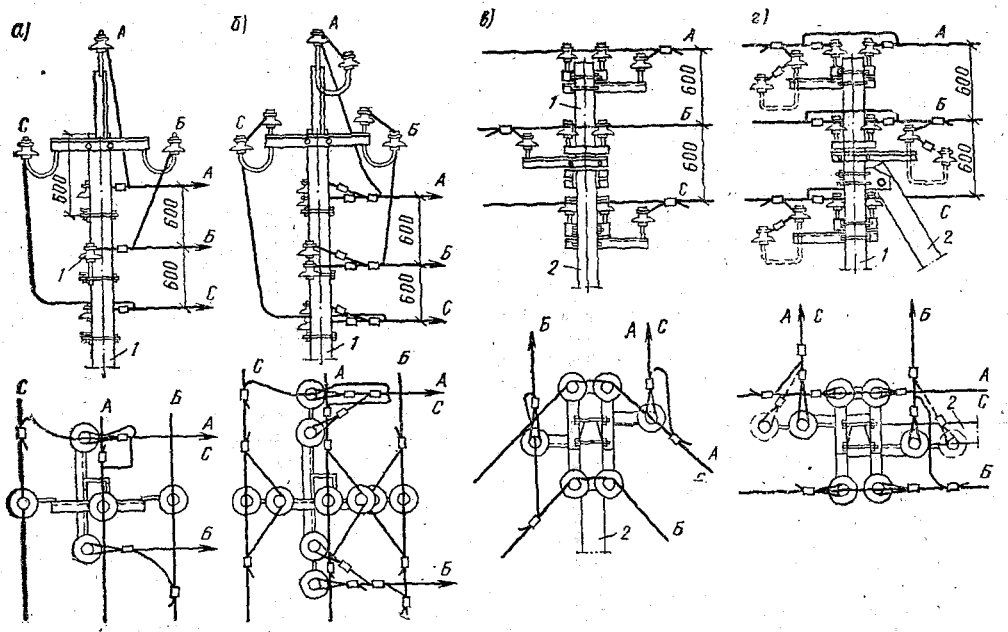


Рис. 17. Схемы крепления проводов на железобетонных опорах с подкосами линий 6—10 кВ

а — ОП10-1Б; *б* — ОП10-2Б; *в* — ОУП10-1Б; *г* — ОА10-3Б (ОА10-4Б); *1* — стойка; *2* — подкос

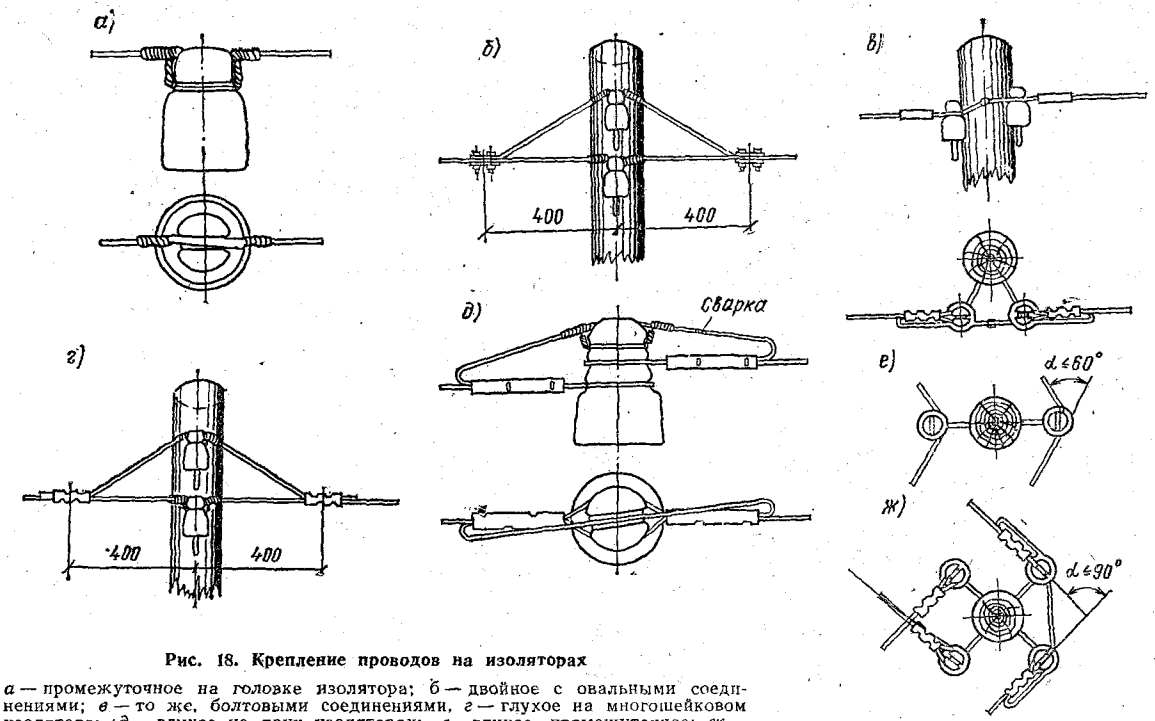


Рис. 18. Крепление проводов на изоляторах

а — промежуточное на головке изолятора; *б* — двойное с овальными соединениями; *в* — то же, болтовыми соединениями, *г* — глухое на многошейковом изоляторе; *д* — глухое на двух изоляторах; *е* — глухое промежуточное; *ж* — угловое глухое

В сетях с изолированной нейтралью на железобетонных опорах крючья и штыри изоляторов фазных проводов заземляют через стальную арматуру опоры или через проложенные непосредственно по опорам специальные заземляющие спуски.

В сетях с заземленной нейтралью арматуру железобетонных опор соединяют с нулевым заземленным проводом. Это соединение выполняют перемычкой из голого провода, которую присоединяют к нулевому проводу специальными ответвительными зажимами. Зажимы должны быть изготовлены из того же металла, что и провода линии. Заземляющую перемычку к опоре присоединяют на специальном выводе, соединенном с арматурой опоры. Этот вывод должен выполнять завод—изготовитель опор.

Площадь сечения провода перемычки допускается принимать на одну ступень меньше площади сечения нулевого провода.

По условиям механической прочности на ВЛ могут применяться алюминиевые провода с площадью сечения не менее 16 мм², сталеалюминиевые провода с площадью сечения не менее 10 мм² и оцинкованные стальные однопроволочные провода диаметром 4—5 мм. Стальные многопроволочные провода должны иметь площадь сечения не менее 25 мм².

На ответвлениях к вводам применяют оцинкованные провода ПСО-3 и изолированные провода АСВ-1 и АСВ-2.

Антисептирование древесины выполняют заводским способом или на монтажно-заготовительном участке в автоклавах, горяче-холодных ваннах или другим равноценным способом.

Проникание антисептика в заболонную древесину должно быть не менее чем на 85% толщины заболони, но не менее 20 мм, а в обнаженную здоровую древесину глубина не менее 5 мм при сухой древесине и не менее 10 мм при сырой.

Для предупреждения возгорания деревянных опор необходимо обеспечить хороший контакт скрепляемых деталей (подтеска древесины, плотное прилегание деталей, затяжка болтовых соединений) и чистоту изоляторов (что уменьшает токи утечки). Если этих мероприятий недостаточно, на места, опасные по возгоранию, накладывают шунтирующие бандажи из медной проволоки диаметром не менее 2 мм, закрепляемой гвоздями. Проволока должна огибать головку каждого болта полным оборотом. Бандажи покрывают битумом.

Бандажи на опорах выполняют из мягкой оцинкованной проволоки диаметром 4 мм и более. Допускается применять неоцинкованную проволоку диаметром 5—6 мм при условии покрытия ее асфальтовым лаком. Число витков бандажа при отсутствии специальных указаний в проекте принимается:

При диаметре проволоки, мм:	
4	12
5	10
6	8

На линиях 380/220 В с глухозаземленной нейтралью кроме заземления нулевого провода на трансформаторной подстанции выполняют повторное заземление нулевого провода, заземление арматуры железобетонных опор, металлических оттяжек, а также устраивают грозозащитные заземления металлических штырей и крюков.

Сопротивление заземляющих устройств должно быть обеспечено в любое время года с учетом высыхания и промерзания земли.

Заземлители выполняют из стали: круглой диаметром не менее 6 мм; полосовой с площадью сечения не менее 48 мм² и толщиной

не менее 4 мм; угловой с толщиной полок не менее 4 мм, а также из некондиционных, негодных к использованию в качестве водогазопроводов стальных труб с толщиной стенки не менее 3,5 мм. Элементы заземления, расположенные в земле, должны быть без окраски, а при опасности усиленной коррозии их следует омеднить или оцинковать. Все соединения выполняют сваркой. Заземляющие проводники заглубляют не менее чем на 0,5 м от поверхности земли, а в пахотной земле — не менее чем на 1 м.

Если деревянные опоры ВЛ выполнены из непропитанной древесины, то детали опор пропитывают диффузионным мегодом. При местной пропитке детали покрывают антисептической пастой и сверху обвертывают рубероидом (бандаж) либо обмазывают смесью битума с песком (суперобмазка). Антисептической пастой покрывают: а) подземные части опор до уровня на 50 см выше поверхности земли; б) торцевые части и верхнюю поверхность горизонтально и наклонно расположенных частей опор; в) сопряжения между деталями опор; г) трещины деталей.

Антисептические бандажи на пасынках ставят на 10—30 см выше уровня грунтовых вод. Ширина бандажа 50 см. Расстояние между бандажами 30 см. Число бандажей 1—3 в зависимости от уровня грунтовых вод.

Монтажные стрелы провеса проводов, монтируемые на деревянных опорах, определяют в зависимости от температуры воздуха во время монтажа по рис. 19, *а* для районов с нормативной стенкой гололеда ($b=10$ мм) и по рис. 19, *б* для районов с $b=15...20$ мм.

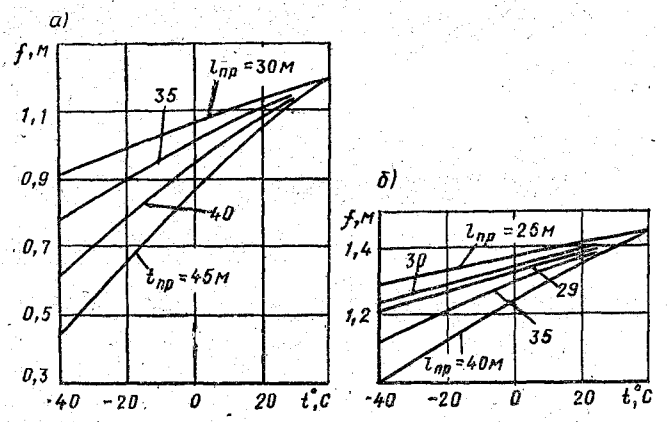


Рис. 19. Монтажные кривые стрел провеса проводов марок А-16—А-50 для застроенной местности

а — максимальная стрела провеса 1—1,2 м; *б* — то же, 1,45 м; $l_{пр}$ — длина провода

36. Допуски на установку опор воздушных линий[1]

Отклонение опоры от вертикальной оси вдоль и поперек линии:	
для металлических опор	1:200
для железобетонных одностоечных опор	1:150
для деревянных опор	1:100
для железобетонных опор портального типа на оттяжках (верхний конец тросостойки)	100 м

Отклонение оси траверсы от горизонтали:	
для металлических опор портального типа на оттяжках при длине траверсы:	
до 15 м	1:150 длины траверсы
более 15 м	1:250 длины траверсы
для одностоечных железобетонных опор	1:100 длины траверсы
для деревянных опор	1:50 длины траверсы
Отклонение от горизонтали конца траверсы железобетонных опор портального типа на оттяжках	80 мм
Разворот траверсы относительно оси линии с деревянными опорами	5°
Прогиб траверсы металлических и железобетонных опор	1:300 длины траверсы

[1] Остальные размеры в соответствии с ПУЭ-1-8-38.

37. Исполнение линий 380/220 В по числу проводов

Исполнение ВЛ по числу проводов	Исполнение ВЛ по числу фаз	Напряжение между проводами, В	Вариант	Число проводов: фазных	Число проводов: нулевых	Число проводов: фонарных
Одна цепь на опоре						
Пятипроводная	Полнофазная с наружным освещением	380/220	1	3	1	1
Четырехпроводная	Полнофазная	380/220	1	3	1	—
	Неполнофазная с наружным освещением	380/220	2	2	1	1
	Полнофазная с наружным освещением	2×220	3	2	1	1
Трехпроводная	Неполнофазная	380×220	1	2	1	—
	То же, с наружным освещением	220	2	1	1	1
	Полнофазная	2×220	3	2	1	—
Двухпроводная	Неполнофазная	220	1	1	1	—
	Наружное освещение	220	2	—	1	1
Две цепи на опоре						
Восьмипроводная	Полнофазная с наружным освещением	380/220	1	6	1	1
	Полнофазная	380/220	2	6	2	—

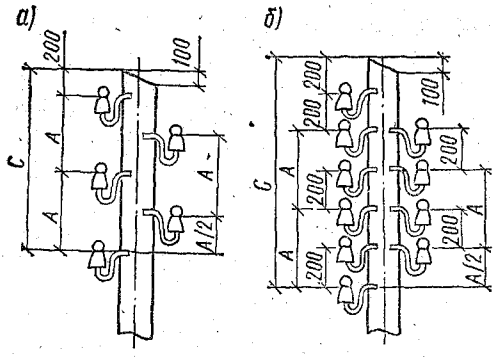


Рис. 20. Размещение изоляторов на стойках деревянных опор *а* и *б* — одинарное и двойное крепление проводов

38. Длина участка от вершины опоры, занимаемая крюками и изоляторами (рис. 20)

Район по гололеду							
I—III				IV и особый			
Опора	Число проводов	Размеры, мм		Опора	Число проводов	Размеры, мм	
		A	*C*			*A*	*C*
Промежуточная опора с одинарным креплением проводов (рис. 20, а)							
ПА-1, Па-4	5	400	1000	Па-3, Па-6	5	600	1400
Па-11, Па-11а	4, 3		800	Па-13	4, 3		1110,
Па-2, Па-5	8		1600				800
Па-12	5		1600				
Переходная опора с двойным креплением проводов (рис. 20, б)							
ППа-1, ППа-3	5	400	1200	ППа-2, ППа-4	5	600	1600
ППа-5, ППа-7	4		1000	ППа-6, ППа-8	4		1300
ППа-11	3		800	ППа-12	3		1000

Эксплуатация воздушных линий (табл. 39—42).

39. Виды и сроки осмотров ВЛ с земли

Виды осмотров и их назначение	Сроки осмотров
Периодические дневные. Проверка состояния трасс и элементов линии	Не реже 1 раза в 3 мес в зависимости от местных условий, степени ответственности и назначения линии электропередачи
Периодические ночные. Выявление дефектных соединителей и коронирования загрязненных изоляторов	В сырую погоду и в периоды наибольших нагрузок

Продолжение табл. 39

Виды осмотров и их назначение	Сроки осмотров
Внеочередные. Проверка состояния линии в периоды метеорологических условий, угрожающих повреждением (гололед, мокрый снег, сильные морозы), стихийных явлений, а также после автоматического отключения линии	По указанию диспетчера энергосистемы или лица, ответственного за электрохозяйство
Контрольные	Не реже 1 раза в год

40. Условия приемки ВЛ в эксплуатацию

Операции	Проверяемые объекты и элементы
Осмотр с земли	Все элементы линии с земли
Верховой осмотр	Крепление траверс, сборка и установка изоляторов, подвеска проводов и стальных канатов, установка разрядников
Замеры	Глубина зарытия деревянных опор, пасынков и заложения фундаментов металлических и железобетонных опор (выборочно). Стрелы провеса проводов. Наименьшее расстояние от проводов до земли. Сопротивление заземления опор. Сопротивление изоляции штыревых изоляторов мегомметром (на ВЛ 35 кВ)
Испытания	Включение толчком на номинальное напряжение (защита устанавливается на мгновенное действие). Изоляторов измерительной штангой на ВЛ с подвесными изоляторами (после включения линии под напряжение). Соединителей ВЛ классов I и II после включения линии под нагрузку по падению напряжения в них.

При периодических осмотрах линии и вводов электромонтеры должны обращать внимание на:

а) наличие ожогов, трещин и боя изоляторов, обрыв и оплавление жил проводов, целостность вязок, регулировку проводов;

б) состояние опор и крен их вдоль и поперек линии, целостность бандажей и заземляющих устройств;

в) состояние соединителей, соединений, наличие набросов и касания проводов деревьями;

г) состояние вводных ответвлений и предохранителей;

д) состояние кабельных воронок и спусков.

На линиях электропередачи допускается без отключения линии производить следующие профилактические проверки и измерения:

а) проверку наличия и степени загнивания деталей деревянных опор;

б) проверку степени ржавления и противокоррозионного покрытия металлических опор и металлических траверс железобетонных и деревянных опор; проверку степени ржавления металлических подножников опор;

в) проверку наличия и ширины раскрытия трещин в бетоне железобетонных опор и приставок;

г) проверку состояния изоляторов на линиях;

д) измерение на линиях 1-го класса сопротивления соединений проводов, выполненных методом обжатия или опрессования;

е) измерение сопротивления заземления опор и тросов;

ж) измерение расстояния от проводов линии до опор, тросов, поверхности земли и различных объектов в местах сближения и пересечения;

з) проверку тяжения в оттяжках опор;

и) проверку и подтяжку болтовых соединений и гаек анкерных болтов у металлических и железобетонных опор.

Опоры, имеющие деревянные приставки, периодически проверяют на загнивание. При проверке древесину, скрытую в грунте, отрывают на глубину 0,3—0,5 м. Опора или приставка считается непригодной для дальнейшей эксплуатации, если глубина прогнивания ее по радиусу бревна больше 3 см при диаметре бревна 25 см и более.

При измерении глубины загнивания опоры специальным щупом с полусантиметровым делением он вводится в древесину нажатием руки. Забивать щуп молотком или каким-либо другим инструментом воспрещается. Рекомендуется применять для этой цели пустотелый буравчик.

Наименьший допустимый в эксплуатации диаметр здоровой части древесины D_0 в расчетном опасном сечении определяется по формуле

$$D_0 = D_{\text{расч}} \sqrt[3]{K_0/K_{\text{расч}}} = CD_{\text{расч}},$$

где $D_{\text{расч}}$ — расчетный диаметр детали опоры в опасном сечении, см; K_0 — допустимый эксплуатационный запас прочности древесины; $K_{\text{расч}}$ — расчетный запас прочности древесины, принимается по ПУЭ исходя из величины временного сопротивления древесины равным 42 МПа; C — коэффициент износа.

41. Значения допустимого эксплуатационного коэффициента запаса прочности K_0 и коэффициента износа C деталей деревянных опор

Наименование опор	Сосна, дуб, лиственница			Ель (линии 35 кВ и ниже)		
	K_0	C для режима		K_0	C для режима	
		нормального	аварийного		нормального	аварийного
Одностоечные опоры:						
стойки	1,4	0,75	0,9	2	0,85	1
пасынки	1,4	0,75	0,9	Применение не допускается		
П- и А-образные опоры:						
стойки	1,2	0,7	0,85	1,4	0,75	0,9
пасынки	1,2	0,7	0,85	Применение не допускается		
Раскосы, подтраверсники, брусья	1,0	0,65	0,8	1,3	0,72	0,85
Траверсы всех типов	1,4	0,75	0,9	Применение не допускается		
Прочие детали	1,0	0,65	0,8	1,2	0,7	0,85

42. Составы антисептических паст для пропитки древесины диффузионным методом

Наименование	Состав пасты	Соотношение составных частей, %
Паста на зеленом мыле	Триолит, уралит, фтористый натрий	49
	Битум	17
	Зеленое мыло	24
	Вода	10
	Динитрофенол	40
	Битум	16
	Зеленое мыло	29
	Вода	15
Паста на полихлоридах бензола	Триолит, уралит, фтористый натрий	56
	Битум	18
	Полихлориды бензола	26
Паста на кузбасслаке	Фтористый натрий	40
	Кузбасслак	50
	Вода	10
	Динитрофенол	50
	Кузбасслак	40
	Вода	10
Паста на блаклаке	Динитрофенол	50
	Блаклак	50

43. Состав пасты для антисептических бандажей

	Соотношение составных частей
Триолит, уралит или фтористый натрий	4
Экстракт сульфитных щелоков	2
Вода	1

2.2. Кабельные линии

Расчет кабельных линий. Формулы для расчета кабельных линий приведены в табл. 44. Допустимые длительные токовые нагрузки (табл. 45—62) на кабели напряжением до 35 кВ с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги в свинцовой, алюминиевой или поливинилхлоридной оболочке приняты в соответствии со следующими условиями:

а) допустимая температура нагрева (°С) жил кабелей при номинальном напряжении, кВ, до:

3	80
6	65
10	60
20 и 35	50

б) вид прокладки:

в земле:

расстояние в свету между кабелями, мм, не менее	100
глубина траншеи, м	0,7—1
температура земли, °С	15
удельное сопротивление земли, Ом·град/Вт	120

в воде:

температура воды, °С	15

в воздухе:

температура воздуха, °С	25
расстояние в свету при прокладке кабелей внутри, вне зданий и в туннелях, мм, не менее	35
то же, в каналах, мм, не менее	50

44. Формулы для электрического расчета кабельной линии

Величина	Формула	Обозначения
Допустимая длительная нагрузка на кабельную линию $I_д$	$I_д = I_н n k$	$I_н$ — допустимая нагрузка на кабель, А; n — число кабелей; $k = k_1 k_2 k_3$ — поправочные коэффициенты на число кабелей, температуру среды и пр.
Минимально допустимое сечение жилы кабеля s, термически устойчивое при протекании сквозного тока к. з.	$s = I_\infty \sqrt{t_п}/c$	I_∞ — установившееся значение тока, к. з., А; $t_п$ — приведенное время действия тока к. з., с; c=165 для кабелей с медными жилами; c=88 для кабелей с алюминиевыми жилами
Годовое число часов Т использования максимума	$$T = \frac{\sum_0^{24} I_{макс} + \sum_0^{24} I_{мин}}{2 I_{макс}} \times 365$$	$\sum_0^{24} I_{макс}$ — сумма значений максимальных токов суточного графика, А; $\sum_0^{24} I_{мин}$ — сумма значений минимальных токов характерного суточного графика, А
Рабочий ток линии $I_р$	$I_р = S/\sqrt{3}\,U_н$	S — полная мощность в конце линии, кВ·А; $U_н$ — номинальное напряжение линии, кВ

Величина	Формула	Обозначения
Напряжение в конце линии U_2	$U_2 = U_1 - \frac{(P + \Delta P)\, r + (Q + \Delta Q)}{U_1}$	U_1 — напряжение в начале линии, кВ; Q — реактивная мощность в конце линии, квар; P — активная мощность в конце линии, кВт
Потеря мощности в линии ΔS	$\Delta S = 3I_p^2 z \cdot 10^{-3} = S^2 Sz/U_н^2$; $\Delta P = 3I_p^2 r \cdot 10^{-3} = \left(P^2+Q^2\right) \times r/U_н^2 = S^2 r/U_н^2$; $\Delta Q = 3I_p^2 x \cdot 10^{-3} = \left(P^2+Q^2\right) \times x/U_н^2 = S^2 x/U_н^2$	ΔP, ΔQ, ΔS — соответственно активная, кВт, реактивная, квар, и полная, кВ·А, потери мощности; r — активное сопротивление линии, Ом; x — индуктивное сопротивление линии, Ом; z — полное сопротивление линии, Ом; $I_р$ — рабочий ток нагрузки, А
Потеря напряжения в линии ΔU	$\Delta U = \sqrt{3}\, I_p \cdot 10^{-3} \times (r\cos\varphi + x\sin\varphi)$	$\cos\varphi$ — коэффициент мощности цепи; ΔU — потеря напряжения, В
Отклонение напряжения Δu	$\Delta u = (U_1 - \Delta U)\, 100/U_1$	Δu — отклонение напряжения, %
Сопротивление жилы кабеля r_θ постоянному току при температуре θ	Для меди $r_\theta = \frac{18{,}4+0{,}74\,(\theta-20)}{s}$; для алюминия $r_\theta = \frac{31+0{,}12\,(\theta-20)}{s}$	θ — температура проводника, °С; s — площадь сечения проводника, мм²
Емкостная проводимость b_C, Ом/см	$b_C = \omega C = \frac{1}{x_c} \approx \frac{26{,}5}{\lg \frac{r_1}{r}}$	r — радиус жилы, см; r_1 — радиус кабеля по изоляции, см; $\omega = 314$; C — емкость кабеля, мкФ/м; x_c — емкостное сопротивление, Ом
Индуктивность двухжильного кабеля L, Гн/км	$L = \frac{\mu}{\pi}\, l \ln \frac{a-r}{r} 10^{-4}$	μ — магнитная проницаемость; l — длина шлейфа из жил, км; a — расстояние между жилами, см; r — радиус жилы, см
Емкость одножильного кабеля C_0 с бумажной изоляцией (измеренная постоянным током), мкФ/км	$C_0 = \frac{0{,}0845}{\lg \frac{r_1}{r}}$	C_0 — емкость одножильного кабеля, мкФ/км

Продолжение табл. 44

Величина	Формула	Обозначения
Зарядная мощность линии Q_c, вар/км	$Q_c = \sqrt{3}\, I_c U$	I_c — зарядный ток, А
Зарядный ток, I_c в трехжильном кабеле, А/км	$I_c = \dfrac{U}{\sqrt{3}\, C_p \omega \cdot 10^{-6}}$	U — линейное напряжение кабеля, В; C_p — рабочая емкость кабеля (трехжильного при трехфазном токе), мкФ/км
Емкостный ток $I_з$ при однофазном заземлении в кабельной сети, А/км	Для приближенных подсчетов: для кабелей напряжением 6 кВ $I_з = \dfrac{(95+2{,}88\,s)\,U \cdot 10^{-3}}{2200+6\,s}$; для кабелей напряжением 10 кВ $I_з = \dfrac{(95+1{,}44\,s)\,U \cdot 10^{-3}}{2200+0{,}23\,s}$; в общем случае $I_з = \sqrt{3}\, U C_0 \omega \cdot 10^{-6}$	s—площадь сечения жилы кабеля, мм²; $I_з$ —ток заземления, А

45. Токовые нагрузки (А) на кабели с медными жилами, с бумажной пропитанной изоляцией, в свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемые в земле/воздухе

Площадь сечения жилы, мм²	Одножильные кабели до 1 кВ (для работы на *постоянном* токе)	Двухжильные кабели до 1 кВ	Трехжильные кабели			Четырехжильные кабели до 1 кВ
			до 3 кВ	6 кВ	10 кВ	
2,5	—/40	45/30	40/28	—	—	—
4	80/55	60/40	55/37	—	—	50/35
6	105/75	80/55	70/45	—	—	60/45
10	140/95	105/75	95/60	80/55	—	85/60
16	175/120	140/95	120/80	105/65	95/60	115/80
25	235/160	185/130	160/105	135/90	120/85	150/100
35	285/200	225/150	190/125	160/110	150/105	175/120
50	360/245	270/185	225/155	200/145	180/135	215/145
70	440/305	325/225	285/200	245/175	215/165	265/185
95	520/360	380/275	340/245	295/215	265/200	310/215
120	595/415	435/320	390/285	340/250	310/240	350/260
150	675/470	500/375	435/330	390/290	355/270	395/300
185	755/525	—	490/375	440/325	400/305	450/340
240	880/610	—	570/430	510/375	460/350	—

Примечание. Токовые нагрузки на одножильные кабели с площадью сечения 300, 400, 500, 625 и 800 мм² в земле соответственно 1000, 1200, 1400, 1520, 1700 А; в воздухе — 720, 880, 1020, 1180 и 1400 А.

46. Токовые нагрузки (А) на кабели с алюминиевыми жилами, с бумажной пропитанной изоляцией, в свинцовой и алюминиевой оболочке, прокладываемые в земле/воздухе

Площадь сечения жилы, мм²	Одножильные кабели до 1 кВ (для работы на постоянном токе)	Двухжильные кабели до 1 кВ	Трехжильные кабели			Четырехжильные кабели до 1 кВ
			до 3 кВ	6 кВ	10 кВ	
2,5	—/31	35/23	31/22	—	—	—
4	60/42	46/31	42/29	—	—	38/27
6	80/55	60/42	55/35	—	—	46/35
10	110/75	80/55	75/46	60/42	—	65/45
16	135/90	110/75	90/60	80/50	75/46	90/60
25	180/125	140/100	125/80	105/70	90/65	115/75
35	220/155	175/115	145/95	125/85	115/80	135/95
50	275/190	210/140	180/120	155/110	140/105	165/110
70	340/235	250/175	220/155	190/135	165/130	200/140
95	400/275	290/210	260/190	225/165	205/155	240/165
120	460/320	335/245	300/220	260/190	240/185	270/200
150	520/360	385/290	335/255	300/225	275/210	305/230
185	580/405	—	380/290	340/250	310/235	345/260
240	675/470	—	440/330	390/290	355/270	—

Примечание. Токовые нагрузки на одножильные кабели с площадью сечения 300, 400, 500, 625 и 800 мм² в земле соответственно 770, 940, 1080, 1170 и 1310 А; в воздухе — 555, 675, 785, 910 и 1080 А.

47. Токовые нагрузки (А) на трехжильные кабели с отдельно освинцованными медными и алюминиевыми жилами с обедненно-пропитанной изоляцией, прокладываемые в земле, воде и воздухе

Площадь сечения жилы, мм²	Кабели с медными жилами						Кабели с алюминиевыми жилами					
	6 кВ			10 кВ			6 кВ			10 кВ		
	в земле	в воде	в воздухе	в земле	в воде	в воздухе	в земле	в воде	в воздухе	в земле	в воде	в воздухе
16	90	115	80	—	—	—	70	90	60	—	—	—
25	125	155	105	110	140	100	95	120	80	85	110	75
35	155	195	125	130	170	120	120	150	95	100	130	90
50	185	230	150	160	210	145	140	175	115	125	160	110
70	225	280	190	200	255	180	175	215	145	155	195	140
95	270	340	230	250	305	220	210	260	175	190	230	170
120	310	385	265	290	360	255	240	295	205	225	275	195
150	355	450	310	335	405	295	275	345	240	260	310	225

48. Токовые нагрузки (А) на трехжильные кабели с отдельно освинцованными (или отдельно опрессованными) медными и алюминиевыми жилами, с бумажной пропитанной изоляцией, прокладываемые в земле, воде и воздухе

Площадь сечения жилы, мм²	Кабели с медными жилами						Кабели с алюминиевыми жилами					
	20 кВ			35 кВ			20 кВ			35 кВ		
	в земле	в воде	в воздухе	в земле	в воде	в воздухе	в земле	в воде	в воздухе	в земле	в воде	в воздухе
25	110	120	85	—	—	—	85	90	60	—	—	—
35	135	145	100	—	—	—	105	110	75	—	—	—
50	165	180	120	—	—	—	125	140	90	—	—	—
70	200	225	150	195	210	145	155	175	115	150	160	110
95	240	275	180	235	255	180	185	210	140	180	195	140
120	275	315	205	270	290	205	210	245	160	210	225	160
150	315	350	230	310	—	230	240	270	175	240	—	175
185	355	390	265	—	—	—	275	300	205	—	—	—

49. Токовые нагрузки* (А) на одножильные кабели с медными и алюминиевыми жилами с бумажной пропитанной изоляцией, в свинцовой оболочке, небронированные, прокладываемые в воздухе

Площадь сечения жилы, мм²	Кабели с медной жилой					Кабели с алюминиевой жилой				
	до 3 кВ	6 кВ	10 кВ	20 кВ	35 кВ	до 3 кВ	6 кВ	10 кВ	20 кВ	35 кВ
2,5	35	—	—	—	—	27	—	—	—	—
4	50	—	—	—	—	38	—	—	—	—
6	60	—	—	—	—	46	—	—	—	—
10	85	75	—	—	—	65	60	—	—	—
16	120	110	90	—	—	90	85	70	—	—
25	145	135	125	105	—	110	105	95	80	—
35	170	155	145	125	—	130	120	110	95	—
50	215	200	190	155	—	165	155	145	120	—
70	260	240	225	185	180	200	185	175	140	140
95	305	280	265	220	215	235	215	205	170	165
120	330	300	285	245	240	255	230	220	190	185
150	360	325	310	270	265	275	250	240	210	205
185	385	350	335	290	285	295	270	260	225	220
240	435	395	380	320	315	335	305	290	245	245
300	460	420	405	350	340	355	325	310	270	260
400	485	440	425	370	—	375	340	325	285	—
500	505	460	445	—	—	390	355	340	—	—

* Токовые нагрузки относятся к работе на переменном токе, при этом свинцовые оболочки соединены между собой и заземлены на обоих концах, число рядом лежащих кабелей 3, расстояние между кабелями в свету не более 125 мм и не менее 35 мм.

50. Токовые нагрузки (А) на кабели с медными и алюминиевыми жилами, с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках, бронированные и небронированные

Площадь сечения жилы, мм²	Кабели с медными жилами			Кабели с алюминиевыми жилами		
	одно-жильные в воздухе	двух-жильные в воздухе/ в земле	трех-жильные в воздухе/ в земле	одно-жильные в воздухе	двух-жильные в воздухе/ в земле	трех-жильные в воздухе/ в земле
1,5	23	19/33	19/27	—	—	—
2,5	30	27/44	25/38	23	21/34	19/29
4	41	38/55	35/49	31	29/42	27/38
6	50	50/70	42/60	38	38/55	32/46
10	80	70/105	55/90	60	55/80	42/70
16	100	90/135	75/115	75	70/105	60/90
25	140	115/175	95/150	105	90/135	75/115
35	170	140/210	120/180	130	105/160	90/140
50	215	175/265	145/225	165	135/205	110/175
70	270	215/320	180/275	210	165/245	140/210
95	325	260/385	220/330	250	200/295	170/255
120	385	300/445	260/385	295	230/340	200/295
150	440	350/505	305/435	340	270/300	235/335
185	510	405/570	350/500	390	310/440	270/385
240	605	—	—	465	—	—

51. Токовые нагрузки (А) на кабели с медными и алюминиевыми жилами, с бумажной пропитанной изоляцией, в свинцовой оболочке, прокладываемые в воде

Площадь сечения жилы, мм²	Кабели с медными жилами				Кабели с алюминиевыми жилами			
	трехжильные			четырех-жильные до 1 кВ	трехжильные			четырех-жильные до 1 кВ
	до 3 кВ	6 кВ	10 кВ		до 3 кВ	6 кВ	10 кВ	
16	—	135	120	—	—	105	90	—
25	210	170	150	195	160	130	115	150
35	250	205	180	230	190	160	140	175
50	305	255	220	285	235	195	170	220
70	375	310	275	350	290	240	210	270
96	440	375	340	410	310	290	260	315
120	505	430	395	470	390	330	305	360
150	565	500	450	—	435	385	345	—
185	615	545	510	—	475	420	390	—
240	715	625	585	—	550	48	450	—

52. Токовые нагрузки (А) на трехжильные кабели 6 кВ с медными и алюминиевыми жилами, с обедненно-пропитанной изоляцией, в общей свинцовой оболочке, прокладываемые в земле, воде и воздухе

Площадь сечения жилы, мм²	Кабели с медными жилами			Кабели с алюминиевыми жилами		
	в земле	в воде	в воздухе	в земле	в воде	в воздухе
16	90	100	65	70	75	50
25	120	140	90	90	110	70
35	145	175	110	110	135	85
50	180	220	140	140	170	110
70	220	275	170	170	210	130
95	265	385	210	205	260	160
120	310	385	245	240	295	190
150	355	450	290	275	345	225

53. Допустимая кратковременная перегрузка кабельных линий

Вид прокладки	Допустимая перегрузка при длительности максимума, ч, по отношению к номинальной					
	линии 6—10 кВ			линии до 10 кВ		
	0,5	1	3	1	3	6
В земле	1,35 / 1,2	1,3 / 1,15	1,15 / 1,1	1,5 / 1,35	1,35 / 1,25	1,25 / 1,2
В воздухе	1,25 / 1,15	1,15 / 1,1	1,1 / 1,05	1,35 / 1,3	1,25 / 1,25	1,25 / 1,25
В трубах (в земле)	1,2 / 1,1	1,1 / 1,05	1 / 1	1,3 / 1,2	1,2 / 1,15	1,15 / 1,1

Примечания: 1. В числителе приведена нагрузка при коэффициенте предварительной нагрузки 0,6; в знаменателе — при коэффициенте 0,8.
2. Для кабельных линий, находящихся в эксплуатации более 15 лет, перегрузки понижают на 10%.
3. Перегрузка кабельных линий напряжением 20—35 кВ недопустима.

54. Поправочный коэффициент на число кабелей, прокладываемых рядом, в земле (в трубах и без труб)

Число кабелей	1	2	3	4	5	6
Расстояние в свету, мм:						
100	1	0,9	0,85	0,8	0,78	0,75
200	1	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,09	0,93	0,9	0,87	0,86	0,85

55. Поправочный коэффициент *a* на сечение кабеля

Площадь сечения жилы, мм²	Номер канала блока			
	1	2	3	4
25	0,44	0,46	0,47	0,51
35	0,54	0,57	0,57	0,6
50	0,67	0,69	0,69	0,71
70	0,81	0,84	0,84	0,85
95	1	1	1	1
120	1,14	1,13	1,13	1,12
150	1,33	1,3	1,29	1,26
185	1,5	1,46	1,45	1,38
240	1,78	1,7	1,68	1,55

56. Поправочный коэффициент *b* на напряжение кабеля

Номинальное напряжение, кВ:	
10	1
6	1,05
до 3	1,09

57. Поправочный коэффициент *c* на среднесуточную нагрузку блока

$S_{ср.сут}$* : $S_{ном}$	
1	1
0,85	1,07
0,7	1,16

*$S_{ср.сут}$ и $S_{ном}$ — соответственно среднесуточная передаваемая и номинальная мощность.

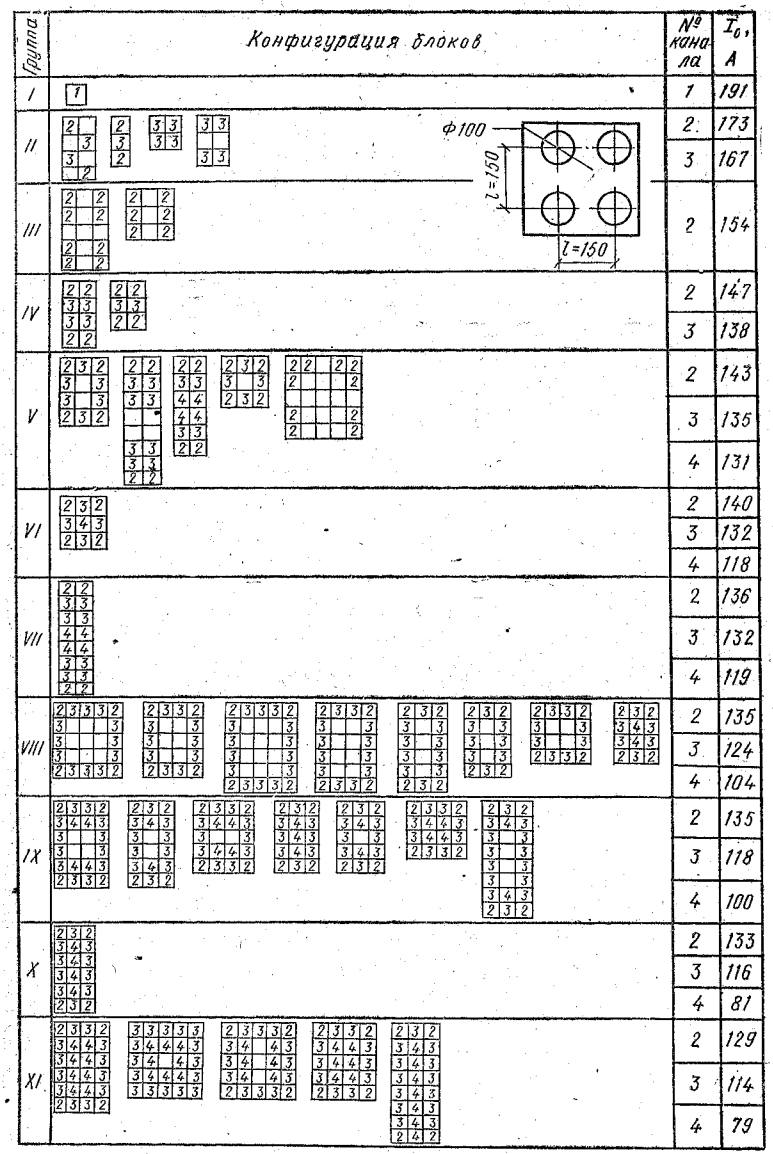


Рис. 21. Допустимые длительные токовые нагрузки на кабели, прокладываемые в блоках

Токовые нагрузки определяют по эмпирической формуле $I=I_0abc$, где I_0 — номинальный ток; a, b, c — поправочные коэффициенты, выбираемые по табл. 55—58

58. **Допустимые длительные токовые нагрузки (*А*) на провода и шнуры с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией**

Площадь сечения токопроводящей жилы, мм²	Провода, проложенные открыто	Провода, проложенные в одной трубе					Площадь сечения токопроводящей жилы, мм²	Провода, проложенные открыто	Провода, проложенные в одной трубе				
		два одножильных	три одножильных	четыре одножильных	один двухжильный	один трехжильный			два одножильных	три одножильных	четыре одножильных	один двухжильный	один трехжильный
С медными жилами							300	695	—	—	—	—	—
							400	830	—	—	—	—	—
0,5	11	—	—	—	—	—	*С алюминиевыми жилами*						
0,75	15	—	—	—	—	—							
1	17	16	15	14	15	14	2,5	24	20	19	19	19	16
1,5	23	19	17	16	18	15	4	32	28	28	23	25	21
2,5	30	27	25	25	25	21	6	39	36	32	30	31	26
4	41	38	35	30	32	27	10	60	50	47	39	42	38
6	50	46	42	40	40	34	16	75	60	60	55	60	55
10	80	70	60	50	55	50	25	105	85	80	70	75	65
16	100	85	80	75	80	70	35	130	100	95	85	95	75
25	140	115	100	90	100	85	50	165	140	130	120	125	105
35	170	135	125	115	125	100	70	210	175	165	140	150	135
50	215	185	170	150	160	135	95	255	215	200	175	190	165
70	270	225	210	185	195	175	120	295	245	220	200	230	190
95	330	275	255	225	245	215	150	340	275	255	—	—	—
120	385	315	290	260	295	250	185	390	—	—	—	—	—
150	440	360	330	—	—	—	240	465	—	—	—	—	—
185	510	—	—	—	—	—	300	535	—	—	—	—	—
240	605	—	—	—	—	—	400	645	—	—	—	—	—

59. **Допустимые длительные токовые нагрузки на провода и кабели (А)***

Площадь сечения токопроводящей жилы, мм²	Провода и кабели			Площадь сечения токопроводящей жилы, мм²	Провода и кабели		
	одножильные	двухжильные	трехжильные		одножильные	двухжильные	трехжильные
	при прокладке в воздухе	при прокладке в воздухе/земле			при прокладке в воздухе	при прокладке в воздухе/земле	
1,5	23	19/33	19/27	50	215	175/265	145/225
2,5	30	27/44	25/38	70	270	215/320	180/275
4	41	38/55	35/49	95	325	260/385	220/330
6	50	50/70	42/60	120	385	300/445	260/385
10	80	70/105	55/90	150	440	350/505	305/435
16	100	90/135	75/115	185	510	405/470	350/500
25	140	115/175	95/150	240	605	—	—
35	170	140/210	120/180				

* Провода с медными жилами, резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках; кабели с медными жилами, резиновой изоляцией в свинцовой, полихлорвиниловой, наиритовой или резиновой оболочках, бронированные и небронированные, как с заземляющей жилой, так и без нее.

60. Длительно допустимые токовые нагрузки (А) на шнуры переносные легкие и средние, кабели переносные тяжелые и шахтные гибкие в резиновой оболочке, прожекторные и провода переносные с медными жилами

Площадь сечения токопроводящей жилы, мм²	Шнуры, провода и кабели			Площадь сечения токопроводящей жилы, мм²	Шнуры, провода и кабели		
	одно-жильные	двух-жильные	трех-жильные		одно-жильные	трех-жильные	двух-жильные
0,5	—	12	—	10	90	75	60
0,75	—	16	14	16	120	95	80
1,0	—	18	16	25	160	125	105
1,5	—	23	20	35	190	150	130
2,5	40	33	28	50	235	185	160
4	50	43	36	70	290	235	200
6	65	55	45				

Примечание. Токовые нагрузки относятся к шнурам, проводам и кабелям как с заземляющей жилой, так и без нее.

61. Коэффициент уменьшения допустимой токовой нагрузки на кабели, прокладываемые в параллельных блоках одинаковой конфигурации

Расстояние между блоками, мм:		*Расстояние между блоками*, мм:	
500	0,85	2000	0,93
1000	0,89	2500	0,95
1500	0,91	3000	0,96

62. Поправочный коэффициент на температуру земли и воздуха для токовых нагрузок на кабели, голые провода и изолированные провода и шины

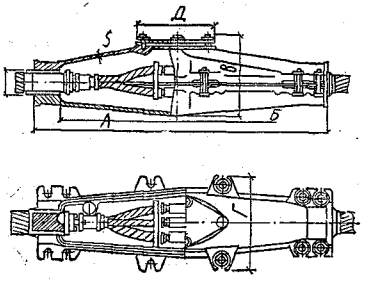
Расчетная температура среды, °С	Нормированная температура жил, °С	Фактическая температура среды, °С											
		—5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68
25		1,24	1,2	1,17	1,13	1,09	1,04	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,74
25	70	1,29	1,24	1,2	1,15	1,11	1,05	1	0,94	0,83	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,1	1,05	1,1	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25		1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,2	1,15	1,12	1,06	1	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
25		1,36	1,31	1,25	1,2	1,13	1,07	1	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,5	0,36
25		1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
15	50	1,25	1,2	1,14	1,07	1	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	—
25		1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1	0,89	0,78	0,63	0,45	—

Ответвления и оконцевания кабельных линий (табл. 63—80).

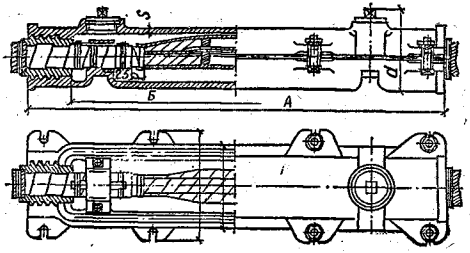
63. Соединительные муфты и концевые заделки силовых кабелей

Обозначение	Тип
	Муфты соединительные:
СС	свинцовая
СЭ	эпоксидная
СЭп	с эпоксидным корпусом, имеющим поперечный разъем в средней части
СЭв	с эпоксидным корпусом, имеющим продольный разъем в вертикальной плоскости
СЭс	эпоксидная с отливкой в сменной металлической или пластмассовой форме
СЧ	чугунная
СЧм	чугунная малогабаритная
СЛО	латунная однофазная
СЭО	эпоксидная однофазная
ПСЭс	эпоксидная с отливкой в съемной форме из пластмассы или металла
Ст	стопорная
СтП	стопорно-переходная
СтО	стопорная однофазная
СтЭО	стопорная эпоксидная однофазная
От	*Муфта чугунная ответвительная*
Оу	*Муфта чугунная У-образная*
Ок	*Муфта чугунная крестообразная*
	Концевые заделки внутренней установки:
КВЭ	из эпоксидного компаунда
КВЭн	с трубками из наиритовой резины на жилах
КВЭп	с выводом из корпуса заделки изолированных проводов, припаянных внутри корпуса к жилам кабеля
КВЭэ	с трубками из наиритовой резины на однопроволочных жилах и устройством «замков» внутри эпоксидного корпуса
КВВ	из поливинилхлоридных лент
КВР	в резиновых перчатках
КВРз	в резиновых перчатках с заполнением
КВС	в свинцовых перчатках
КВБ	в стальных воронках
КВБо	в стальных воронках с воронками овальной формы
КВБк	в стальных воронках с воронками круглой формы
КВБм	в стальных воронках с овальными малогабаритными воронками
ПКВ	с поливинилхлоридными лентами для кабелей с пластмассовой изоляцией и оболочкой
ПКВэ	то же, но с эпоксидным корпусом для защиты от проникания влаги в пространство между жилами кабеля
КНЭ	*Концевые муфты наружной установки:*
КНЭг	эпоксидная для оконцевания четырехжильных кабелей при присоединении их к воздушным линиям
КН	трехфазная металлическая с вертикальными выводами
КНО	однофазная
КМ	мачтовая
ПКНЭ	эпоксидная для кабелей с пластмассовой изоляцией

64. Чугунные соединительные муфты типа СЧ для кабелей до 1 кВ



Обычная



Малогабаритная

Типоразмер	Площадь сечения жил кабелей, мм²		Размеры, мм							Масса литья, кг
	трехжильных	четырехжильных	*А*	*Б*	*В*	*Г*	Д	*d*	*S*	
Обычные:										
СЧо-40	До 35	До 16	580	460	153	170	164	40	5	8,7
СЧо-50	50—95	25—70	720	580	185	210	180	50	5	19,6
СЧо-60	120—185	95—150	830	650	208	240	210	60	6	31,2
СЧо-70	240	185	900	710	235	260	250	70	6	37,7
Малогабаритные:										
СЧм-40	До 35	До 16	475	375	106	134	98	40	4	4,8
СЧм-50	50—95	25—70	560	440	117	149	111	50	5	11
СЧм-60	120; 150	95—150	630	500	130	174	128	60	5	16,4
СЧм-70	185; 240	185	700	570	138	182	136	70	5	20

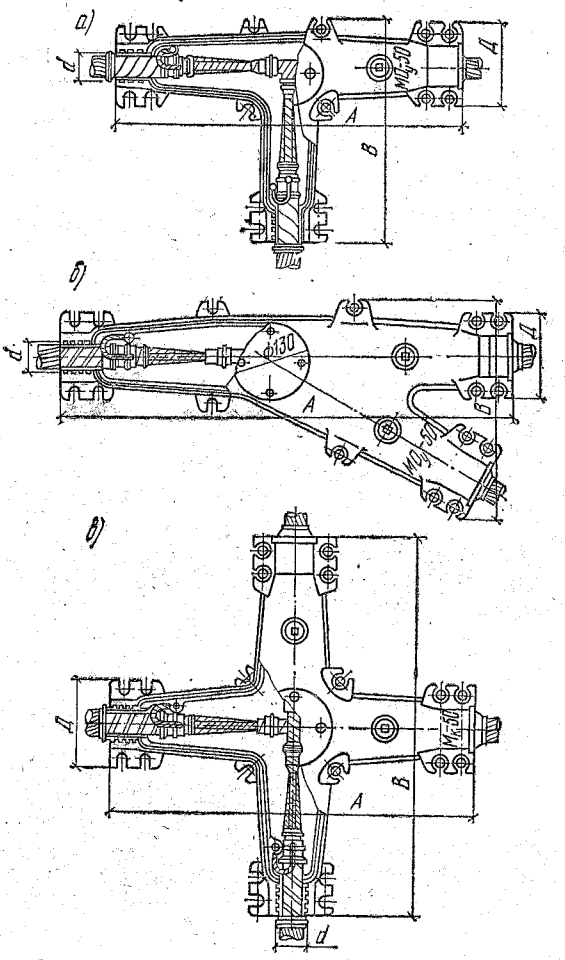


Рис. 22. Чугунные ответвительные муфты типа О для кабелей до 1 кВ
а — От (Т-образное исполнение); *б* — Оу (У-образное исполнение); *в* — Ок (крестообразное исполнение)

65. Чугунные ответвительные муфты (рис. 22)

Типоразмер	Площадь сечения жил кабеля, мм²		Размеры, мм						Масса литья, кг
	трехжильного	четырехжильного	*А*	высота муфты	*В*	*Д*	*d*	толщина стенки	
От-40	До 35	До 16	670	159	400	130	40	5	15,2
От-50	50—95	25—70	760	168	450	154	50	6	21,8
От-60	120—185	95—150	900	198	530	180	60	6	31,4
От-70	240	185	1010	225	605	200	70	7	42,8
Оу-40	До 35	До 16	715	159	310	130	40	5	21,2
Оу-50	50—95	25—70	805	168	345	154	50	6	24,6
Оу-60	120—185	95—150	950	198	420	180	60	6	35,5
Оу-70	240	185	1100	225	480	200	70	7	40,3
Ок-40	До 35	До 16	670	159	670	130	40	5	27
Ок-50	50—95	25—70	760	168	760	154	50	6	40,8
Ок-60	120—185	95—150	900	198	900	180	60	6	40,3
Ок-70	240	185	1010	225	1010	200	70	7	56,8

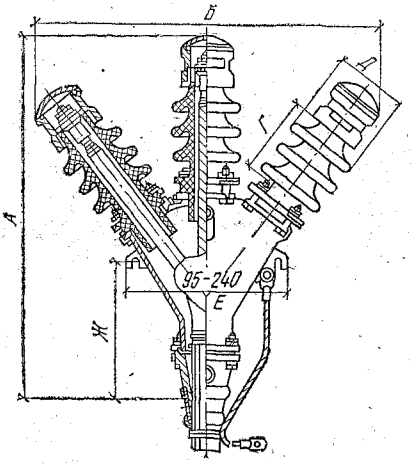


Рис. 23. Концевая трехфазная муфта типа КН наружной установки для оконцевания кабелей на 6 и 10 кВ

66. Концевые трехфазные муфты типа КН (рис. 23)

Типоразмер	Напряжение кабеля, кВ	Площадь сечения, жил, мм²	Размеры, мм						
			А	*Б*	*В**	*Г*	*Д*	*Е*	*Ж*
КН6-I	6	До 70	615	615	183	125	120	290	220
КН6-II	6	95—240	675	640	191	125	130	310	260
КН10-I	10	До 70	645	630	183	155	130	290	220
КН10-II	10	95—240	705	675	191	155	140	310	260

* Размер *В* (ширина боковой проекции) на рис. 23 не показан.

67. Мачтовые муфты типа КМ (рис. 24)

Типоразмер	Число и площадь сечения жил кабеля, мм²	Размеры, мм			
		А	*Б*	*В*	*Г*
	Для кабелей на 1 кВ				
3КМ-I	До 3×50	310	235	183	50
3КМ-II	3×70; 3×95; 3×120	350	252	210	
3КМ-III	3×150; 3×185; 3×240	375	266	230	
4КМ-I	До 3×50+1×25	340	294	183	50
4КМ-II	3×70+1×25; 3×95+1×35; 3×120+1×35	360	314	210	
4КМ-III	3×150+1×50 3×185+1×50	380	322	230	
	Для кабелей на 6 кВ				
КМ6-I	До 3×120	430	432	360	125
КМ6-II	3×150; 3×185; 3×240	455	480	390	
	Для кабелей на 10 кВ				
КМ10-I	До 3×120	430	432	385	160
КМ10-II	3×150; 3×185; 3×240	455	480	415	

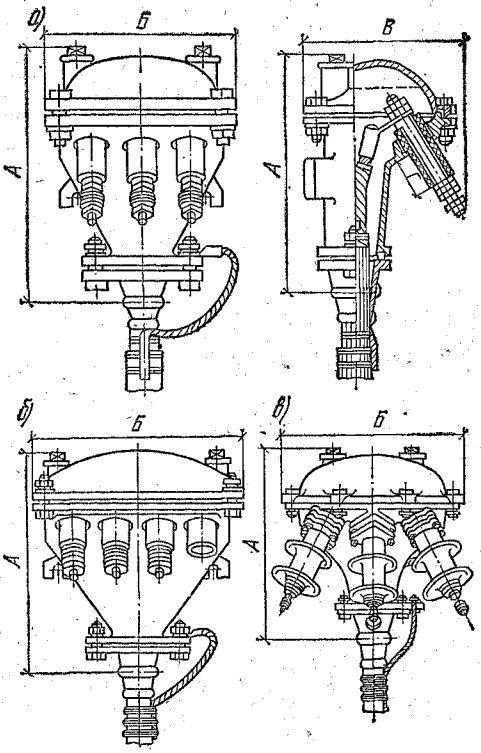


Рис. 24. Мачтовые муфты типа КМ
а — для трехжильных кабелей на 1 кВ; *б* — для четырехжильных кабелей на 1 кВ; *в* — для кабелей на 6 и 10 кВ

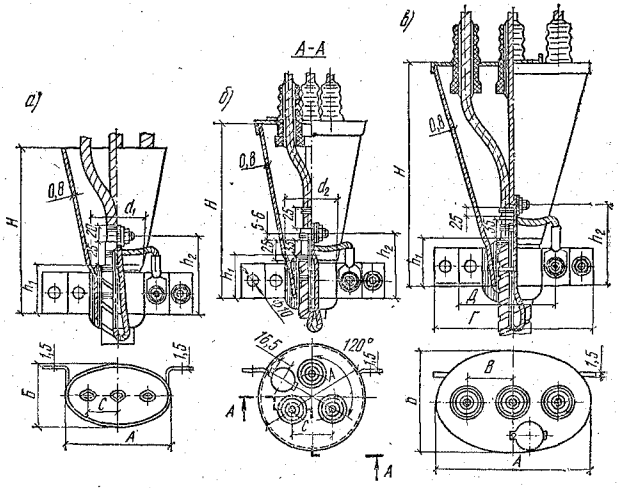


Рис. 25. Концевые заделки кабелей в стальных воронках
а — КВБм; *б* — КВБк; *в* — КВБо

68. Заделка типа КВБ (рис. 25)

Типоразмер	Площадь сечения жил (мм²) при напряжении, кВ				Размеры, мм								
	1		6	10	А	Б	В		Н	h_1	h_2	Г	Д
	трехжильный	четырехжильный					трехжильный	четырехжильный					
С малогабаритными воронками для кабелей до 1 кВ													
КВБм-1	До 16	До 10	—	—	85	50	25	20	130	30	70	150	123
КВБм-2	25; 35	16; 25	—	—	100	60	28	25	150	35	75	160	133
КВБм-3	50; 70	35; 50	—	—	110	67	32	28	170	50	80	165	135
КВБм-4	95; 120	70; 95	—	—	184	82	38	34	200	55	85	176	148
С круглыми воронками для кабелей до 10 кВ													
КВБк-1	—	—	До 16	—	118	—	45	—	190	45	70	161	135
КВБк-2	—	—	25; 35; 50	До 16	131	—	50	—	210	50	75	165	140
КВБк-3	—	—	70—120	25; 35; 50	152	—	55	—	250	60	45	173	147
КВБк-4	150; 185	—	150; 185	70; 120	174	—	60	—	280	75	100	185	159
КВБк-5	240	150; 185	240	150; 185	189	—	65	—	305	80	110	193	167
КВБк-6	—	240	—	240	202	—	70	—	324	90	120	204	177
С овальными воронками для кабелей до 10 кВ													
КВБо-1	—	—	До 16	—	158	96	45	—	215	45	80	164	138
КВБо-2	—	—	25; 35; 50	До 16	180	112	50	—	250	50	85	174	147
КВБо-3	—	—	70; 120	25; 35; 50	212	130	60	—	300	60	95	176	147
КВБо-4	150; 185	—	150; 185	70—120	244	148	65	—	340	75	110	190	163
КВБо-5	240	150; 185	240	150; 185	264	162	70	—	370	80	115	198	171
КВБо-6	—	240	—	240	282	172	75	—	395	90	125	204	175

Примечание. При оконцевании кабелей до 1 кВ в заделках КВБк и КВБо не устанавливают на воронке крышку и фарфоровые втулки.

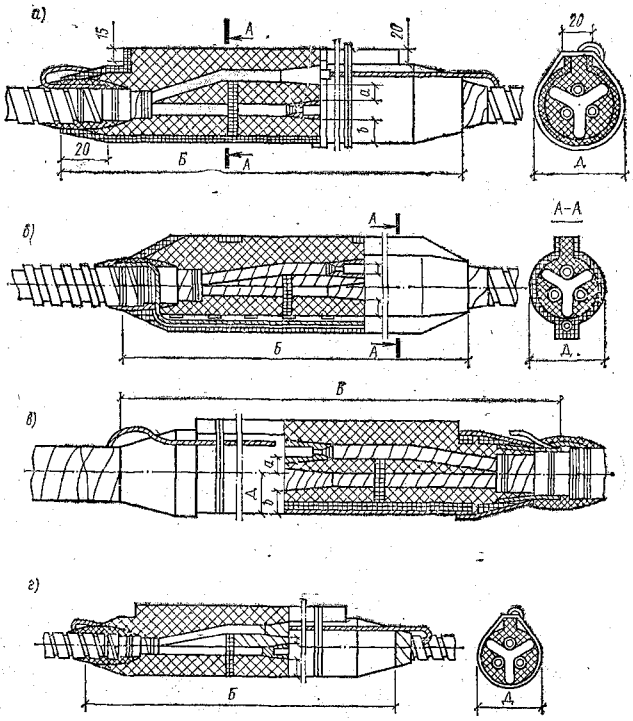


Рис. 26. Эпоксидные соединительные муфты
а — СЭп; *б* — СЭв; *в* — СЭм; *г* — СЭс

69. Соединительные эпоксидные муфты типа СЭ (рис. 26)

Типоразмер	Площадь сечения жил кабеля (мм²) при напряжении, кВ				Размеры, мм			
	1		6	10	*Б*	*Д*	*a*, не менее	*b*, не менее
	трехжильные	четырехжильные						
СЭс-1	До 10	—	—	—	330	40	8	10
СЭс-2	16—50	До 35	—	—	400	50		
СЭс-3	70—120	50—95	—	—	440	75		
СЭс-4	150—240	120—185	—	—	510	80		
СЭп-5	—	—	10—70	16—50	570	75	10	12
СЭв-5	—	—			570	85		
СЭм-5	—	—			510	77		
СЭп-7	—	—	150; 185	120; 150	660	110	10	15
СЭв-7	—	—			660	110		
СЭм-7	—	—			600	102		
СЭп-8	—	—	240	185; 240	730	120	10	15
СЭв-8	—	—			730	120		
СЭм-8	—	—			670	112		

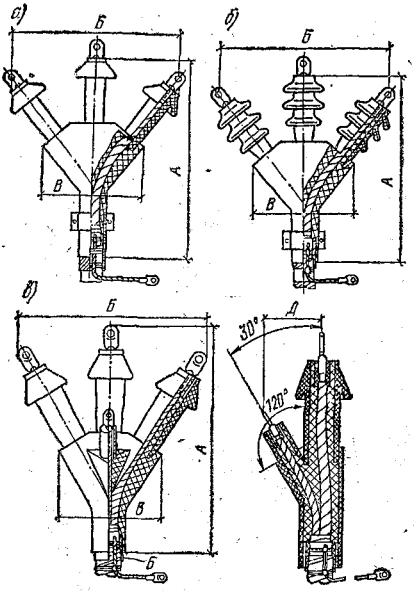


Рис. 27. Концевые эпоксидные муфты типа КНЭ
а — для трехжильного кабеля до 1 кВ; *б* — для кабеля 6—10 кВ; *в* — для четырехжильного кабеля до 1 кВ

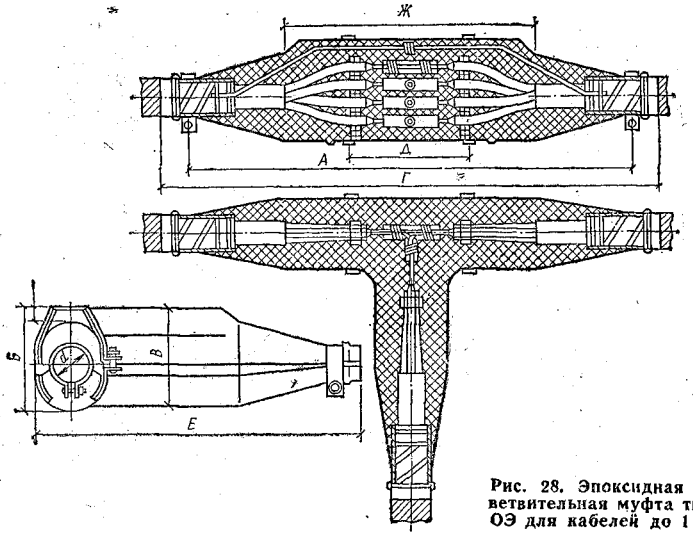


Рис. 28. Эпоксидная ответвительная муфта типа ОЭ для кабелей до 1 кВ

70. Концевые эпоксидные муфты типа КНЭ (рис. 27)

Типоразмер	Напряжение, кВ	Число жил кабеля	Площадь сечения жилы кабеля, мм²	Размеры, мм				
				А	*Б*	*В*	*Г*	*Д*
КНЭ1-I	1	3	16—120	370	290	170	65	—
КНЭ1-II		3	150—240	420	330	200	75	—
4КНЭ1-I		4	16—95	370	290	170	65	70
4КНЭ-II		4	120—185	420	330	200	75	80
КНЭ10-7	6—10	3	19—120	570	510	260	78	—
КНЭ10-II		3	150—240	620	530	250	88	—

Примечание. Толщина корпуса (размер *Г*) муфты на рис. 27 не показана.

71. Эпоксидные ответвительные муфты типа ОЭ (рис. 28)

Типоразмер	Площадь сечения основных жил кабелей, мм²		Размеры, мм							
	трехжильные	четырехжильные	*А*	*Б*	*В*	*d*	*Г*	*Д*	*Е*	*Ж*
ОЭ-1	До 25	До 16	450	92	56	35	500	110	278	260
ОЭ-2	35—70	25—50	510	112	66	40	560	125	313	305
ОЭ-3	95—150	70—120	570	132	76	47	620	170	348	360
ОЭ-4	185; 240	150—185	700	172	96	60	750	200	423	430

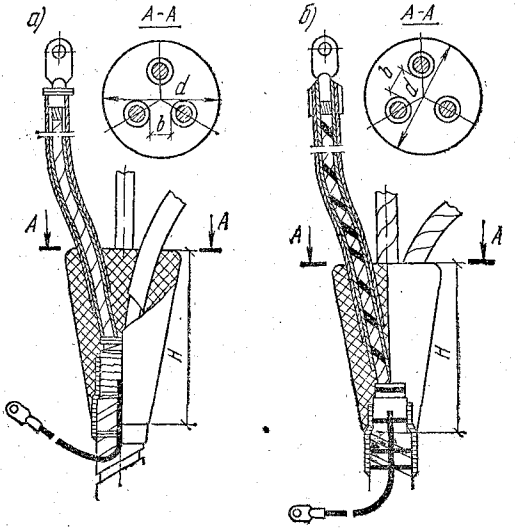


Рис. 29. Концевые заделки кабелей в эпоксидном компаунде
а — КВЭн; *б* — КВЭд

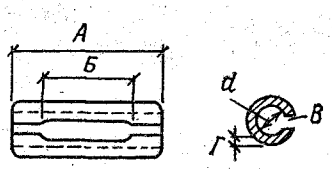
72. Эпоксидные заделки типа КВЭ внутренней установки (рис. 29)

Типоразмер	Площадь сечения жил (мм²) при напряжении, кВ				Размеры, мм		
	1		6	10	H	d	b, не менее
	трехжильные	четырехжильные					
КВЭн-1	До 10	—	—	—	125	60	6
КВЭн-2	16; 25; 35	До 16	—	—	150	70	6
КВЭн-3	50; 70	—	10; 25; 35	—	160	80	15
КВЭн-4	—	25; 35; 50	—	—	170	90	10
КВЭн-5	95	—	50	16; 25; 35	185	90	25
КВЭн-6	120; 150	—	70; 95	50; 70	190	100	25
КВЭн-7	185	—	120; 150	95; 120	195	110	25
КВЭн-8	240	—	185	150	205	120	25
КВЭн-9	—	70; 95; 120	—	—	210	130	10
КВЭн-10	—	150; 185	240	185; 240	225	135	25
КВЭд-1	До 10	—	—	—	125	60	6
КВЭд-2	16	До 16	—	—	150	70	6
КВЭд-3	25; 35; 50	—	10; 16	—	160	80	15
КВЭд-4	—	25; 35; 50	—	—	170	90	10
КВЭд-5	70; 95	—	25: 35	16	185	90	25
КЗЭд-6	120; 150	—	50; 70	25; 35	190	100	25

73. Фарфоровые втулки заделок типа КВБ

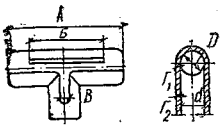
Марка	Площадь сечения жилы кабеля (мм²) при напряжении, кВ		Марка	Площадь сечения жилы кабеля (мм²) при напряжении, кВ	
	3—6	10		3—6	10
ВТ-12	До 16	—	ВТ-30	150—185	70—120
ВТ-20	25—50	До 16	ВТ-33	240	150 и 185
ВТ-25	70—120	25—50	ВТ-38	—	240

74. Медные гильзы для соединения жил кабелей пайкой

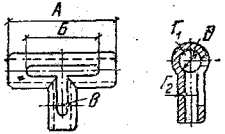


Типоразмер	Площадь сечения соединяемых жил кабеля, мм²	Размеры, мм				
		A	$Б$	$В$	$Г$	d
ГМ-16; ГМ-25 ГМ-35	16; 25; 35	50	30	1,5	1,5	6; 7; 9
ГМ-50; ГМ-70	50; 70	60	40	1,5	2	10; 12
ГМ-95; ГМ-120	95; 120	70	40	1,5	2,5	14; 16
ГМ-150; ГМ-185	150; 185	80	50	2	3	18; 2
ГМ-240	240	90	60	2	3,5	22

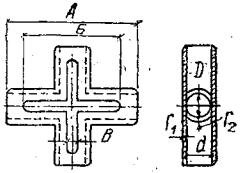
75. Медные гильзы для ответвления жил кабелей пайкой



Разъемная типа ГОР



Неразъемная типа ГОН



Крестообразная типа ГОК

Типоразмер	Площадь сечения жил кабелей, мм²		Размеры, мм						
	основных	ответвительных	*А*	*Б*	*В*	$Г_1$	$Г_2$	*D*	*d*
ГОН; ГОР; ГОК-16-16	16	16	50	30	4	2	2	6	6
ГОН; ГОР; ГОК-25-16	25	16	50	30	4	2,5	2,5	7	7
ГОН; ГОР; ГОК-25-25	25	25	50	30	4	2,5	2,5	7	7
ГОН; ГОР; ГОК-35-16/25	35	16 и 25	50	30	4	2,5	2,5	9	7
ГОН; ГОР; ГОК-35-35	35	35	50	30	4	2,5	2,5	9	9
ГОН; ГОР; ГОК-50-16/25	50	16 и 25	60	40	5	3	3	10	7
ГОН; ГОР; ГОК-50-35/50	50	35 и 50	60	40	5	3	3	10	10
ГОН; ГОР; ГОК-70-16/25	70	16 и 25	60	40	3,5	3,5	2,5	12	7
ГОН; ГОР; ГОК-70-35/50	70	35 и 50	60	40	5	3,5	3,5	12	10
ГОН; ГОР; ГОК-70-70	70	70	60	40	5	3,5	3,5	12	12
ГОН; ГОР; ГОК-95-16/25	95	16 и 25	70	40	5	4	2,5	14	7
ГОН; ГОР; ГОК-95-35/50	95	35 и 50	70	40	5	4	3	14	10
ГОН; ГОР; ГОК-95-70/95	95	70 и 95	70	40	5	4	4	14	14
ГОН; ГОР; ГОК-120-16/25	120	16 и 25	70	40	5	4	2,5	16	7
ГОН; ГОР; ГОК-120-35/50	120	35 и 50	70	40	5	4,5	3	16	10
ГОН; ГОР; ГОК-120-70/95	120	70 и 95	70	40	5	4,5	4,5	16	14
ГОН; ГОР; ГОК-120-120	120	120	70	40	5	4,5	4,5	16	16
ГОН; ГОР; ГОК-150-16/25	150	16 и 25	80	50	6	4,5	2,5	18	7
ГОН; ГОР; ГОК-150-35/40	150	35 и 50	80	50	6	4,5	3	18	10
ГОН; ГОР; ГОК-150-70/95	150	70 и 95	80	50	6	4,5	4,5	18	14
ГОН; ГОР; ГОК-150-120/150	150	120—150	80	50	6	4,5	4,5	18	18

Примечания: 1. В обозначении медных ответвительных гильз: Г — гильза, О — ответвительная; Н — неразъемная; Р — разъемная; К — крестообразная.

2. Допускаемые отклонения гильз по толщине ($Г_1$, $Г_2$) и диаметру (*D* и *d*) не более ±0,2 мм.

76. Фарфоровые распорные пластины для соединения жил кабелей в муфтах

Типоразмер пластины	Площадь сечения жил соединяемых кабелей, мм²		Типоразмер муфты	Типоразмер пластины	Площадь сечения жил соединяемых кабелей, мм²		Типоразмер муфты
	трехжильных	четырехжильных			трехжильных	четырехжильных	
Р1-3	До 16	—	М-40	Р5-4	—	150	М-60
Р2-3	25; 35	—	М-40	Р6-4	—	185	М-70
Р3-3	50; 70	—	М-50	РМ3-14	До 35	—	М-40
Р4-3	95; 120	—	М-50	РМ3-22	50—95	—	М-50
Р5-3	150; 185	—	М-60	РМ3-28	120—185	—	М-60
Р6-3	240	—	М-70	РМ3-32	240	—	М-70
Р1-4	—	До 16	М-40	РМ4-14	—	До 16	М-40
Р2-4	—	25; 35	М-50	РМ4-18	—	25—70	М-50
Р3-4	—	50; 70	М-50	РМ4-26	—	95—150	М-60
Р4-4	—	95; 120	М-60	РМ4-28	—	185	М-70

Примечание. Распорные пластины типа Р применяют при соединении в муфтах жил кабелей опрессованием или контактной сваркой, а типа РМ — при соединении пайкой.

77. Наконечники кабельные медные, закрепляемые опрессовкой (ГОСТ 7386—70)

Внутренний диаметр трубчатой части, мм	Диаметр подконтактного зажима, мм	Полная длина наконечника, мм	Трубчатая часть		Контактная часть			Длина перехода с трубчатой части в контактную, мм	Масса 1000 шт. наконечников, кг	Площадь сечения жилы, мм²	Тип жилы
			длина, мм	наружный диаметр, мм	длина, мм	ширина, мм	толщина, мм				
4	4; 5; 6	32	12	6	16	10; 12	1,4; 1,2	4	4,3	6	I—IV
5	5; 6; 8	40	15	8	20	14	1,9	5	10	10	I—IV
6	6; 8	40	15	9	20	14	2,2	5	11,6	16	I, II
7	6; 8	45	20	10	19	14	2,5	6	15,3	16; 25	III, IV; I
8	6; 8; 10	50	21	11	21	16	2,5	8	19	25; 35	II—IV; I
9	8; 10; 12	60	25	12	25	18	2,5	10	25,1	35	II
10	8; 10; 12	60	25	13	25	20	2,3	10	27,7	35; 50	III, IV, I
11	8; 10; 12	63	25	14	26	22	2,1	12	31,4	50; 70	II, III, I
13	10; 12	65	27	16	26	24	2,8	12	37,4	50; 70; 95	IV, II—IV, I
15	10; 12	75	33	19	28	28	3,4	14	66,8	95; 120	II—IV, I
16	10; 12	75	33	20	28	28	3,6	14	70,7	150	I
18	12; 16	85	34	24	35	34	5	16	142,4	120; 185	II—IV, I
19	12; 16	90	35	25	39	36	5,2	16	160,8	150	II, III

Примечания: 1. Наконечники обозначают по внутреннему диаметру трубчатой части и диаметру под контактный зажим. Например, наконечник 13-10 (ГОСТ 7386—70).

2. Наконечники могут быть изготовлены из тянутых медных труб из меди М2 (ГОСТ 617—72).

3. Фактический диаметр отверстий под контактный зажим должен быть на 0,5—1 мм больше значений, указанных в таблице.

4. Тип жилы: I — нормальной гибкости, II — гибкая, III — повышенной гибкости и IV — особо гибкая (ГОСТ 22483—77).

78. Наконечники алюминиевые серии ТА, закрепляемые опрессовкой (ГОСТ 9581—68)

Тип	Диаметр отверстия под болтовой зажим, мм	Марка жилы	Размеры, мм								Масса 100 шт. наконечников, кг
			полная длина наконечника	трубчатая часть			контактная часть			длина перехода с трубчатой части в контактную	
				длина	диаметр		длина	ширина	толщина		
					внутренний	наружный					
ТА-5,4	8,5	16Н	59	30	5,4	10	22	16,5	3,5	7	0,83
ТА-7	8,5	25Н; 25СО	62	31	7	12	22	18	4,5	9	1,15
ТА-8	10,5	35Н; 35СО	68	31	8	14	27	20	5	10	1,74
ТА-9	10,5	50Н; 50СО; 70СО	75	35,5	9	16	27	23	5,5	12,5	2,51
ТА-11	12,5	70Н; 95СО	86	39	11	18	32	25	6	15	3,57
ТА-12	12,5	70С	86	39	12	18	32	25,5	5,5	15	3,03
ТА-13	12,5	95Н; 120СО	89	41	13	20	32	28	6,5	16	4,1
ТА-14	12,5	95С; 120Н	96,5	47,5	14	22	32	33	7	17	5,4
ТА-16	17	120С; 150Н	107,5	47,5	16	24	42	34	7	18	6,4
ТА-17	17	150С	107,5	47,5	17	24	42	34	6,5	18	5,8
ТА-18	19	185Н	116,5	50,5	18	26	47	36	7,5	19	7,76
ТА-19	19	185С	116,5	50,5	19	26	47	36	7,5	19	6,9
ТА-20	22	240Н	126	53	20	28	52	40	7,5	21	8,65
ТА-22	22	240С	132	57	22	30	52	42,5	7,5	23	10,55

Примечания: 1. Контактная часть наконечников должна иметь наклон в сторону оси трубчатой части под углом 5—10°.
2. Наконечники изготовляют из крупных тянутых алюминиевых трубок марок АДМ и АД1М из отожженного алюминия.
3. Обозначения жилы: цифры — площадь жилы (мм²); буквы: Н — нормальная круглая; С — секторная многопроволочная; Г — круглая многопроволочная; СО — секторная однопроволочная.

79. **Наконечники кабельные медные серии П, закрепляемые пайкой**

Тип	Диаметр, мм		Длина, мм		Марка* жилы
	внутренний трубчатой части	отверстия под контактный зажим	трубчатой части	от начала трубчатой части до центра отверстия под контактный зажим	
П3-4	3	4,5	8	18	4Н; 4Г; 6Н
П4-4	4	4,5	10	20	6Г; 10Н
П5-5	5	5,5	12	24	10Г
П6-6	6	6,5	12	30	16Н; 16Г
П7-6	7	6,5	12	30	25Н; 25С
П8-6	8	8,5	15	35	25Г; 35Н; 35С
П9-6	9	8,5	18	40	35Г; 50Н
П10-8	10	8,5	20	43	50Г
П11-8	11	8,5	21	49	70Н
П12-10	12	10,5	22	52	70С
П13-10	13	10,5	23	55	70Г; 95Н
П14-10	14	10,5	25	60	95С; 120Н
П15-10	15	10,5	28	63	95Г; 120С
П16-10	16	10,5	28	66	120Г; 150Н
П17-12	17	12,5	30	68	150С
П18-12	18	12,5	30	68	150Г; 185Н
П19-12	19	12,5	31	69	185С

* Цифры обозначают площадь сечения жилы в мм²; буквы: Н — нормальная круглая жила, С — секторная многопроволочная жила, Г — круглая многопроволочная жила повышенной гибкости.

80. **Наконечники алюминиевые литые, закрепляемые пайкой или сваркой**

Тип	Площадь сечения жилы кабеля, мм²	Размеры, мм			Масса 100 шт. наконечников, кг
		длина наконечника	внутренний диаметр трубчатой части	диаметр отверстия под болт зажима	
ЛА-16-6	16	43,5	6	6,5	1,45
ЛА-16-8	16	46	6	8,5	1,45
ЛА-25-6	25	43,5	7,5	6,5	1,45
ЛА-25-8	25	46	7,5	8,5	1,45
ЛА-35-8	35	54	8,5	8,5	2,5
ЛА-35-10	35	54	8,5	10,5	2,5
ЛА-50-8	50	54	10	8,5	2,5
ЛА-50-10	50	54	10	10,5	2,5
ЛА-70-8	70	60	12	8,5	3,7
ЛА-70-10	70	60	12	10,5	3,7
ЛА-95-10	95	60	13,5	10,5	3,7
ЛА-95-12	95	60	13,5	13	3,7
ЛА-120-12	120	71	15	13	5,8
ЛА-150-12	150	71	17	13	5,8
ЛА-185-16	185	80	19	17	8,7
ЛА-240-16	240	80	22	17	8,7

Прокладка кабельных линий (табл. 81—99). Независимо от места и способа прокладки, рода изоляции и напряжения кабелей их прокладку, как правило, осуществляют при положительной температуре окружающего воздуха. Размотка, переноска и прокладка кабелей в холодное время без предварительного подогрева допустимы только в тех случаях, когда температура воздуха в течение 24 ч до начала прокладки не снижалась хотя бы временно до значений, приведенных в табл. 97. Кратковременные, в течение 2—3 ч понижения

температуры (ночные заморозки) не принимают во внимание, если в предыдущий период температура была положительной.

При температурах, ниже указанных в табл. 97, прокладка кабелей допустима только после их предварительного подогрева. Время прокладки при температуре воздуха от 0 до —10° С — не более 60 мин, от —11 до —19° С — не более 40 мин, от —20° С и ниже—не более 30 мин. Если прокладка в такие сроки невозможна, то в процессе работы обеспечивают постоянный подогрев кабеля либо выполняют прокладку с перерывами, во время которых кабель дополнительно подогревают. Способ прогрева кабеля выбирают в соответствии с местными условиями.

Соединение жил кабеля. Перед соединением все кабели разделывают. Медные жилы соединяют, как правило, пайкой (между собой — в гильзах, для подключения к аппарату, шине и т. д. — с помощью наконечников).

Соединять медные и алюминиевые жилы методом сплошной опрессовки при помощи гидропресса можно на кабелях до 1 кВ. Присоединение жил к наконечникам методом сплошной опрессовки применяют для кабелей до 35 кВ, а для кабелей до 1 кВ — методом «двойного зуба».

Алюминиевые жилы можно сваривать методом «сквозного литья» с применением форм с отверстиями. Формы прокаливают и погружают в минеральное масло или покрывают два раза краской. Жилы заводят в форму, сохраняя зазор между торцами 3—4 мм (предварительно торцы покрывают спирто-канифольным флюсом). Через верхнее отверстие в течение 15—45 с заливают расплавленный алюминий, нагретый до 800—850° С. Затем нижнее отверстие закрывают и алюминий заливают окончательно.

Медные жилы с алюминиевыми соединяют пайкой. Предварительно жилы облуживают соответствующими припоями. Для алюминиевых жил применяют припой А.

Алюминиевые жилы можно соединять газосваркой.

Монтаж кабельных муфт и заделок. Для соединения кабелей 3—20 кВ в свинцовой или алюминиевой оболочке применяют свинцовые, латунные или медные соединительные муфты; для линий 35 кВ — латунные или медные муфты.

Кабели напряжением до 1000 В в свинцовой или алюминиевой оболочке при прокладке в земле можно соединять в чугунных муфтах, при открытой прокладке — только в свинцовых.

Гибкие кабели выше 1000 В с резиновой изоляцией в резиновой оболочке соединяют горячим вулканизированием с покрытием противосыростным лаком.

Число соединительных муфт на 1 км вновь строящейся кабельной линии напряжением 1—35 кВ должно быть не более 6. Увеличение числа кабельных муфт до восьми на 1 км допустимо только по согласованию с энергоснабжающей организацией.

Порядок монтажа кабельных муфт:

1. После снятия с конца кабеля свинцового капора отдельные ленты изоляции проверяют на отсутствие влаги, затем изоляцию испытывают мегомметром.

2. После снятия поясной изоляции жилы кабеля фазируют (мегомметром) с выводами аппарата, шинами или жилами другого кабеля. При этом недопустимо скрещивание жил. Для изменения положения жил осторожно вращают кабель вокруг своей оси на участке длиной 10—15 м.

3. Выполняют пайку медных жил припоем ПОС-30 (над ковшом). Длительность пайки одной жилы не нормируется; обычно она не превышает 1,5 мин. Температуру припоя проверяют термопарой или термометром.

4. Припаивают свинцовую оболочку муфты к свинцовой оболочке кабеля, используя висмутовый припой или припой ПОС-30. Длительность пайки 2—3 мин.

5. В концевых муфтах и воронках дополнительное изолирование жил (поверх заводской изоляции) в пределах муфты (воронки) не требуется. При напряжении выше 1000 В обязательно устанавливают распорные изоляционные пластины, проходные втулки или изоляторы.

6. При наличии на фазной или поясной изоляции металлизированной ленты ее после разделки и соединения жил восстанавливают.

7. Все муфты на кабелях с бумажной изоляцией жил после полного окончания их монтажа подвергают прошпарке (для удаления влаги и загрязнений) путем заливки в муфту при открытых нижних отверстиях подогретой до 120—140° С массы. Прошпарка ведется до прекращения потрескивания и пенообразования вытекающей из муфты массы. Сразу после прошпарки муфту заливают массой. В процессе заливки должен быть обеспечен выход воздуха из муфты. Заливка ведется в 2—3 приема с интервалами 1,5—2 ч после усадки предыдущей порции. Включать кабель допускается спустя 2—4 ч после заливки муфты массой.

8. Концевые заделки кабелей во всех случаях заземляют. На кабельных линиях выше 1000 В корпус муфты, свинцовую (или алюминиевую) оболочку и стальную броню соединяют между собой и заземляют. Алюминиевая оболочка кабеля не должна соприкасаться с чугунным кожухом муфты.

9. В случае монтажа эпоксидных соединительных муфт при температуре окружающей среды 5° С и ниже для обеспечения отверждения компаунда используют внешний обогрев воздуха (до 20—25° С). До этой же температуры (но не выше) подогревают эпоксидный компаунд перед введением в него отвердителя.

10. Монтаж муфт при температуре окружающей среды выше 25° С (во избежание образования пор и свищей в отливке под действием высокой температуры саморазогрева эпоксидного компаунда) ведут с применением для компаундов К-115 и К-176 отвердителя (сложные амины). Кроме того, необходимы следующие меры:

защита от прямого действия солнечных лучей монтируемой муфты (палаткой или навесом) и соединяемых кабелей (засыпкой или прикрытием на всем протяжении);

дополнительное обезжиривание бумажной изоляции непосредственно перед установкой эпоксидного корпуса;

введение в корешок разделки кабеля тампона из сухой и чистой хлопчатобумажной ленты, который удаляют перед заливкой.

При отсутствии специальных отвердителей допускается использовать обычные отвердители, охлаждая компаунд перед введением в него отвердителя до температуры, не превышающей 25° С, и выполняя монтаж рано утром или ночью, когда температура воздуха не превышает 25° С.

11. Монтаж эпоксидных стопорных муфт, находящихся во время монтажа под давлением столба пропиточного состава (при больших разностях уровней расположения кабеля на трассе), допускается выполнять при температуре окружающего воздуха не выше 20° С.

12. При монтаже эпоксидных соединительных муфт при температуре воздуха выше 25° С, а эпоксидных стопорных муфт — выше 20° С для снижения давления пропитывающего состава кабеля применяют локальное замораживание его концов: на расстоянии 1 м от верхнего конца наклонной трассы кабеля устанавливают войлочный кожух, который заполняют из баллона сжиженной углекислотой до образования сухого льда.

81. Наименьшие допустимые кратности радиусов изгиба кабелей к их наружному диаметру, не менее

Одножильные с бумажной изоляцией независимо от типа оболочек и защитных покровов	25
Многожильные с обедненно-пропитанной и пропитанной нестекающим составом изоляцией в общей свинцовой или алюминиевой оболочке для каждой жилы, а также с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке поверх каждой жилы независимо от типа защитных покровов	25
Многожильные с пластмассовой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке с бумажной нормально пропитанной изоляцией в свинцовой или алюминиевой оболочке независимо от типа защитных покровов	15
С резиновой изоляцией бронированные независимо от типа оболочек	10
То же, небронированные	6

82. Кабели, рекомендуемые для прокладки в земле (траншеях)

Кабель прокладывают на трассе	С бумажной пропитанной изоляцией		С пластмассовой и резиновой изоляцией и оболочкой[4] (в процессе эксплуатации не подвергается растягивающим усилиям)
	в процессе эксплуатации не подвергается растягивающим усилиям	в процессе эксплуатации подвергается значительным растягивающим усилиям	
В земле (траншеях) с низкой коррозионной активностью			
Без блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБл, АСБ[1]	ААПл, АСПл[1] ААП2л, АСПл[1]	АВВГ[2], АПсВГ[2], АПвВГ[2], АПВГ[2], АВВБ, АПВБ, АПсВБ, АППБ, АПвПБ, АПБбШв, АПвБбШв, АВБбШв, АПсБбШв; АПАШв, АПАШп, АВАШв, АПсАШв; АВРБ, АНРБ, АВАБл, АПАБл
С наличием блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБ2л, АСБ[1]		
В земле (траншеях) со средней коррозионной активностью			
Без блуждающих токов	ААШв, ААШп, ААБл, ААБ2л, АСБ[1], АСБл[1]	ААПл, АСПл[1]	
С наличием блуждающих токов	ААШп, ААШв[3], ААБ2л, ААБв, АСБл[1], АСБ2л[1]	ААП2л, АСПл[1]	
В земле (траншеях) с высокой коррозионной активностью			
Без блуждающих токов	ААШп, ААШв[3] ААБ2лШв, ААБ2лШп, ААБв, АСБл[1], АСБ2л[1]	ААП2лШв, АСП2л[1]	
С наличием блуждающих токов	ААШп, ААБв, АСБ2л[1], АСБ2лШв[1]	ААП2лШв, АСП2л[1]	

[1] Силовые кабели в свинцовой защитной оболочке применяют при прокладке подводных линий, в шахтах, опасных по газу и пыли, а также в особо опасных коррозионных средах.
[2] Кабели на номинальное напряжение до 1 кВ включительно.
[3] Подтверждается опытом эксплуатации.
[4] Для прокладки на трассах без ограничения разности уровней.

Примечание. Кабели с пластмассовой изоляцией в алюминиевой оболочке не следует применять для прокладки на трассах с наличием блуждающих токов в грунтах с высокой коррозионной активностью.

83. Марки кабелей, рекомендуемые для прокладки в воздухе

Область применения	С бумажной пропитанной изоляцией в металлической оболочке		С пластмассовой и резиновой изоляцией и оболочкой	
	при отсутствии опасности механических повреждений при эксплуатации	при наличии опасности механических повреждений при эксплуатации	при отсутствии опасности механических повреждений при эксплуатации	при наличии опасности механических повреждений при эксплуатации
Прокладка в помещениях (туннелях), каналах, кабельных полуэтажах, шахтах, коллекторах, производственных помещениях и др.):				
сухих	ААГ, ААШв	ААБлГ	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПвВГ[1] АПВГ[1], АПвсВГ, АПсВГ	АВВБГ, АВРБГ, АВБбШв, АПвВБГ[1] АПАШв, АВАШв, АПвБбШв[1], АПвсБбШв, АПсВБГ, АПвсБГ, АПВБГ[1], АНРБГ
сырых, частично затапливаемых при наличии среды со слабой коррозионной активностью	ААШв	ААБлГ		
сырых, частично затапливаемых при наличии среды со средней и высокой коррозионной активностью	ААШв, АСШв[5]	ААБвГ, ААБ2лШв, ААБлГ, АСБлГ[5], АСБ2лГ[5], АСБ2лШв[4]		
Прокладка в пожароопасных помещениях	ААГ, ААШв	ААБвГ, ААБлГ, АСБлГ[5]	АВВГ, АВРГ, АПсВГ, АПвсВГ, АНРГ, АСРГ[5]	АВВБГ, АВВБбГ, АВБбШв, АПсБбШв, АПвсБГ, АВРБГ, АСРБГ[5]
Прокладка во взрывоопасных зонах классов:				
В-I, В-Iа	СБГ, СБШв	—	ВВГ[2], ВРГ[2], НРГ[2], СРГ[2]	ВБВ, ВБбШв, ВВБбГ, ВВБГ, НРБГ, СРБГ[5]

Продолжение табл. 83

Область применения	С бумажной пропитанной изоляцией в металлической оболочке		С пластмассовой и резиновой изоляцией и оболочкой	
	при отсутствии опасности механических повреждений при эксплуатации	при наличии опасности механических повреждений при эксплуатации	при отсутствии опасности механических повреждений при эксплуатации	при наличии опасности механических повреждений при эксплуатации
В-Iг, В-II	ААБлГ, АСБГ[5]	—	—	АВБВ, АВБбШв, АВВБбГ, АВВВГ, АВРБГ, АНРБГ, АСРБГ[5]
В-Iб, В-IIа	ААГ, АСГ[5], АСШв[5]	ААБлГ, АСБГ[5]	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АСРГ[5]	
Прокладка на эстакадах: технологических	—	ААБлГ, ААБвГ, ААБ2лШв, АСБлГ[5]	—	АВВБГ, АВВБбГ, АВРБГ, АНРБГ, АПсВБГ, АПвсБГ, АВАШв
специальных кабельных	ААШв, ААБлГ, ААБвГ[3], АСБлГ[5]	—	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ, АПвсВГ, АВАШв, АПАШв	АВВБГ, АВВБбГ, АВРБГ, АНРБГ, АВАШв, АПсВБГ, АПвВБГ, АПВБГ
по мостам	ААШв	ААБлГ		
Прокладка в блоках	—	СГ, АСГ	—	АВВГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ

[1] Для одиночных кабельных линий, прокладываемых в помещениях.
[2] Для групповых осветительных сетей во взрывоопасных зонах класса В-Iа.
[3] Применяется при наличии химически активной среды.
[4] Кабель марки АСБ2лШв может быть использован в исключительно редких случаях с особым обоснованием в проектно-сметной документации.
[5] Кабели с пластмассовой изоляцией в алюминиевой оболочке не следует применять для прокладки на трассах с наличием блуждающих токов в грунтах с высокой коррозионной активностью.

84. Кабели с бумажно-пропитанной изоляцией в металлической оболочке, рекомендуемые для прокладки в воде и в шахтах

	В воде	*В шахтах*
При отсутствии опасности механических повреждений в процессе эксплуатации	—	СШв, ААШв*
В процессе эксплуатации не подвергается значительным растягивающим усилиям	—	СБн, СБлн, СБШв, СБ2лШв, ААШв
В процессе эксплуатации подвергается значительным растягивающим усилиям	СКл, АСКл, ОСК, АОСК	СПлн, СПШв, СПл

* Кабель марки ААШв применяют в шахтах, не опасных по газу и пыли.

85. Допустимая разность уровней между высшей и низшей точками кабеля на вертикальной или крутонаклонной трассе

Тип кабеля	Допустимая разность уровней (м) для кабелей напряжением, кВ				
	1—3	6—10	20—35	1—3	6
	в свинцовой оболочке			в алюминиевой оболочке	
С нормально пропитанной бумажной изоляцией:					
бронированные	25	15	5	25	20
небронированные	20	15	5	25	20
С обедненно-пропитанной бумажной изоляцией:					
бронированные лентой в общей оболочке	100	100	100	Без ограничения	
то же, но с отдельно освинцованными жилами	300	300	300	—	—
С нестекающей пропиткой	Без ограничения				
Кабели с поливинилхлоридной и резиновой изоляцией	То же				

Примечания: 1. Приведены наибольшие разности уровней для случаев, когда на кабелях не применяются специальные устройства (например, стопорные муфты).
2. Разности уровней для кабелей с поливинилхлоридной оболочкой и резиновой изоляцией, а также с алюминиевой оболочкой и изоляцией из предварительно пропитанной бумаги на напряжение 1 кВ не ограничиваются.
3. Концевые муфты и заделки не должны допускать при указанных выше разностях уровней и нормальной нагрузке кабелей вытекания пропиточного состава.
4. Для стояков у концевых муфт кабелей с бумажной изоляцией на напряжение 20 и 35 кВ допускается разность уровней до 10 м с учетом периодической замены кабеля.

86. Наименьшие расстояния между кабельными конструкциями при их прокладке, мм*

	Прокладка в коллекторах, туннелях и кабельных помещениях	*Прокладка в кабельных каналах*
Высота	1800	не нормируется
Горизонтальное расстояние в свету конструкциями при двустороннем их расположении (ширина прохода)	1000	300
Расстояние от конструкции до стены при одностороннем расположении (ширина прохода)	900	300
Вертикальное расстояние в свету между горизонтальными конструкциями:		
для силовых кабелей числом 2—4 при напряжении, кВ:		
до 10	200	150
20—35	250	200
для силовых кабелей числом более 4	0,6 длины консоли конструкции	
для контрольных кабелей и кабелей связи	100	100
Расстояние между опорными конструкциями по длине сооружения	800—1000	800—1000
Вертикальное и горизонтальное расстояния между силовыми кабелями при напряжении, кВ:		
до 10	35, но не менее диаметра кабеля	
20—35	не менее диаметра кабеля	
Горизонтальное расстояние между контрольными кабелями и кабелями связи	не нормируется	

* Допускается местное сужение проходов до 800 мм на длине 0,5 м как при одностороннем, так и при двустороннем расположении конструкций.

87. Расстояния между опорными конструкциями, м

Опора	Характеристика кабеля	Горизонтальная прокладка	Вертикальная прокладка
Кабельная конструкция	Кабели всех типов	0,8—1	2
	Небронированные с резиновой изоляцией мелких сечений	0,5	0,7
Лотки	Кабели диаметром до 18—20 мм	2,4	2,4
	То же, свыше 20 мм	1,6	1,6

Примечания: 1. При горизонтальной прокладке бронированных и небронированных кабелей в алюминиевой оболочке через каждые 40—50 м должен быть устроен разрыв между соседними конструкциями, равный по ширине двойному расстоянию между конструкциями, указанному в таблице. 2. Между небронированными кабелями в свинцовой оболочке и конструкциями должны быть уложены мягкие прокладки из толя или рубероида толщиной не менее 2 мм.

88. Выбор типа соединительных муфт для силовых кабелей с бумажной изоляцией

Тип муфт	Напряжение кабеля, кВ	Указание по применению
Эпоксидная СЭп	1; 6; 10	Следует применять
Эпоксидная СЭс	1	То же
Чугунная СЧ и СЧм	1	Допускается
Эпоксидная СЭс	6; 10	»
Свинцовая СС	6; 10	Следует применять
Латунная СЛО	20; 35	То же
Эпоксидная СЭО	20; 35	Допускается в опытно-промышленную эксплуатацию

89. Выбор типа концевых муфт наружной установки для силовых кабелей с бумажной изоляцией

Тип муфты	Напряжение кабеля, кВ	Указание по применению
Мачтовая КМ	1; 6; 10	Следует применять
Эпоксидная КНЭ	1; 6; 10	То же
Концевая с вертикальными выводами КН	6; 10	»
Концевая однофазная КНО	6; 10; 25; 35	»
Концевая эпоксидная однофазная КНЭО	25; 35	Допускается в опытно-промышленную эксплуатацию

Примечание. Муфты наружной установки применяют для присоединения кабелей как к открыто установленным аппаратам, так и к воздушным линиям.

90. Выбор муфт и заделок для силовых кабелей с пластмассовой изоляцией

Тип муфты или заделки	Напряжение кабеля, кВ	Указание по применению
Концевая заделка внутренней установки с поливинилхлоридными лентами типа ПКВ	1; 6; 10	Следует применять в сухих помещениях
Концевая заделка внутренней установки с поливинилхлоридными лентами и эпоксидным корпусом типа ПКВэ	1; 6; 10	Следует применять в сырых помещениях
Соединительная эпоксидная муфта ПСЭс или СЭ*	1; 6; 10	Следует применять
Соединительная чугунная муфта СЧм	1	Допускается
Концевые муфты наружной установки эпоксидные КНЭ и ПКНЭ*	1; 6; 10	Рекомендуется

* Муфты типа СЭ и КНЭ той же конструкции, что и муфты для кабелей с бумажной изоляцией.

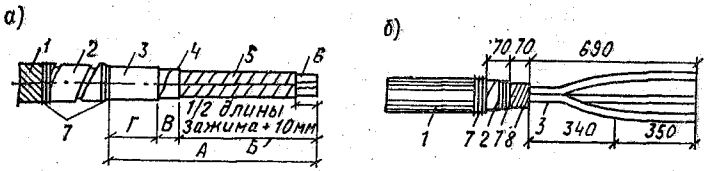
91. Выбор типа концевых заделок внутренней установки для силовых кабелей с бумажной изоляцией

Тип	Напряжение кабеля, кВ	Для разности уровней 10 м и более (для нижней заделки)	Для помещений						
			сухих (относительная влажность не более 60%)	влажных (относительная влажность 61—75%)	сырых и особо сырых (относительная влажность более 75%)	жарких, сухих	с проводящей пылью	с химически активной средой (кроме взрывоопасной)	пожароопасных*
Эпоксидная с наиритовыми трубками КВЭн**	1; 6; 10	Следует применять	Следует применять	Рекомендуется	Допускается	Следует применять	Рекомендуется при условии периодической чистки	Рекомендуется при условии предохранения от контакта с химическими и активными веществами в жидком виде	Рекомендуется
Эпоксидная с двухслойными трубками КВЭд	1; 6; 10	То же	Рекомендуется	Следует применять		Рекомендуется	То же	То же	Допускается
Сухая с поливинилхлоридными лентами и лаками КВВ***	1; 6; 10	Не следует применять	То же	Не следует применять		Не следует применять	Не следует применять	»	Рекомендуется
Резиновая перчатка КВРз (с заполнением)	6	То же	»	Допускается	То же	Допускается	То же	Допускается	Не следует применять
Резиновая перчатка КВР (без заполнения)	1	»	Следует применять	Рекомендуется	Допускается только в сырых помещениях	Допускается	Допускается при условии периодической чистки	Допускается при условии предохранения от контакта с активными химическими веществами в жидком виде	Допускается
	6	»	Допускается	Не следует применять		То же	Не следует применять	То же	То же

	10	»	Допускается в опытном порядке по согласованию с управлением энергосистемы	Не следует применять		Допускается	Не следует применять	Допускается в опытном порядке по согласованию с управлением энергосистемы	Допускается в опытном порядке по согласованию с заказчиками или энергосистемами
Свинцовая перчатка КВС	1; 6; 10	Допускается	Допускается	Допускается	Допускается	То же	То же	Допускается	Допускается
Стальная воронка с битумной массой КВБ	1; 6; 10	Не следует применять	То же	То же	То же	Не следует применять	»	Не следует применять	Не следует применять
Эпоксидная КВЭО	20; 35	—	Следует применять				Рекомендуется при условии периодической чистки	Рекомендуется при условии предохранения от контакта с химически активными веществами в жидком виде	Рекомендуется

* Согласно ПУЭ, УП-4-38 специальных требований к кабельным линиям в пожароопасных помещениях не предъявляют.
** Применение заделок КВЭн в сырых и особо сырых помещениях допускается впредь до разработки более надежных заделок для этих помещений.
*** Применение заделок КВВ рекомендуется при разности уровней до 5 м и допускается при разности уровней до 10 м.

92. Разделка кабелей с медными и алюминиевыми жилами (СБ, АСБ и им подобных) для монтажа соединительных муфт



Напряжение, кВ	Площадь сечения жилы, мм²	Размеры разделки, мм				Намотка изоляции, мм	
		А	Б	В	Г	длина	толщина
До 1	16—35	165	110	10		125	2,5
	50—95	190	130	15		125	2,5
	120—150	210	150	15	45	125	3
	185—240	230	170	15		150	3
	240—300	240	180	15		150	3
До 3	16—35	210	130			125	3
	50—95	230	150	20	60	125	3
	120—150	250	170			150	3,5
	185—240	270	190			150	3,5
До 6	16—95	275	185	25	65		
	120—150	330	240	25	65	150	5
	185—240	355	255	25	75		
До 10	16—35	275	180		65		
	50—95	290	195		65	175	7
	120—150	355	250	30	75		
	185—240	380	275		75		

Примечание. Обозначения на рисунке: *а* — разделка кабеля СБ; *б* — разделка кабеля АСБ; *1* — оплетка из пряжи; *2* — стальная броня; *3* — свинцовая оболочка; *4* — поясная изоляция; *5* — изоляция жилы; *6* — жила; *7* — проволочный бандаж; *8* — тканевая намотка

93. Выполнение соединений кабелей на вертикальных и наклонно-протяженных участках трассы

Изоляция кабеля по зонам прокладки		Муфта
верхняя	нижняя вертикальная или наклонно протяженная	
Обедненно-пропитанная	Обедненно-пропитанная	Соединительная
Нестекающий пропиточный состав	Нестекающий пропиточный состав	То же
Нормально-пропитанная	Обедненно-пропитанная:	
	для кабеля в общей металлической оболочке	Стопорная
	для кабеля с отдельно освинцованными или с отдельно опрессованными алюминиевыми жилами	Стопорно-переходная
Нормально-пропитанная	Нормально-пропитанная	Стопорная

94. Способы оконцевания, соединения и ответвления алюминиевых жил силовых кабелей 1—35 кВ

Способ	Площадь сечения жил кабеля, мм²	Указание по применению
Оконцевание		
Опрессовка с применением трубчатых наконечников (ГОСТ 9581—68)	16—240	Следует применять
Термитная сварка с применением наконечников со стержнем	300—800	То же
Пайка с применением наконечников со ступенчатой разделкой концов жил и непосредственным сплавлением припоя	16—150	Допускается
Электросварка контактным разогревом:		
с применением литых наконечников (ГОСТ 7387—77)	16—240	»
с применением флажковых и угловых наконечников	300—800	Рекомендуется
Газовая сварка с применением литых наконечников (ГОСТ 7387—77): пропан-кислородная, бензино-кислородная, ацетилено-кислородная	16—240	Допускается
Соединение		
Термитная сварка стыковых соединений (с применением патронов типа А)	16—800	Следует применять
Опрессовка с применением гильз	16—240	Рекомендуется до 1 кВ площади сечения до 95 мм². Допускается до 6—10 кВ
Пайка:		
поливом	16—240	Рекомендуется
непосредственным сплавлением припоя	16—150	Допускается
Электросварка контактным разогревом в открытых формах стыковых соединений	16—240	»
Газовая сварка в открытых формах	16—240	»
Ответвление		
Газовая сварка в открытых формах	16—240	Следует применять до 1 кВ
Пайка со ступенчатой разделкой жил и непосредственным сплавлением припоя	16—95	Допускается до 1 кВ

Примечания: 1. Соединение в муфтах жил алюминиевых кабелей опрессовкой для электростанций мощностью 50 МВ·А и более, районных подстанций и кабельных сетей энергосистем городов республиканского, краевого, областного, окружного подчинения, а также для кабелей, прокладываемых в туннелях, применяют при напряжении до 1 кВ включительно и площади сечения до 95 мм².

2. Наконечники (ГОСТ 9581—68 и ГОСТ 7387—77) используют при монтаже концевых заделок. При монтаже концевых муфт применяют специальные наконечники, поставляемые комплектно с муфтами.

95. Способы оконцевания, соединения и ответвления медных жил силовых кабелей 1—35 кВ

Способ	Площадь сечения жил кабеля, мм²	Указание по применению
Оконцевание		
Опрессовка с применением наконечников (ГОСТ 7386—70)	4—240	Следует применять
Пайка с применением наконечников серии П	1,5—240	Допускается
Соединение		
Опрессовка с применением гильз (ГОСТ 7388—70)	16—240	Следует применять
Пайка с применением гильз (ГОСТ 5676—76)	4—240	Рекомендуется
Ответвление		
Пайка с применением гильз	16—185	Следует применять

Примечания: 1. Наконечники, указанные в таблице, применяют при монтаже концевых заделок; при монтаже концевых муфт используют специальные наконечники, поставляемые комплектно с муфтами.
2. Для соединения жил в муфтах на напряжение 35 кВ применяют специальные гильзы.

96. Параметры подогрева кабеля электрическим током

Число и площадь сечения жил кабеля, мм²	Наибольший допустимый ток, А	Напряжение питания кабеля (при длине 300 м), В	Примерное время прогрева (мин) при температуре воздуха, °С		
			0	—10	—20
3×10	76	69	60	75	95
3×16	102	58	60	75	95
3×25	130	48	70	90	105
3×35	160	42	75	95	110
3×50	190	34	90	110	135
3×70	230	30	100	120	150
3×95	285	27	100	125	150
3×120	330	25	110	140	170
3×150	375	23	125	150	185
3×185	425	17	135	165	210
3×240	490	16	150	190	235

Примечание. Температура наружной брони не должна превышать 25° С для кабелей 25—35 кВ; 35° С—для кабелей 6—10 кВ и 40° С — для кабелей на напряжение менее 6 кВ.

97. Допустимые температуры окружающего воздуха при прокладке кабелей без подогрева

	Температура, °С, не ниже
С бумажной изоляцией, нормально- и обедненно-пропитанной маслоканифолевым составом, напряжением до 35 кВ в металлической оболочке с защитным покровом и без него	0
С бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, напряжением до 35 кВ в металлической оболочке с защитным покровом и без него	5
С пластмассовой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке напряжением 1—35 кВ с защитным покровом и без него	0

С пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке напряжением 0,5 и 0,66 кВ:

с защитным покровом	—7
без защитного покрова	—15

С резиновой изоляцией в резиновой, поливинилхлоридной или свинцовой оболочке:

с защитным покровом	—7
без защитного покрова в неметаллической оболочке	—15
без защитного покрова в металлической оболочке	—20

98. Оценка состояния изоляции силовых кабелей, находящихся в эксплуатации

Вид кабеля	Номинальное напряжение, кВ	Приложенное выпрямленное напряжение, кВ	Ток утечки, мкА	Коэффициент асимметрии
			для нового кабеля/для находящегося в эксплуатации	
Линейный трехжильный	35	100	150/300	1,25/1,75
	20	60	150/300	1,25/1,75
	10	40	120/250	1,5/2
	6	25	75/150	1,5/2
	3	12	50/100	2/2,5
	2	8	35/70	2/2,5
Генераторный и трансформаторный трехжильный	35	100	60/150	1,25/1,75
	20	60	60/150	1,25/1,75
	10	40	50/120	1,5/2
	6	25	30/75	1,5/2
	3	12	20/50	2/2,5
Линейный одножильный	6	25	100/200	—
Генераторный и трансформаторный одножильный (или трехжильный, работающий как одножильный)	6	25	40/100	1,5/2

Примечание. Под линейными кабелями понимают кабели длиной свыше 0,25 км, имеющие несколько строительных длин; под генераторными и трансформаторными—кабели в пределах одной строительной длины до 0,5 км. Пересчет на длину не требуется.

99. Нахождение места повреждения кабельной линии

Вид повреждения	Переходное сопротивление в месте повреждения, Ом	Пробивное напряжение в месте повреждения, кВ	Рекомендуемый метод нахождения места повреждения
Замыкание между фазами	0—100	0	1. Импульсный. 2. Индукционный

Продолжение табл. 99

Вид повреждения	Переходное сопротивление в месте повреждения, Ом	Пробивное напряжение в месте повреждения, кВ	Рекомендуемый метод нахождения места повреждения
Замыкание фазы на землю	0—100	0	1. Импульсный. 2. Индукционный (индукционно-коммутационный)
	До 5000	Близко к нулю	1. Импульсный. 2. Петлевой. 3. Акустический
Обрыв жил	10^6 и более	Больше испытательного (нет пробоя)	1. Импульсный. 2. Емкостный
Обрыв жил с неметаллическим замыканием на землю в месте обрыва	Более 5000	Меньше испытательного	1. Импульсный. 2. Емкостный. 3. Акустический
Заплывающий разряд в муфте	10^6 и более	То же	1. Баллистического гальванометра. 2. Акустический

3. ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

3.1. Электрооборудование трансформаторных подстанций и электрических распределительных устройств (табл. 100—126).

Временные трансформаторные подстанции. Комплектные трансформаторные подстанции внутренней установки (КТП и наружной установки (КТПН) состоят из силовых трансформаторов, комплектных распределительных устройств внутренней (КРУ) и наружной (КРУН) установки напряжением до 1000 и выше 1000 В, устройств защиты, измерения, управления и вспомогательных элементов.

КРУ (КРУН) поступают в собранном или полностью подготовленном для сборки виде и состоят из шкафов со встроенными в них аппаратами для коммутации, управления, измерения, защиты и регулирования совместно с их несущими конструкциями, кожухами, электрическими соединениями и вспомогательными элементами.

Строительство временных трансформаторных подстанций при отсутствии инвентарных комплектных устройств ведут в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок» — ПУЭ (М., Атомиздат, 1978) по упрощенной схеме: с одной системой шин (при необходимости секционированных) без силовых выключателей на вводах. Используют трансформаторные подстанции однотрансформаторного исполнения с наружной установкой трансформатора (при условии надежного ограждения); широко применяют глухие ответвления (отпайки) или установку на этих ответвлениях разъединителей.

Трансформаторные подстанции на напряжение 35 кВ, как правило, выполняют с короткозамыкателями и в необходимых случа-

ях — с отделителями. Масляные выключатели (или другие высоковольтные выключатели) применяют только в тех случаях, когда разъединители в комплекте с предохранителями или короткозамыкателями по техническим данным не могут быть использованы.

Подстанции строительной площадки проектируют с учетом эксплуатации их без постоянного дежурного персонала с применением устройств автоматики.

Комплектные распределительные устройства высокого напряжения. Технические характеристики комплектных распределительных устройств внутренней и наружной установки напряжением до 10 кВ стационарного и выдвижного (выкатного) исполнения даны в табл. 100—103. КРУ стационарного исполнения отличаются от КРУ выкатного исполнения простотой конструкции и несколько меньшим размером шкафов (по глубине). К недостаткам их следует отнести то, что потребитель в случае выхода из строя коммутационного аппарата, отключается на время, необходимое для ремонта аппаратуры; значительно увеличиваются затраты труда на производство ревизий основных аппаратов КСО; открытое незащищенное исполнение конструкций, сборные шины проложены открыто; шкафы предусматривают размещение и монтаж лишь упрощенных схем вторичных соединений; значительно большие размеры по высоте и ширине шкафа и др.

На рис. 30 изображена сетка схем первичных соединений шкафов КРУ серии КРУ2-10. Применение в КРУ2-10 специального выключателя ВМП-10К, рассчитанного на встраивание в КРУ, позволило уменьшить габариты шкафов по сравнению с КРУ, в которых

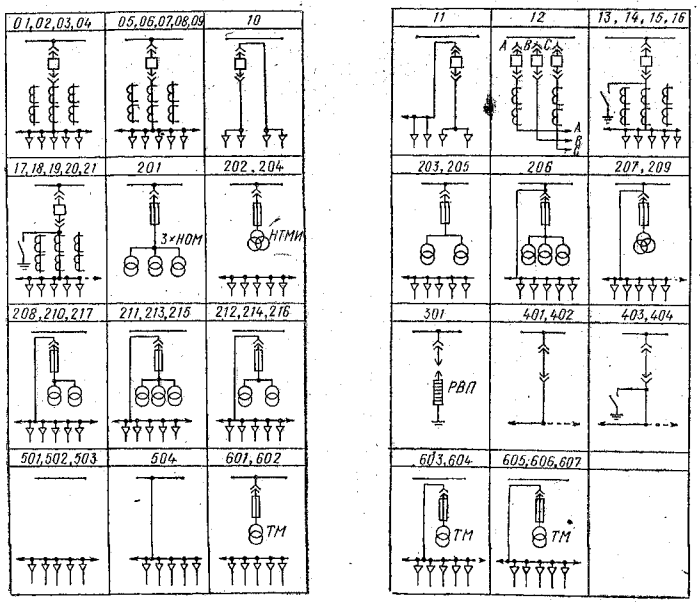


Рис. 30. Схемы первичных соединений шкафов серии КРУ2-10

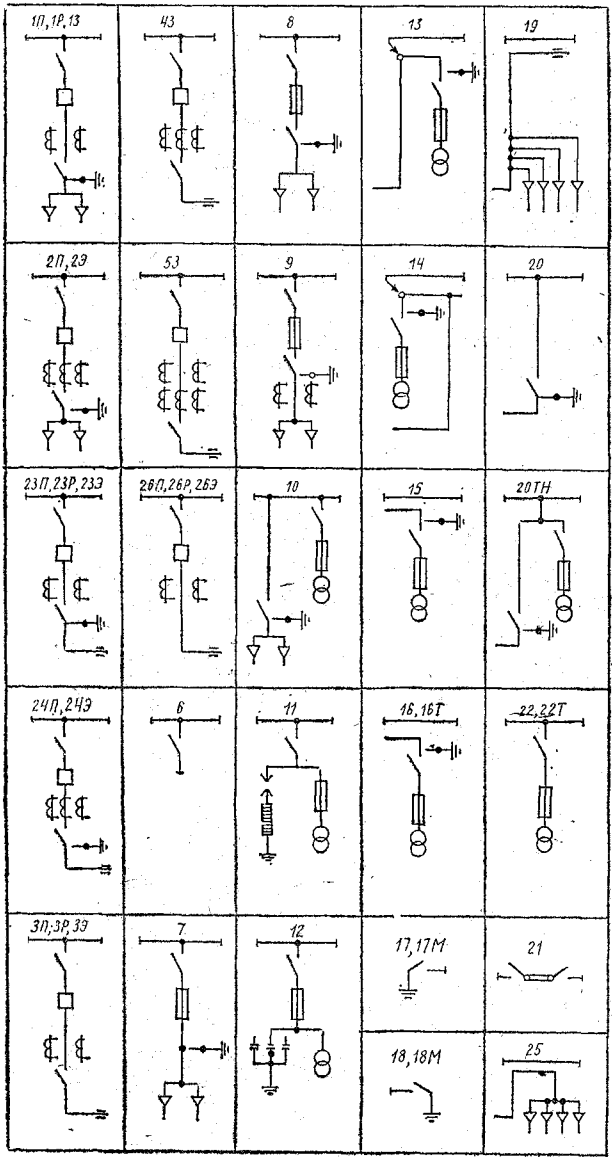


Рис. 31. Схемы первичных соединений камер серии КСО-266

ранее устанавливали выключатель ВМГ-133 (КРУ серий КР-10-У4 и К-III-У).

КРУ серии КРУ2-10 имеют исполнения: КРУ2-10П — шкафы с пружинными приводами; КРУ2-10Э — шкафы с электромагнитными приводами. В шкафах КРУ2-10 сборные шины отделены от отсека выключателя сплошными металлическими перегородками и проходными изоляторами, что обеспечивает локализацию аварий в пределах поврежденного электрического элемента.

Комплектные распределительные устройства с камерами серий КСО-266 и КСО-366 (рис. 31—33), заменяющие КСО-2УМ и КСО-3, отличаются от них тем, что разъединители и выключатели нагрузки снабжены стационарными заземляющими ножами и блокировкой, исключающей ошибочные операции. На рис. 31 и 32 указано максимальное количество кабельных присоединений.

Дальнейшей модернизацией камер КСО-266 является серия КСО-272, в которой применены выключатели ВМГ-10 с приводами ПП-67. Принципиальная компоновка камер осталась без изменений.

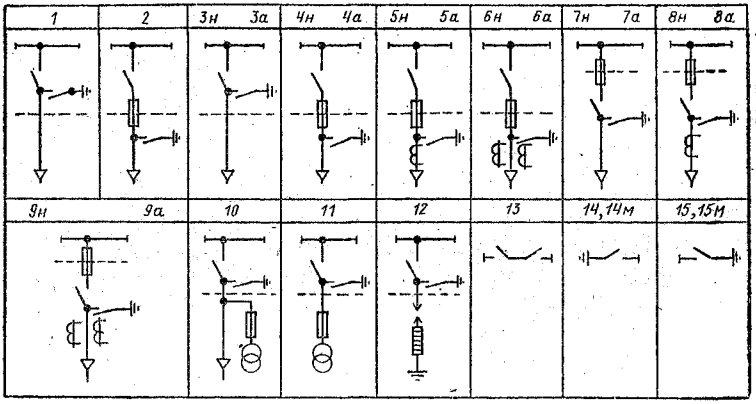


Рис. 32. **Схемы первичных соединений камер серии КСО-366**

— — — — защитная инвентарная перегородка; *а* — привод выключателя автоматический; *н* — то же, неавтоматический; *м* — наличие привода к разъединителю, установленному на шинном мосту; камера № 10 — трансформаторы напряжения НОМ-6 или НОМ-10; камера № 11 — трансформаторы напряжения НТМИ-6, НТМИ-10, НТМК-6 или НТМК-10

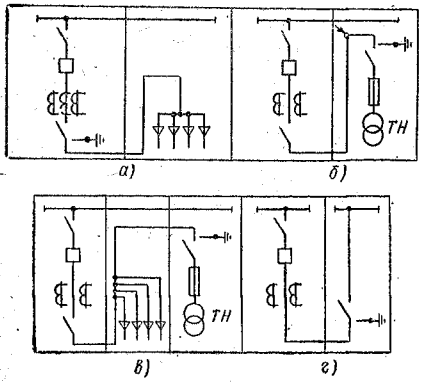


Рис. 33. **Типовые варианты комплектования электрических присоединений, собираемых из камер серии КСО-266**

а — ввод или отходящая линия; *б* — ввод от силового трансформатора и трансформатор напряжения; *в* — ввод и трансформатор напряжения; *г* — секционный выключатель

100. Комплектные распределительные устройства 6—10 кВ внутренней установки выкатного исполнения (ТУ 16-536-041-69, ТУ 16-536-081-76, ТУ 34.1477-70, ТУ 34-1476-70)*

Характеристика	КРУ2-10	КРУ2-10Э/Э	КРУ2-10Э-2750	К-XII	К-XV	К-XXVI	К-XXVII
Номинальное напряжение, кВ	6; 10	6; 10	6; 10	6; 10	6; 10	6; 10	6; 10
Номинальный ток, А	630; 1000; 1600	630; 1000	2000; 2750	600—1500	2000; 2750	630—1600	2000; 2750
Тип выключателя	ВМПЭ-10, ВМПП-10/1000	ВЭМ-10Э-1000/12,5	ВМП-10Э-3000	ВМП-10К, ВМП-10П	ВМП-10Э-3000	ВМПЭ-10-1600/31,5	ВМПЭ-10-3200-31,5
Тип привода к выключателю	ППМ-10; ПЭ-11	ПЭГ-6	Встроенный ПЭВ-12	ПЭ-11; ПП-67	Встроенный ПЭВ-12	Встроенный ПЭВ-11А	Встроенный ПЭВ-12А
Количество и площадь сечения силовых кабелей, мм²	5 (3×240)	4 (3×240)	—	4 (3×240)	—	4 (3×240)	—
Габарит, мм:							
ширина	900	900	1350	900	1350	900	1350
глубина**	1660	1660	1660	1700 (1350)	1700 (1350)	1700 (1350)	1700 (1350)
высота***	2380 (2600)	2350	2376 (2600)	2400	2800	2400	2800
Масса, кг	1200	1180—1300	1770	900	1600	1000	1700
Оптовая цена шкафа, руб.	950—1500	3600	2200—2600	900—1700	2500	1500—2000	3000—3500

* Электродинамическая стойкость 52 кА (для К-XXVI и К-XXVII—80 кА).
** В скобках дана глубина шкафа без тележек.
*** В скобках указана высота шкафа при установке релейного шкафа высотой 910 мм.

101. Комплектные распределительные устройства до 10 кВ внутренней установки стационарного исполнения (каталоги 02.12.10-71, вып. II, 02.12-01-69, 02.12.27-79)

Характеристика	КСО-266	КСО-366	КСО-272
Номинальное напряжение, кВ	6; 10	6; 10	6; 10
Номинальный ток, А	400; 600; 1000	200; 400; 630	400; 630; 1000
Тип выключателя	ВМГ-10; ВМП-10; ВНП-17; $ВНП_3$-16; $ВНП_3$-17	ВН-16; ВНП-16; ВНП-17; $ВНП_3$-16; $ВНП_3$-17	ВМГ-10; ВМП-10; ВЭМ-10Э
Тип привода к выключателю	ПП-67; ПЭ-11; ПР-17; ПРА-17; ПР-10	ПР-17; ПРА-17; ПР-10	ПЭ-11; ПП-67; ППВ-10
Количество и площадь сечения силовых кабелей, $мм^2$	3 (3×185)	2 (3×185)	3 (3×185)
Габарит шкафов, мм:			
ширина	1000	1000	1000
глубина	1200	1000	1200
высота	3085	2080	2900
Масса, кг	800	300	650—900
Оптовая цена шкафа с выключателем, руб.	800—1000	145—200	750—900

Примечание. Электродинамическая стойкость 52 кА (для КСО-366—30 кА); ток термической устойчивости для промежутка 10 с — 14 кА (для КСО-366 четырехсекундный ток — 10 кА).

102. Шкафы комплектных распределительных устройств до 10 кВ наружной установки выкатного исполнения (ТУ 34-1460-70; ТУ 34.1487-70, каталог 02.12.12-75)

Характеристика	К-VIУ	К-IX	К-37; К-39	К-33	К-34; К-38
Номинальное напряжение, кВ	6; 10	6; 10	6; 10	6; 10	6; 10
Номинальный ток, А	400; 630; 1000	1400	630; 1000; 1600	2500; 3000	400; 630
Тип выключателя	ВМП-10К; ВМПП (Э)-10	ВМП-10К; ВМПП (Э)-10	ВМПП-10; ВМПЭ-10	ВМП-10Э-3000	ВВМ-10
Тип привода к выключателю	ПЭ-11; ПП-67	ПЭ-11; ПП-67	Встроенный пружинный	ПЭВ-12	Встроейный пружинный

Продолжение табл. 102

Характеристика	К-VIУ	К-IX	К-37; К-39	К-33	К-34; К-38
Количество и площадь сечения силовых кабелей, мм²	3 (3×240)	—	4 (3×240)	—	2 (3×240)
Габарит шкафов, мм:					
ширина	1000	1000	900 (1350)	1350	750
глубина	1800	1800	1600 (1250)	1600	1400
высота	2450	2450	2400	2400	1600
Масса, кг	1460	—	1400	1700	500

Примечание. Электродинамическая стойкость 52 кА (для К-34 и К-38—25 кА); номинальный ток отключения — 20 кА (для К-34 и К-38 — 10 кА). Шкафы серий К-34 и К-38 являются дальнейшей модернизацией шкафов К-30 с применением росоустойчивой аппаратуры. Шкафы К-37 и К-39 — модернизация ранее выпускавшихся КРУН серии К-XIII. Шкафы К-33 применяются для ввода и секционирования шкафов К-37 и К-39.

103. Шкафы комплектных распределительных устройств наружной установки до 10 кВ стационарного исполнения (каталоги МЭП 02.12.18-74, 02.12.28-77)

Характеристика	К-III	КРУН-6 (10) Л	КРН-10у
Номинальное напряжение, кВ	6; 10	6; 10	6; 10
Номинальный ток, А	630	630; 1000; 1600	До 630
Тип выключателя	ВМГ-10	ВМПП-10; ВМПЭ-10	ВМГ-10
Тип привода к выключателю	ПП-67	Встроенный пружинный	ПП-67
Количество и площадь сечения силовых кабелей, мм²	Воздушный ввод	3 (3×240)	Воздушный ввод
Габарит, мм:			
ширина	1000	1000	1000
глубина	1470	1800	1150
высота	2800	2490	2900

Примечание. Ток динамической стойкости шкафов (амплитудное значение)—52 кА, для КРН-10у—51 кА. Четырехсекундный ток термической стойкости для шкафов КРН-10у на 630 А—16 кА, на 1000 и 1600 А—20 кА.

104. Комплектные трансформаторные подстанции 6—10 и 35 кВ

Тип	Мощность, кВ·А	Напряжение, кВ	Габарит, мм	Масса, кг	Оптовая цена, руб.	Номер технических условий
Для внутренней установки						
КТП-250-630	250—630	6; 10	700×700×900 / 385×855×2000	125—133 / 160—600	170—190 / 415—1145	ТУ 16.530.027-67
КТП-М-630	630					
КТП-400	400	6; 10	1200×800×2370 / 750×820×2140	400—600 / 130—380	255—485 / 170—510	ТУ 16.530.104-70

Продолжение табл. 104

Тип	Мощность, кВ·А	Напряжение, кВ	Габарит, мм	Масса, кг	Оптовая цена, руб.	Номер технических условий
КНТП-400	400	6; 10	1200×900×2507 / 800×1300×2200	515 / 430—600	1750 / 2000—3000	ТУ 16.10.530.092-70
КНТП-630-1000	630; 1000	6; 10	1200×825×2371 / 800 (1200)×1300×2274	460—500 / 427—758	485—520 / 915—1255	ТУ 16.530.066-71
КТП-630-1000	630; 1000	6; 10	1200×825×2371 / 750×820×2140	400—600 / 248—850	255—485 / 340—1450	Каталог МЭП 03.06.14-77
КТПМ-1000-1600	1000; 1600	6; 10	1200×860×2461 / 600× (1000)×1556×2200	600 / 700—1400	750 / 3500—5600	ТУ 16.530.122-72

Для наружной установки

КТП-25; КТП-40	25; 40	6; 10	2740×1300×1300	360	255	ТУ 16.530.059-70
КТП-63; КТП-100	63; 100	6; 10	2740×1300×1300	390	320; 330	
КТП-160	160	6; 10	2740×1300×1300	390	340	ТУ 16.530.059-70
КТП-250	250	6; 10	2900×1500×2100	550	585	
КТПН-72-160	160	6; 10	2270×3340×2670 (5140)	1200—1500	850—1000	ТУ 36.1637-73
КТПН-72-250	250					
КТПН-72-400	400	6; 10	2270×3340×2670 (5140)	1500—2000	1000—1200	ТУ 36.1637-73
КТПН-72-630	630					
СКТП-35: с ПСН-35 с выключателем	 630—1000 2500—6300	 35/6 (10) 35/6 (10)	 Площадь 16×20 м Площадь 28×36 м	Прейскурант № 15-05, ч. I, раздел X, поз. 10-009		ТУ 34.1426-71
КТП-100/35	100	35/0,4	Площадь 5×6 м	600 (без тр—ра)		ТУ 16.530.059-70

Примечания: 1. В числителе — на стороне 6(10) кВ, в знаменателе — на стороне 0,4 кВ.
2. На рис. 34 показаны схемы первичных соединений шкафов 6(10) и 0,4 кВ, применяемых для КТП-250-630 Армэлектрозавода.

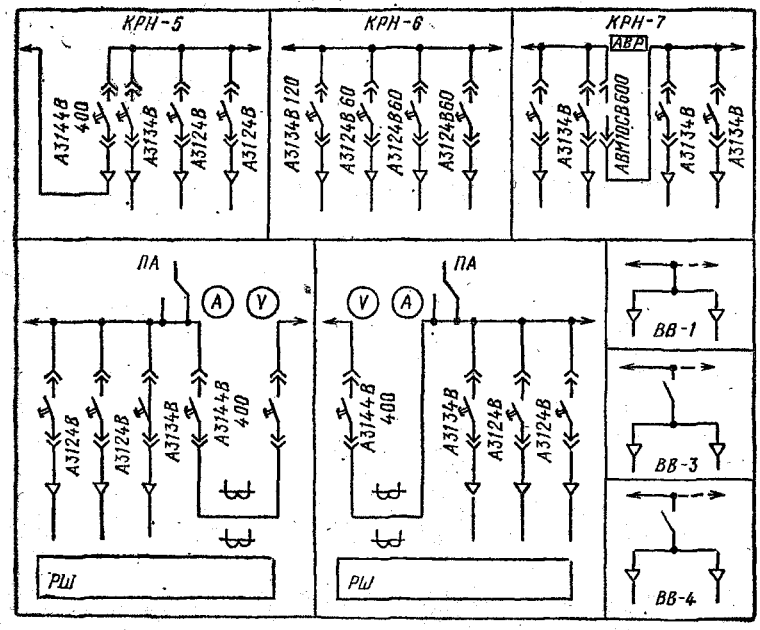
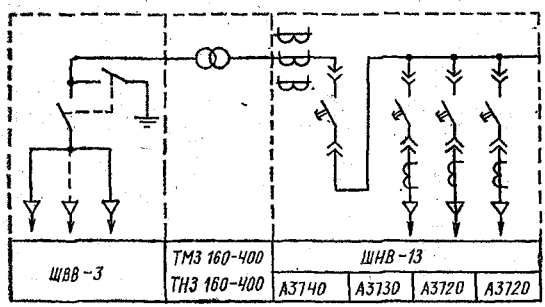
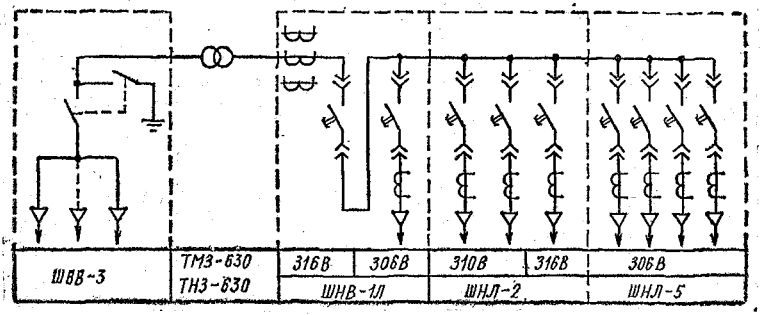


Рис. 34. Сетка схем первичных соединений КТП-250... КТП-630

РШ — распределительный шкаф



а



б

Рис. 35. Принципиальная схема электрических соединений КТП-160... КТП-1600 единой серии

а — мощностью 160—400 кВ·А; *б* — 630 кВ·А

105. Комплектные трансформаторные подстанции 6-10/0,4 кВ внутренней установки

Тип	Номинальная мощность, кВ·А	Тип силового трансформатора	Тип шкафов на стороне ВН	Тип шкафов на стороне НН	Тип коммутационных аппаратов		
					на стороне ВН	на вводе и секционировании 0,4 кВ	на отходящих линиях 0,4 кВ
КТП-250-630 КТПМ-630	250—630 630	ТМФ	ВВ (1, 3, 4)	КРН (1, 2, 3); КРН (5, 6, 8, 9); КРН-5;	РВ-10 с ПК-6 (10)	АВ-15СВ	А3144В; А3134В; А3124В
КТП-400	400	ТМФ-400/6 (10)	ВВ (1, 2, 3)	КБ (1, 2, 3); КБ-4; КБ-5 (а, б)	РВ-10/600 с ПК-6 (10)	АВМ-10СВ	БПВ (1, 2) с ПН-2
КНТП-400	400	ТСЗ-400/6 (10)	ШВВ-3	ШН-9; ШН-6; ШН-7; ШН-11	ВН-11	А3144В	А3134В; А3124В
КТП-630-1000	630—1000	ТМЗ-630-1000/6 (10)	ВВ (1, 2, 3)	КН (1, 2, 6); КН (4, 5, 17, 19); КН-3	ВНП-17	АВМ-20СВ	АВМ-10СВ; АВМ-4В; БПВ (4, 6) с ПН-2
КТП-М-1000-1600	1000—1600	ТМЗ, ТНЗ-1000-1600/6 (10)	ШВВ-3	ШНВ (2М, 3М); ШНЛ (1М, 2М); ШНС-2М	ВН-11	Э25В; Э40В	Э16В; Э06В

Примечание. На рис. 35 показаны варианты схем первичных соединений КТП мощностью 160 и 1600 кВ·А.

106. **Комплектные трансформаторные подстанции 6—10 и 35 кВ наружной установки**

Тип	Тип силового трансформатора	Тип коммутационного аппарата			Число отходящих линий НН
		на стороне ВН	на вводе 0,4 кВ	на отходящих НН	
КТП-25; КТП-40	ТМ-25/6(10); ТМ-40/6(10)	РВ-10/250; ПК-6(10)	А3134В	А3124В; ПМН-2	3+осв
КТП-63; КТП-100	ТСМА-63/6(10); ТСМА-100/6(10)	РВ-10/250; ПК-6(10)	А3134В	А3124В; ПМН-2	3+осв
КТП-160; КТП-250	ТСМА-160/6(10); ТСМА-250/6(10)	РВ-10/250; ПК-6(10)	А3144В	А3134В; А3124В	3+осв
КТПН-72-160; КТПН-72-250	ТМ-160/6(10); ТМ-250/6(10)	РВ-10/400; ПК-6(10)	БПВ с ПН	БПВ (1, 2)	7—9
КТПН-72-400; КТПН-72-630	ТМ-400/6(10); ТМ-630/6(10)	РВ-10/400; ПК-6(10)	БПВ с ПН	БПВ (1, 2)	4—5
КТПН-400	ТМФ-400/6(10)	ВНП-17 в ВВН (1, 2)	АВМ-10СВ	БПВ (1, 2, 4) в КБН	5—6
КТПН-630; КТПН-1000	ТМЗ-630/6(10); ТМЗ-1000/6(10)	ВНП-17 в ВВН (1, 2)	АВМ-20СВ	АВМ-10СВ	7—9
КТП-100/35	ТМ-100/35/0,4	РЛНД-1-35/400; ПСН	ШН	А3124	—

Примечания: 1. КТПН выполняются на базе КТП внутренней установки. Сетка схем первичных соединений ВН и НН аналогична сетке КТП внутренней установки. Все элементы КТПН имеют брызгозащищенное исполнение.

2. На рис. 36 показана принципиальная однолинейная схема электрических соединений КТП наружной установки серии КТПН-72 мощностью 160—630 кВ·А, исполнений $К_К$ и $К_В$. Звездочкой показаны блоки КТП 630 кВ·А.

3. На линиях 380/220 В устанавливаются автоматы А3124, на линиях освещения — предохранители и магнитные пускатели.

107. Комплектные трансформаторные подстанции 35 кВ

	СКТП-35 с ПСН-35	СКТП-35 с выключателем	КТП-100/35
Номинальное напряжение, кВ	35/6; 35/10	35/6; 35/10	35/0,4
Тип защитного аппарата на стороне 35 кВ	ПСН-35	С-35-630-10	ПСН-35
Мощность силового трансформатора, кВ·А	630; 1000; 1600	2500; 4000; 6300	100
Тип силовых трансформаторов для КТП	ТМ; ТМН	ТМ; ТМН; ТД	ТМ
Тип разъединителя на стороне 35 кВ .	РЛНД-2-35/600; РЛНДЗ-2-35/600	РЛНД-2-35/600	РЛНД-$1^{а}$-35/400
Тип разрядников на стороне 35 кВ . . .	РВС-35	РВС-35	РВС-35
Типы шкафов на стороне низшего напряжения	КНР-III-10	КРН-III-10	ШН
Коммутационный аппарат на стороне низшего напряжения	ВМГ-10 с ПП-67	ВМГ-10 с ПП-67	А3124

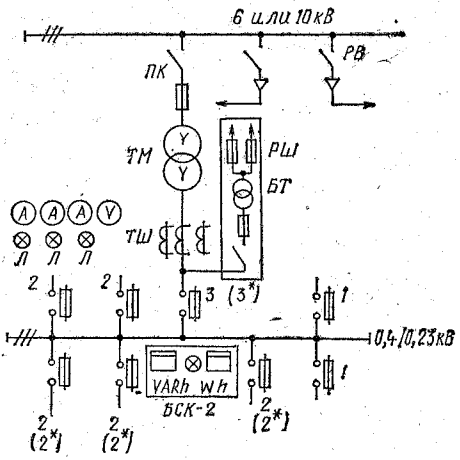


Рис. 36. Принципиальная однолинейная схема электрических соединений КТП наружной установки серии КТПН-72 мощностью 160... 630 кВ·А с кабельным и воздушным вводом

1 — БПВ-1; *2* — БПВ-2; *3* — БПВ-6; звездочкой отмечены блоки, относящиеся к КТПН-72 мощностью 630 кВ·А (2* — БПВ-4; 3* — БВ-10)

108. Номенклатура комплектных трансформаторных подстанций КТПН-72М 6-10/0,4-0,23 кВ (ТУ 36.1637-77)

Трансформатор		Тип подстанции для кабельных вводов и кабельных выводов	Трансформатор		Тип подстанции для кабельных вводов и кабельных выводов
тип	мощность, кВ·А		тип	мощность, кВ·А	
Для сетей 6 кВ			*Для сетей 10 кВ*		
ТМ-160/6	160	КТПН-72М-160/6-Кк	ТМ-160/10	160	КТПН-72М-160/10-Кк
ТМ-250/6	250	КТПН-72М-250/6-Кк	ТМ-250/10	250	КТПН-72М-250/10-Кк
ТМ-400/6	400	КТПН-72М-400/6-Кк	ТМ-400/10	400	КТПН-72М-400/10-Кк

Примечания: 1. КТПН-72М поставляется без силовых трансформаторов.
2. Подстанция предусматривает только тупиковое присоединение.
3. Коммутационная аппаратура: на стороне высшего напряжения разъединитель РВЗ-10/400 с ПК-6(10); на стороне низшего напряжения на вводе 0,4 кВ ВВ-10, на отходящих линиях — ВПВ-2, 200 А (5 фидеров).
4. Габарит подстанции, мм: 2500×2592×2670. Масса — 1392 кг.

109. Трансформаторы силовые трехфазные масляные общего назначения 6, 10 и 35 кВ мощностью до 2500 кВ·А (ГОСТ 12022—76)

Тип	Номинальная мощность, кВ·А	Номинальное напряжение, кВ		Потери, Вт			Напряжение короткого замыкания от номинального, %	Ток холостого хода от номинального, %	Габарит, мм			Масса, кг		Оптовая цена за 1 трансформатор, руб.
				холостого хода		короткого замыкания			длина	ширина	высота	полная	масла	
		ВН	НН	Уровень А	Уровень Б									
ТМ-25	25	6; 10	0,4	130	135	600/690	4,5/4,7	3,2	1200	460	1225	380	130	237
ТМ-40	40	6; 10	0,4	175	190	800/1000	4,5/4,7	3	1120	480	1270	485	160	275
ТМ-63	63	6; 10	0,4	240	265	1280/1470	4,5/4,7	2,8	1120	560	1400	600	190	335
ТМ-100	100	6; 10	0,4	330	365	1970/2270	4,5/4,7	2,6	1200	800	1470	720	220	455

ТМ-160	160	6; 10	0,4	510	565	3100/2650	4,5/4,5	2,4	1200	1020	1600	1100	335	615
ТМ-250	250	6; 10	0,4	740	820	3700/4200	4,5/4,7	2,3	1310	1050	1760	1425	430	825
ТМ-400	400	6; 10	0,4	900	1050	5 500	4,5	2,1	1400	1080	1900	1900	530	1080
ТМ-630	630	6; 10	0,4	1310	1560	7 600	5,5	2	1750	1275	2150	3000	955	1600
ТМ-1000	1000	6; 10	0,4	2100	2450	12 200	5,5	1,4	2700	1750	3000	5000	1540	2550
ТМ-1600	1600	6; 10	0,4	2800	3300	18 000	5,5	1,3	2450	2300	3400	7000	2430	3520
ТМ-2500	2500	6; 10	0,4	4600	—	25 000	5,5	1	3500	2300	3600	8000	2270	5060
ТМ-100	100	35	0,4	420	465	1 970	6,5	2,6	1330	900	2200	1300	460	835
ТМ-160	160	35	0,4	620	700	2 650	6,5	2,4	1400	1000	2260	1700	575	1250
ТМ-250	250	35	0,4	900	1000	3 700	6,5	2,3	1500	1250	2320	2000	710	1580
ТМ-400	400	35	0,4	1200	1350	5 500	6,5	2,1	1650	1350	2500	2700	800	2010
ТМ-630	630	35	0,4	1600	1900	7 600	6,5	2	2100	1450	2750	3500	1000	2420
ТМ-1000	1000	35	0,4	2350	2750	12 200	6,5	1,5	2700	1600	3100	6000	1950	3290
ТМ-2500	2500	35	0,4	4350	5100	23 500	6,5	1,1	3800	2400	3800	9600	2580	5660

Примечания: 1. Уровень А — для трансформаторов, магнитопроводы которых изготовлены из электротехнической стали с удельными потерями $P_{1,5/50}$ не более 0,9 Вт/кг, и уровень Б соответственно — $P_{1,5/50}$ не более 1,1 Вт/кг.

2. Потери и напряжение короткого замыкания соответствуют: числитель — для схемы и группы соединений обмоток $У/У_н$=0, знаменатель — $У/Z_н$=11.

3. Габаритные размеры и массы относятся к трансформаторам ПБВ; для трансформаторов РПН, а также трансформаторов с усиленными вводами допускается увеличение габаритных размеров и масс.

110. Трансформаторы силовые трехфазные общего назначения 6, 10 и 35 кВ мощностью до 1600 кВ·А (ГОСТ 14074—76, ГОСТ 16555—75)

Тип	Номинальная мощность, кВ·А	Номинальное напряжение, кВ		Потери, кВт		Напряжение короткого замыкания от номинального, %	Ток холостого хода от номинального, %	Габарит, мм			Масса, кг		Оптовая цена за 1 трансформатор, руб.
		ВН	НН	холостого хода	короткого замыкания			длина	ширина	высота	полная	масла	
ТСЗ-160	160	6; 10	0,4	0,7	2,7	5,5	4	1800	950	1700	1400		2040
ТСЗ-250	250	6; 10	0,4	1	3,8	5,5	3,5	1850	1000	1850	1800		2350
ТСЗ-400	400	6; 10	0,4	1,3	5,4	5,5	3	2250	1000	2150	2400		3515
ТСЗ-630	630	6; 10	0,4	2	7,3	5,5	3	2250	1100	2300	3400		4645
ТСЗ-1000	1000	6; 10	0,4	3	11,2	5,5	2,5	2400	1350	2550	4600		6290
ТСЗ-1600	1600	6; 10	0,4	4,2	16	5,5	2,5	2600	1300	3200	6500		8595
ТМЗ-250; ТНЗ-250	250	6; 10	0,4	0,66	3,7	4,5	2,3	1800	1400	1750	1700; 2000	630	2290
ТМЗ-400; ТНЗ-400	400	6; 10	0,4	1,08	5,5	4,5	2,1	2000	1400	1860	2100; 2600	530 830	1320 3190
ТМЗ-630; ТНЗ-630	630	6; 10	0,4	1,68	7,6	5,5	1,8	2190	1400	2000	2900; 3400	750; 1100	1850; 4290
ТМЗ-1000; ТНЗ-1000	1000	6; 10	0,4	2,10	12,2	5,5	1,4	2320	1500	2300	4500; 5600	1500; 1830	2860; 6300

Примечание. Трансформаторы с естественным воздушным охлаждением (ТСЗ), герметичные масляные (ТМЗ) и с негорючим жидким диэлектриком (ТНЗ) общего назначения с переключением ответвлений без возбуждения (ПБВ), а также специального конструктивного исполнения для комплектных трансформаторных подстанций устанавливают в закрытом помещении, защищенном от атмосферных осадков и не содержащем агрессивных паров. Для трансформаторов ТНЗ полная масса указана при заполнении совтолом 10.

111. Масляные выключатели внутренней и наружной установки 6—10 и 35 кВ

Тип	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Отключаемый ток, кА	Отключаемая мощность, МВ·А	Ударный ток, кА	Термическая стойкость (10 с), кА	Привод	Масса (три полюса), кг	
								без масла	масла
Выключатели внутренней установки									
ВЭМ-6-200	6	200	4	50	10	4	ПМ, ПРБА	64	—
ВЭМ-10-50	10	200	2,9	50	12,4	3,4	ПМ, ПРБА	60	18
ВММ-10	10	630	10	150	26	10 (4 с)	встроен. пружин.	90	3,5
ВМП-10	10	1000	20	350	64	20	ПЭ-11	145	4,5
ВМГ-10	10	1000	20	400	52	14	ПЭ-11; ПП-67	135	4,5
ВМПП-10	10	1000	20	—	52	20 (4 с)	встроен. пружин.	230	6
МГ-10	10	5000	105	1800	300	70	ПС-31	2100	55
С-35-630	35	630	10	—	26	10	ШПЭ-12	930	230
МГГ-10	10	4000	63	500	170	64	ПЭ-21	900	40
Выключатели наружной установки									
ВМ-35	35	600	6,6	400/230	17,3	7,1	ПРБА	990	300
МКП-35-1000-25	35	1000	25	1500	63	25 (4 с)	ШПЭ-31	2700	800
ВБ-35-600	35	600	9,9	600/340	26	7,1	ПРБА	1100	300

112. Приводы к выключателям переменного тока 10 кВ

	ПЭ-11	ПЭ-2	ПЭ-21	ПВ-30
Выключатель	ВМГ-10	ВМГ-10-500	ВМГ-10-750	МГГ-10
Потребление тока (напряжение катушек 220 В), А:				
при включении	58	145	145	3,44
» выключении	1,25	2,5	2,5	2,5
Время включения выключателя с приводом, с:				
полное	0,3	0,35	0,4	0,65
собственное	0,08	0,12	0,1	—
Масса, кг	45	190	275	250

113. Техническая характеристика выключателей нагрузки ВН и ВНП (каталог 02.02.01—69)

Тип	Номинальные		Предельный сквозной ток, кА		Ток термической устойчивости, кА	Номинальная мощность отключения, МВ·А	Номинальный ток отключения, кА	Масса, кг
	напряжение, кВ	ток, А	действующее значение	амплитуда				
ВН-11	10	200	—	70	30 (0,5 с)	—	0,4	70
ВН-16	6 10	400 200	14,5 14,5	25 25	6 (10 с) 6 (10 с)	— —	0,8 0,4	36 36
ВНП-16	6	30; 75; 150	—	—	—	300	20	50
ВНП-17	10	30; 50; 100	—	—	—	300	12	64

Примечания: 1. Выключатель нагрузки ВНП-17 отличается от ВНП-16 наличием устройства, подающего команды на отключающий электромагнит привода при перегорании плавкой вставки предохранителя.
2. Привод ПР-17 и ПРА-17.

114. Выключатели нагрузки ВНП (каталог МЭП 02.02.01—69)

Тип	Напряжение, кВ		Предохранитель	Наибольший номинальный ток патрона, А	Предельный ток отключения, кА	Фактическое значение предельного тока отключения (тока ограничения), кА	Мощность отключения, МВ·А		Ток включения (расчетное значение тока короткого замыкания), кА
	номинальное	наибольшее					без учета апериодической составляющей тока короткого замыкания	с учетом апериодической составляющей тока короткого замыкания	
ВНП-16	6	6,9	ПК-6/30	30	20	6,7	200	300	20
			ПК-6/75	75		14			20
ВНП-17			ПК-6/150	150		30			20
$ВНП_3$-16	10	11,5	ПК-10/30	30	12	5,8	200	300	9
$ВНП_3$-17			ПК-10/50	50		8,6			9
			ПК-10/100	100		16,5			6,5

Примечание. Номинальный ток плавких вставок предохранителей 2; 3; 5; 7,5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 100; 150 А.

115. Предохранители к выключателям нагрузки ВП-16 и $ВН_3$-16

Напряжение, кВ:		
номинальное	6	10
наибольшее	6,9	11,5
Ток, А:		
номинальный	400	200
отключения:		
номинальный	400	200
наибольший	800	400
Устойчивость при сквозных токах короткого замыкания, кА:		
амплитудное значение предельного сквозного тока	25	25
эффективное значение предельного сквозного тока	14,5	14,5
10-секундный ток термической устойчивости	6	6
Ток включения (расчетный ток короткого замыкания), кА	5	5

116. Резъединители 6—10 и 35 кВ

Тип	Напряжение, кВ		Номинальный ток, А	Предельный сквозной ток, кА		Ток термической устойчивости в течение 4 с, кА	Масса, кг
	номинальное	наибольшее рабочее		эффективное	амплитудное		
Однополюсные разъединители РВО и РЛВОМ							
РВО-6/400	6	6,9	400	29	50	16	5,9
РВО-6/630	6	6,9	630	35	60	20	6,3
РВО-10/400	10	11,5	400	29	50	16	5,9
РВО-10/630	10	11,5	630	35	60	20	6,3
Трехполюсные разъединители РВ, РВЗ, РВФ, РВТ							
РВ-6/400	6	6,9	400	29	50	16	24
РВ-6/630	6	6,9	630	35	60	20	27
РВ-10/400	10	11,5	400	29	50	16	26
РВ-10/630	10	11,5	630	35	60	20	28
РВ(3)-35/400	35	40,5	400	—	42	16	163
РВ(3)-35/630	35	40,5	630	—	42	16	170
РВФ-6/400 II, III, IV	6	6,9	400	29	50	16	35
РВФ-6/630 II, III, IV	6	6,9	630	35	60	20	38
РВФ-10/400 II, III, IV	10	11,5	400	29	50	16	41
РВФ-10/630 II, III, IV	10	11,5	630	35	60	20	45
РВФ-10/1000 II, III, IV	10	11,5	1000	47	81	40	83
РВЗ-6/400 I, II, III	6	6,9	400	29	50	16	28
РВЗ-6/630 I, II, III	6	6,9	630	35	60	20	29
РВЗ-10/400 I, II, III	10	11,5	400	29	50	16	30
РВЗ-10/630 I, II, III	10	11,5	630	35	60	20	32
РВЗ-1-35/400	35	40,5	400	30	42	16	170
РВФ-6/400 II, III, IV	6	6,9	400	29	50	16	35
РВФ-6/630 II, III, IV	6	6,9	630	35	60	20	38
РВФ-10/400 II, III, IV	10	11,5	400	29	50	16	41
РВФ-10/630 II, III, IV	10	11,5	630	35	60	20	45
РВЗ-6/400 I, II, III	6	6,9	400	29	50	16	28
РВЗ-6/630 I, II, III	6	6,9	630	35	60	20	29
РВЗ-10/400 I, II, III	10	11,5	400	299	50	16	30
РВЗ-10/630 I, II, III	10	11,5	630	35	60	20	32
РВ(3)-35/400	35	40,5	400	30	42	16	110
РВЗ-2-35/630	35	40,5	630	30	42	16	115
Разъединители наружной установки.							
РЛН-6/200	6	6,9	200	9	15	5	12
РЛН-6/400	6	6,9	400	15	25	10	12
РЛН-10/200	10	11,5	200	9	15	5	20
РЛН-10/400	10	11,5	400	15	25	10	20
РНД-35/630	35	40,5	630	—	64	20	54
РНД-35/1000У1	35	40,5	1000	—	64	25	69
РНДЗ-1а-35/630	35	40,5	630	—	64	20	67

Примечания: 1. Разъединители РНД-35 выпускают взамен РЛН и РЛНД.

2. Разъединители РВЗ имеют три варианта исполнения: I — заземляющие ножи со стороны разъемных контактов; II — заземляющие ножи со стороны шарнирных контактов; III — заземляющие ножи с двух сторон. Разъединители РВФ имеют фигуры исполнений: II — проходные изоляторы со стороны шарнирных контактов; III — со стороны разъемного контакта и IV — проходные изоляторы с двух сторон.

117. Трансформаторы напряжения (ГОСТ 1983—77Е)

Тип	Номинальное напряжение первичной обмотки, кВ	Номинальная мощность в классе точности, В А			Максимальная мощность, В·А	Габарит, мм			Масса, кг	
		0,5	1	3		длина	ширина	высота	масла	полная
Для внутренней установки										
НОСК-6	6	50	75	200	400	185	137	225	—	13
НОМ-6	6	50	75	200	400	⌀ 261	—	425	5	22
НОМ-10	10	75	150	300	640	⌀ фланца 322		478	7	35
НТМК-6	6	50	75	200	400	267	242	350	5	22
НТМК-10	10	120	200	500	960	⌀ фланца 363		875	27	110
НТМИ-6	6	75	150	300	640	⌀ фланца 445		387	12,5	60
НТМИ-10	10	120	200	500	960	⌀ фланца 445		530	19	81
Для наружной установки										
НОМ-35	35	150	250	600	1200	600	485	870	15,5	86
ЗНОМ-35	$35/\sqrt{3}$	150	250	600	1200	480	410	935	18	73

Примечание. Номинальное напряжение вторичной обмотки для всех 100 В; для ЗНОМ-35—100: $\sqrt{3}/100 : 3$.

118. Трансформаторы тока (каталог МЭП-28.04-76)

Тип	Номинальный первичный ток, А	Число и класс точности сердечников	Электродинамическая стойкость (кратность)	Односекундная термическая стойкость	Масса, кг
Для внутренней установки					
ТПЛ-10	5—200	Р; 0,5/Р; Р/Р	250	90	10
	300 400		175 165	90 70	16 17
ТПЛ-10К	5—80 100; 200 320; 400—1600	Р 0,5/Р Р/Р	— 175 75	— 145 27	60 60 60
ТПЛУ-10	10—20 32—50 80—100	Р 0,5/Р Р/Р	250 250 250	60 (4 с) 60 (4 с) 60 (4 с)	11 17 19
ТПОЛА-10; ТПОЛ-10	630—800 1000 1600	0,5/Р Р/Р Р/Р	160 140 90	65 55 36	16 16 16
ТПЛМ-10	400; 630; 800 1000; 1600	0,5/Р Р/Р	160 160	65 65	17—19 17—19
ТВЛМ-10	20—1600	0,5/Р Р/Р	52 52	30 30	16 20
ТКЛН-10	10—80 100—200	0,5/Р Р/Р	100 100	50 50	20 20
ТПОЛ-35	1000; 1600	Д/Д	120	80	54
Для наружной установки					
ТФН-35-М	15—800; 1000	Д/0,5	150; 100	65	200
ТФНД-35-М	16—630; 800; 1000; 1600—2000	Д/Д/0,5	150; 100; 50	45 (4 с); 32,5 (4 с)	350
ТФНУД-35-М	16—630	Д/Д—0,5	150	65	150

Примечание. Номинальный вторичный ток 5 А.

119. Силовые предохранители с кварцевым наполнителем

Тип	Номинальное напряжение, кВ	Наибольший номинальный ток патрона, А	Предельный ток отключения, кА действ.	Наибольшая мощность отключения (трехфазная), кВ·А	Наибольший пик тока при отключении предельного тока короткого замыкания, кА	Общая масса предохранителя с патроном без цоколя, кг
ПК	6	7,5	20	200	6,7	3,3; 5,5; 3,8**
						3,2; 5,9; 3,8**
ПКН		30			6,7	3,7; 5,9; 3,8
ПКЭ		75			14	5,1
		150			25	7,6
		300			35	13,6
	10	7,5	12		5,5	4,1; 5,7; 4,9**
		30			5,5	4,8; 6,4; 4,9
		50			8,6	6,42
		100			15,5	9,4
		200			24	16,5
	35	10	3,5		1,8	17,9
		20			2,8	19,9
		40			4,2	24,7
ПКУ	6	8	34	350	6	3,7
		20			6	3,8
		50			14	5,1
		100			25	8,3
		300			35	15,1
	10	9	20		5,5	4,9
		20			5,5	4,8
		40			8,6	5,9
		75			15,5	9,3
		150			24	15,7
	35	8	8,25	500	2	18
		20			4	19,9
		40			5,2	24,7
ПКТ	6	—	Не ограничена		0,3; 0,1*,	5,1; 3,5**
ПКТУ						
ПКТ-10Н	10	—	50*	1000*	1; 0,5*	
ПКТ	35	—	17	1000*	0,7; 0,5*	17,5
ПКТУ-35; ПКТ-35н						33,44**

* Масса указана по порядку перечисления типов предохранителей.
** Для наружной установки.

Примечания: 1. Шкала номинальных токов плавких вставок силовых предохранителей: 2; 3; 5; 7,5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400 А.
2. Для наружной установки предохранители выпускают в двух исполнениях: ПК-6н/30 и ПК-10н/30 на все номинальные токи по шкале до 30 А.
3. Предохранители ПКТУ с добавочным сопротивлением к плавкой вставке (45 Ом для ПКТ-10 и 144 Ом для ПКТ-35) обладают неограниченной отключающей способностью.

120. Стреляющие предохранители для наружной установки 10 и 35 кВ типа ПСН

	ПСН-10	ПСН-35
Номинальное напряжение, кВ	10	35
Наибольший номинальный ток, А	100	100
Наибольшая мощность отключения (трехфазная), МВ·А	200	500
Ток отключения, А:		
наименьший	15	15
наибольший	11 500	8250
Масса одного полюса предохранителя с патроном, кг	23	84
Масса патрона, кг	2,4	3
Номинальный ток плавких вставок	от 7,5	до 100 А

121. Опорные изоляторы внутренней установки (каталог МЭП-20.02.05-70)

Тип	Напряжение, кВ		Разрушающая нагрузка на изгиб, кН	Высота, мм	Масса, кг	Цена, руб.—коп.
	номинальное	сухое разрядное				
ОФ-6-3,75У3	6	36	3,675	100	1,1	0—60
ОФ-6-3,75крУ3	6	36	3,675	165	2,5	1—05
ОФ-6-3,75овУ3	6	36	3,675	165	2,6	1—20
ОФ-6-7,5крУ3	6	36	7,35	185	4,7	1—95
ОФ-6-7,5овУ3	6	36	7,35	185	5,3	2—10
ОФ-10-3,75У3	10	47	3,675	120	1,4	0—75
ОФ-10-3,75крУ3	10	47	3,675	190	2,7	1—15
ОФ-10-3,75овУ3	10	47	3,675	190	2,8	1—25
ОФ-10-7,5крУ3	10	47	7,35	215	4,8	1—75
ОФ-10-7,5У3	10	47	7,35	120	2,2	1—20
ОФ-10-7,5овУ3	10	47	7,35	215	5,4	2—00
ОФ-10-12,25У3	10	47	12,25	225	7,6	3—05
ОФ-10-20квУ3	10	47	19,6	235	11,3	4—50
ОФ-35-3,75крУ3	35	110	3,675	380	6,5	7—10
ОФ-35-3,75овУ3	35	110	3,675	380	6,5	3—35
ОФ-35-3,75У3	35	110	3,675	372	7,1	3—15
ОФ-35-7,5У3	35	110	7,35	372	10,5	4—00
ОФ-35-7,5квУ3	35	110	7,35	400	12,4	5—00

122. Опорно-штыревые и опорно-стержневые изоляторы для наружной установки (каталоги МЭП-20.02.02-77, 20.02.04-78)

Тип	Номинальное напряжение, кВ	Разрушающее усилие при статическом изгибе, кН	Масса, кг	Цена, руб.—коп.
Опорно-штыревые				
ОНШ-6-350	6	3,4	2,54	2—30
ОНШ-10-500	10	4,9	4,10	2—70
ОНШ-10-2000У1	10	19,6	10,00	5—65
ОНШ-35-1000	35	9,8	32,6	12—10
Опорно-стержневые				
ОНС-10-300	10	2,94	2,4	1—55
ОНС-10-500	10	4,90	4,2	—
ОНС-35-500ХЛ	35	4,90	14,3	9—50
КО-10	10	19,6	26,0	—
КО-35С	35	9,8	41,0	12—90

123. Штыревые изоляторы 6—10 и 35 кВ

Тип	Напряжение, кВ				Разрушающая нагрузка на срез головки, кН	Габарит, мм		Масса, кг, не более
	номинальное	разрядное		пробивное		высота	диаметр	
		в сухом состоянии	под дождем					
ШФ6-А	6	50	28	65	14	94	126	0,97
ШФ10-А	10	60	34	78	14	110	147	1,4
ШФ10-Б	10	75	40	100	14	120	212	2,8
ШС-С-10	10	60	34	78	14	109	150	1,35
ШС-СЛ-10	10	60	34	78	14	110	155	1,35
ШФ35-А	35	120	80	156	30	287	267	10,1
ШФ35-Б	35	140	100	180	30	285	310	11
ШФ35-В	35	140	95	175	30	275	280	9,5

Примечание. Материал штыревых изоляторов высокого напряжения для ШС-С-10 и ШС-СЛ-10 — стекло, для остальных изоляторов — фарфор. Все штыревые изоляторы крепятся на стальных или чугунных штырях, закрепляемых на траверсах опор, и обеспечивают жесткую связь проводов с опорами.

124. Проходные изоляторы 6, 10 и 35 кВ

Тип	Номинальные		Разрушающая нагрузка на изгиб, H	Масса, кг	Число шин (размеры шин, мм)
	напряжение, кВ	ток, А			
Для внутренней установки					
П-6/250-375	6	250	3750	3,36	1
П-6/400-375	6	400	3750	3,52	1
ПК-10/160-180	10	160	1800	—	—
ПК-10/250-180	10	250	1800	—	—
ПК-10/400-180	10	400	1800	—	—
П-10/400-750	10	400	7500	5,46	1
П-10/630-750	10	630	7500	5,74	1
П-35/400-750	35	400	7500	31,3	1
Для наружной установки					
ПН-10/400-750	10	400	7500	6,7	1 (40×4)
ПН-10/630-750	10	630	7500	7,1	1 (50×6)
ПН-10/1000-750	10	1000	7500	7,6	2 (50×6)
ПН-35/400-750	35	400	7500	34	1 (40×4)
ПНУ-35/400-750	35	400	7500	34	1 (40×4)

Примечания: 1. В графе «Число шин» тире означает, что изоляторы поступают без шин.
2. Фланец изоляторов П-35/400-750 имеет квадратную форму, остальные — овальную.

125. Трубчатые разрядники 6, 10 и 35 кВ

Величина, единица величины	РТВ-6	РТВ-10	РТВ-35	РТФ-6	РТФ-10	РТФ-35
Номинальное напряжение, кВ	6	10	35	6	10	35
Пределы отключаемых токов, кА	0,5—2,5	2—10	2—10	0,3—7; 1,5—10	0,5—7	0,4—3
Пробивное напряжение при частоте 50 Гц, кВ действ:						
под дождем	30	38	80	39	40	75
в сухом состоянии	33	40	95	42	42	105
Длина внешнего искрового промежутка, мм	10	15	100	8—15	20	100
Длина разрядника, мм	604	604	814	520	520	720
Внешний диаметр разрядника, мм	45	45	45	45,5	44,5	35
Зона выхлопа, м:						
длина	1,8	2	3	1,8	2	2,5
ширина	0,75	0,85	1,5	0,75	0,85	1,5
Масса, кг	2,35	2,32	2,85	1,8	1,8	1,4

126. Вентильные разрядники 6, 10 и 35 кВ

Величина, единица величины	РВО-6	РВМ-6	РВО-10	РВМ-10	РВМ-35	РВО-35	РВС-35
Номинальное напряжение, кВ	6	6	10	10	35	35	35
Пробивное напряжение разрядника при 50 Гц (в сухом состоянии и под дождем), $кВ_{действ}$:							
не менее	16	15	26	25	75	78	78
не более	19	18	30,5	30	90	98	98
Высота, мм	280	1210	395	715	1670	630	1210
Диаметр, мм	118	352	118	525	525	305	352
Масса, кг	3,6	34	4,8	48	165	38	73

Примечание. Число рабочих элементов — 1, у РВМ-35—2.

3.2. Эксплуатация высоковольтного электрооборудования.

Эксплуатация распределительных устройств. Температура воздуха закрытых распределительных устройств в летнее время не должна быть выше 40° С и превышать температуру наружного воздуха более чем на 15° С.

Осмотр распределительных устройств без отключения проводят в следующие сроки: на объектах с постоянным дежурным персоналом — один раз в сутки, а также в сроки, установленные местными инструкциями, но не реже одного раза в месяц, в темноте для выявления наличия разрядов, коронирования и пр.; на объектах без постоянного дежурства персонала — не реже одного раза в месяц, на трансформаторных подстанциях и распределительных устройствах — не реже одного раза в 6 мес.

При осмотре распределительных устройств особое внимание нужно обращать на состояние помещения (исправность дверей и окон, отсутствие течи в кровле и междуэтажных перекрытиях, наличие и исправность замков); на исправность отопления, вентиляции, освещения и сети заземления; на наличие средств безопасности; на уровень и температуру масла в аппаратах и отсутствие течи; на состояние контактов, рубильников щита низкого напряжения; на целость пломб у счетчиков и реле; на вращение дисков счетчиков; на состояние изоляции (запыленность, наличие трещин, разрядов и пр.); на работу сигнализации и пр.

Уборку помещений распределительных устройств и очистку оборудования выполняют с соблюдением правил техники безопасности. Для каждого РУ в зависимости от местных условий устанавливают сроки очистки от пыли и загрязнений.

Исправность резервных элементов РУ (трансформаторов, выключателей, шин и др.) регулярно проверяют включением под напряжение в сроки, установленные местными инструкциями.

Текущий ремонт оборудования РУ проводят по мере необходимости. Из всех воздухосборников и водомаслоотделителей периодически спускают влагу — не реже одного раза в 3 сут (при постоянном дежурстве персонала) или по графику, утвержденному ответственным за электрохозяйство.

Профилактические испытания аппаратов РУ проводят в такие сроки: а) выключателей, разъединителей, заземляющих ножей, короткозамыкателей, отделителей и их приводов — не реже одного раза в 3 года, как правило, совмещая с их капитальным ремонтом; б) маслонаполненных измерительных трансформаторов и силовых конденсаторов — не реже одного раза в 3 года; в) штыревых изоляторов 6—10 кВ шинных мостов и ШТ-30 — не реже одного раза в год, штыревых изоляторов других типов — не реже одного раза в 2 года; г) остальных аппаратов — не реже одного раза в 3 года; д) контактов соединений шин и присоединений к аппаратуре (при отсутствии термоиндикаторов) — не реже одного раза в 3 года.

Аварийный запас электрооборудования и деталей к нему осматривают, испытывают, чистят и смазывают не реже одного раза в 3 года.

Эксплуатация силовых трансформаторов. Для обслуживания трансформаторов должны быть обеспечены удобные и безопасные условия наблюдения за уровнем масла, газовым реле, а также для отбора проб масла.

Температуру масла маслонаполненных трансформаторов контролируют термометрами. Для каждого трансформатора на основе заводских данных определяют максимально допустимую температуру верхних слоев масла: для трансформаторов без принудительной циркуляции масла она не должна превышать 95° С. Превышение температуры масла над температурой окружающего воздуха не должно быть более 60° С.

Давление внутри бака трансформаторов с совтоловым наполнителем контролируют мановакуумметрами и реле давления, срабатывающими при давлении внутри бака выше 0,06 МПа. Обслуживающий персонал ведет постоянное наблюдение за показаниями мановакуумметров, снижая нагрузку трансформаторов при увеличении давления выше нормы (0,05 МПа).

Пробу совтола для испытания на электрическую прочность берут через специальную пробку в верхней части бака трансформатора. Поскольку плотность совтола более единицы, посторонние примеси обычно скапливаются на его поверхности, поэтому при отборе пробы совтола нужно принимать меры, предохраняющие совтол от попадания в него влаги или пыли, так как он чувствителен к загрязнениям. Для взятия проб обычно используют стеклянную посуду объемом около 500 $см^3$ с притертой стеклянной пробкой. Применять резиновые пробки запрещается. Новую посуду промывают хромовой смесью, горячей, затем холодной и дистиллированной водой и сушат при 110° С в течение 1,5—2 ч.

Персонал, обслуживающий трансформаторы, оборудованные переключателями коэффициентов трансформации ПБВ (переключатель без возбуждения), не менее двух раз в год перед наступлением зимнего максимума и летнего минимума нагрузки проверяет правильность установки коэффициента трансформации. При обслуживании трансформаторов, снабженных устройством регулирования напряжения под нагрузкой (РПН), обязательно поддерживают соответствие между напряжением сети и напряжением, устанавливаемым на регулировочным ответвлении. Длительная (сезон) работа трансформаторов с выведенным из схемы устройством РПН запрещается.

В аварийных режимах при наличии подвижного резерва допускается перегрузка маслонаполненных трансформаторов до 40% сверх номинальной продолжительностью не более 6 ч в сутки в течение не более 5 сут. При этом коэффициент заполнения графика нагрузки

трансформатора $K_з$ в условиях его перегрузки должен быть не более 0,75:

$$K_з = I_{ср.сут}/I_н \leqslant 0{,}75,$$

где $I_{ср.сут}$ — среднесуточный ток:

$$I_{ср.сут} = A_{акт.сут} \cdot 1000/\sqrt{3} \cdot U_н \cos\varphi \cdot 24;$$

$\cos\varphi$ — среднесуточный; $A_{акт.сут}$ — по счетчику за сутки; $I_к$ и $U_н$ — соответственно ток и напряжение номинальные.

В табл. 127 приведены значения допускаемой в аварийных случаях кратковременной перегрузки трансформатора сверх номинальной при всех системах охлаждения независимо от предшествующего режима и температуры охлаждающей среды.

127. Допустимая длительность аварийной перегрузки силовых трансформаторов сверх номинальной

Нагрузки, доли номинальной по току	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,75	2
Допустимая длительность аварийной перегрузки, мин: для маслонаполненных трансформаторов	—	120	90	70	45	20	10
для сухих трансформаторов	60	45	32	18	5	—	—

При перегрузке трансформаторов сверх допустимой дежурный персонал принимает меры к его разгрузке, действуя в соответствии с местной инструкцией.

При работе с перегрузкой у трансформаторов, снабженных устройством РПН, переключать ответвления нельзя, если ток нагрузки трансформаторов превышает номинальный ток переключателя (за исключением трансформаторов с автоматическим регулированием напряжения). Для трансформаторов допускается длительное превышение первичного напряжения, соответствующего данному ответвлению, не более чем на 5%. Допустимо превышение напряжения сверх номинального на 10% при нагрузке 25% номинальной, или до 6 ч в сутки при номинальной нагрузке.

При работе трансформатора без перегрузки при любых положениях ответвлений и любых режимах сети вторичная обмотка трансформатора может быть загружена током не выше номинального.

При автоматическом отключении трансформатора под действием газовой или дифференциальной защиты, а также после неуспешного АПВ включать трансформатор в работу можно только после устранения неисправности.

При появлении сигнала работы газового реле обязательны осмотр трансформатора и определение по цвету и степени горючести газа характера повреждения трансформатора. При обнаружении в газовом реле горючего желтого или сине-черного газа трансформатор немедленно отключают. Если газ в реле бесцветен и не горит, трансформатор может быть оставлен в работе.

Трансформатор с естественным масляным и дутьевым охлаждением с застывшим маслом можно включать в работу с полной нагрузкой при температуре не ниже —40° С. При температуре ниже

—40° С следует прогреть трансформатор током холостого хода или током нагрузки (не более 50% номинальной) до —40° С, после чего нагрузку увеличивают.

Внеочередные осмотры трансформаторов проводят при резком изменении температуры наружного воздуха и при каждом отключении трансформатора от действия газовой или дифференциальной защиты.

При осмотре трансформаторов проверяют показания термометров и мановакуумметров; состояние кожухов трансформаторов и отсутствие течи масла; состояние маслоохлаждающих и маслосборных устройств, изоляторов; состояние ошиновки кабелей, отсутствие нагрева контактных соединений; исправность сигнализации и пробивных предохранителей; состояние сети заземления, маслоочистительных устройств непрерывной регенерации масла, термосифонных фильтров и влагозащищающих патронов; состояние помещения.

Трансформатор должен быть выведен из работы при обнаружении сильного неравномерного шума и потрескивания внутри трансформатора; ненормального и постоянно возрастающего нагрева трансформатора при нормальных нагрузке и охлаждении; выброса масла из расширителя или разрыва диафрагмы выхлопной трубы; течи масла с понижением уровня его ниже уровня масломерного стекла, а также при необходимости немедленно заменить масло по результатам лабораторных анализов.

Параллельная работа трансформатора допускается при следующих условиях:

а) группы соединений одинаковы, а соотношение между мощностями не более 1 : 3;

б) коэффициенты трансформации равны или различаются не более чем на ±0,5%;

в) напряжения короткого замыкания различаются не более чем на ±10% среднего арифметического значения напряжения короткого замыкания включаемых на параллельную работу трансформаторов. Перед включением трансформаторов проводят их фазировку.

Для выравнивания нагрузки между параллельно работающими трансформаторами с различными напряжениями короткого замыкания допускается изменение коэффициента трансформации в небольших пределах путем переключения ответвлений при условии, что при этом ни один из трансформаторов не будет перегружен.

На временных трансформаторных подстанциях строительных площадок вместо автоматических выключателей и релейной защиты применяют предохранители напряжением выше 1000 В в сочетании с разъединителями или выключателями нагрузки, устанавливаемыми на всех фазах силовых трансформаторов, при следующих условиях: соответствуют параметрам (номинальные напряжения и ток, ток короткого замыкания, предельно отключаемый ток); обеспечивают требуемые для данной электроустановки селективность и чувствительность действия; не препятствуют применению необходимой по условиям работы электроустановки автоматики (АПВ, АВР и т. д.).

Выбор высоковольтных предохранителей для защиты силовых трансформаторов приведен в табл. 128.

Оперативные переключения в электрических схемах РУ подстанций, щитов и сборок проводят по распоряжению или с ведома вышестоящего дежурного персонала (или старшего электрика), в ведении которого находится оборудование, с записью в оперативном журнале. Если электрооборудование участка отключают по устной или письменной заявке персонала участка для производства каких-

либо работ, то включать это оборудование можно только по требованию лица, давшего заявку на отключение, либо лица, сменившего его, уполномоченного им, в данный момент его заменяющего.

128. Выбор высоковольтных предохранителей для защиты силовых трансформаторов

Номинальный ток, А		Номинальная трехфазная мощность (кВ·А) защищаемого трансформатора при напряжении, кВ			Номинальный ток, А		Номинальная трехфазная мощность (кВ·А) защищаемого трансформатора при напряжении, кВ		
трансформатора	предохранителя	6	10	35	трансформатора	предохранителя	6	10	35
0,5	2	5	10	—	10	20	100	180	560
1	3	10	20	50	14,5	30	135	240	—
1,9	5	20	30	100	20	40	180	320	1000
3	7,5	30	50	180	30	50	320	560	—
5	10	50	75	—	54	75	560	750	—
8	15	75	100	320					

Разъединители предназначены для выполнения следующих операций: 1) *отключение линий напряжением* до 35 кВ, имеющих однофазное замыкание на землю, при токе не более 5 А, для линий напряжением до 10 кВ — при токе не более 30 А; 2) включение и отключение воздушных и кабельных линий напряжением до 10 кВ при наличии в них уравнительного тока до 70 А; 3) включение и отключение нагрузочного тока линий до 15 А при напряжении до 10 кВ (для трехполюсного разъединителя с механическим приводом); 4) разземление и заземление нейтрали трансформаторов; 5) включение и отключение намагничивающего тока трансформаторов мощностью до 750 кВ·А при напряжении 10 кВ; 6) включение и отключение цепи трансформаторов напряжения.

Для исключения ошибочных действий с разъединителями и выключателями выполняется оперативная блокировка, исключающая возможность:

включения выключателей и разъединителей на заземляющие ножи и короткозамыкатели;

включения заземляющих ножей на ошиновку, не отключенную разъединителями от ошиновки, находящейся под напряжением;

отключения и включения разъединителями тока нагрузки, если это не предусмотрено конструкцией аппарата.

На заземляющих ножах линейных разъединителей со стороны линий допускается устанавливать только механическую блокировку с приводом разъединителя и приспособление для запирания замыкающих ножей замками в отключенном положении.

Для распределительных устройств с простыми схемами электрических соединений применяют механическую (ключевую) оперативную блокировку, а во всех остальных случаях — электромагнитную.

Приводы разъединителей, доступные для посторонних лиц, должны иметь приспособления для запирания их замками в отключенном и включенном положениях.

Трансформаторы мощностью 160 кВ·А и более, заполненные маслом, должны иметь приспособление для непрерывной регенерации масла, осуществляемой с помощью термосифонных фильтров или путем периодического присоединения адсорбента.

Неснижаемый запас изоляционного масла (при наличии в эксплуатации маслонаполненного оборудования) должен составлять не менее 110% объема наиболее вместительного аппарата.

Находящееся в эксплуатации изоляционное масло должно удовлетворять следующим нормам:

а) кислотное число не более 0,25 мг КОН;

б) реакция водной вытяжки нейтральная (допускается содержание водорастворимых кислот не более 0,01 мг КОН; для трансформаторов до 630 кВ·А—0,03 мг КОН);

в) отсутствие механических примесей (визуально);

г) падение температуры вспышки в трансформаторах не более чем на 5° С от первоначальной;

д) отсутствие взвешенного угля в масле из трансформаторов и незначительное количество в масле из выключателей;

е) электрическая прочность не ниже: 20 кВ — для аппаратов напряжением до 15 кВ включительно и 25 кВ — для аппаратов напряжением выше 15 кВ до 35 кВ включительно;

ж) $\operatorname{tg}\delta$ для масла трансформатора при 20° С не более 2%, при 70° С — не более 7%.

Находящееся в эксплуатации изоляционное масло должно подвергаться лабораторным испытаниям в следующие сроки:

а) не реже одного раза в 3 года для трансформаторов, работающих с термосифонными фильтрами (сокращенный анализ);

б) после капитальных ремонтов трансформаторов и аппаратов;

в) один раз в год для трансформаторов, работающих без термосифонных фильтров (сокращенный анализ).

При повышенных значениях $\operatorname{tg}\delta$ и C_2/C_{50} обмоток и вводов трансформаторов должно быть произведено измерение $\operatorname{tg}\delta$ масла самого трансформатора.

Внеочередную пробу масла для определения температуры вспышки отбирают из трансформатора при обнаружении горючего газа в газовом реле трансформатора.

Пробу масла не отбирают, а масло заменяют при браковочных показателях по результатам профилактических испытаний изоляции в измерительных трансформаторах напряжением до 20 кВ и силовых трансформаторах до 63 кВ·А напряжением до 10 кВ.

Изоляционное масло в трансформаторах и аппаратах при понижении электрической прочности, снижении химических показателей или $\operatorname{tg}\delta$ ниже норм на эксплуатационное масло, а также при обнаружении в масле механических примесей восстанавливают или заменяют.

Свежее или регенерированное сухое изоляционное масло непосредственно после заливки его в аппараты должно иметь электрическую прочность не ниже: 25 кВ — для аппаратов напряжением до 15 кВ включительно и 30 кВ — для аппаратов напряжением выше 15 кВ до 35 кВ включительно.

Возможность смешения различных масел при их доливке в трансформаторы мощностью 1000 кВ·А и более, а также смешения свежего и эксплуатационного масел определяют лабораторным испытанием на выпадение осадка и стабильность.

4. ЭЛЕКТРОПРИВОД В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

4.1. Разновидности электроприводов, применяемых в строительстве:

1) *по роду тока:* переменного тока промышленной и повышенной частоты; постоянного тока и переменно-постоянного тока;

2) *по числу двигателей:* однодвигательный (один электродвигатель приводит в движение один механизм); групповой (один электродвигатель приводит несколько механизмов) и многодвигательный (каждый из нескольких электродвигателей приводит один механизм);

3) *по характеру нагрузки:* силовой (электродвигатель приводит механизм с произвольной нагрузочной диаграммой) и тяговый (электродвигатель приводит ходовой механизм движущейся машины);

4) *по характеру и длительности работы:* с продолжительным режимом работы; кратковременного режима (длительность периода неизменной номинальной нагрузки 10, 30, 60, 90 мин) и повторно-кратковременного режима (продолжительность включения ПВ 15, 25, 40, 60% при продолжительности одного цикла не более 10 мин).

4.2. Расчет электропривода (табл. 129).

129. Основные формулы, используемые при расчете электропривода

Определяемая величина	Формула	Обозначения
Вращающий момент на валу M, Н·м	$M = 9550 \frac{P}{n}$	P — активная мощность на валу, кВт;
Угловая скорость ω, рад/с	$\omega = \frac{\pi n}{30}$	n — частота вращения вала, мин$^{-1}$
Уравнения динамики: при вращательном движении	$M - M_c = J \frac{d\omega}{dt}$	M_c — момент сопротивления, Н·м;
при поступательном движении	$F - F_c = m \frac{dv}{dt}$	J — момент инерции, кг·м^2;
Динамический момент привода $M_{дн}$, Н·м	$M_{дн} = M - M_c$	F — движущая сила, Н;
Динамическая сила $F_{дн}$, Н	$F_{дн} = F - F_c$	F_c — сила сопротивления, Н;
Режимы привода: покой или установившееся движение	$M_{дн} = 0;\ F_{дн} = 0$	m — масса движущегося тела, кг;
ускорение	$M_{дн} > 0;\ F_{дн} > 0$	v — скорость тела, м/с;
торможение	$M_{дн} < 0;\ F_{дн} < 0$	Φ — магнитный поток, Вб;
Электромагнитный момент $M_{э.м}$ двигателя постоянного тока, Н·м	$M_{э.м} = k_м I \Phi_я$, где $k_м = \frac{1}{2\pi} \frac{pN}{a}$	$I_я$ — сила тока якоря, А;
Электродвижущая сила E на зажимах якоря двигателя постоянного тока, В	$E = k_e \Phi n$, где $k_e = \frac{1}{60} \frac{pN}{a}$	p — число пар полюсов;
		N — число активных проводников обмотки якоря;
		a — число параллельных ветвей обмотки якоря;
		$R_я$ — сопротивление цепи якоря, Ом;

Продолжение табл. 129

Определяемая величина	Формула	Обозначения
Напряжение двигателя постоянного тока $U_д$, В	$U_д = E + I_я R_я + \Delta U_щ$	$\Delta U_щ$ — падение напряжения в контакте «щетки — коллектор», равное 2... 4 В;
Напряжение генератора постоянного тока $U_г$, В	$U_г = E - I_я R_я - \Delta U_щ$	f — частота тока питающей сети, Гц;
Коэффициент полезного действия η машины постоянного тока	$\eta = \frac{P}{UI_я}$	$U_ф$ — фазное напряжение статора, В;
Синхронная частота вращения n_0 двигателей переменного тока, мин$^{-1}$	$n_0 = \frac{60f}{p}$	r_1 и x_1 — активное и реактивное сопротивления обмотки фазы статора, Ом;
Скольжение S	$S = \frac{n_0 - n}{n_0}$	r'_2 и x'_2 — активное и реактивное сопротивления обмотки фазы ротора, приведенные к обмотке статора, Ом;
Критический (максимальный) момент $M_{кр}$ асинхронного двигателя, развиваемый в двигательном (+) и генераторном (—) режимах, Н·м	$M_{кр} = \frac{14{,}3}{n_0} \frac{U_ф^2}{r_1 \pm \sqrt{r_1^2 + x_к^2}}$, где $x_к = x_1 + x'_2$	$S_н$, $M_н$ — номинальное скольжение и момент двигателя
Скольжение $S_{кр}$, соответствующее критическому моменту в двигательном (+) и генераторном (—) режимах	$S_{кр} = \pm \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + x_к^2}}$; $S_{кр} = S_н \left(\lambda \pm \sqrt{\lambda^2 - 1}\right)$, где $\lambda = \frac{M_{кр}}{M_н}$	
Момент на валу асинхронного двигателя, Н·м	$M = \frac{2M_{кр}}{S/S_{кр} + S_{кр}/S}$	

4.3. Электродвигатели.

Механические характеристики электродвигателей. Механической характеристикой называется зависимость частоты вращения двигателя от развиваемого им вращающего момента. Различают естественные и искусственные механические характеристики (табл. 130). Естественную характеристику имеют двигатели, подключенные без дополнительных сопротивлений к источнику электрической энергии с номинальными напряжением и частотой. В остальных случаях имеют место искусственные механические характеристики.

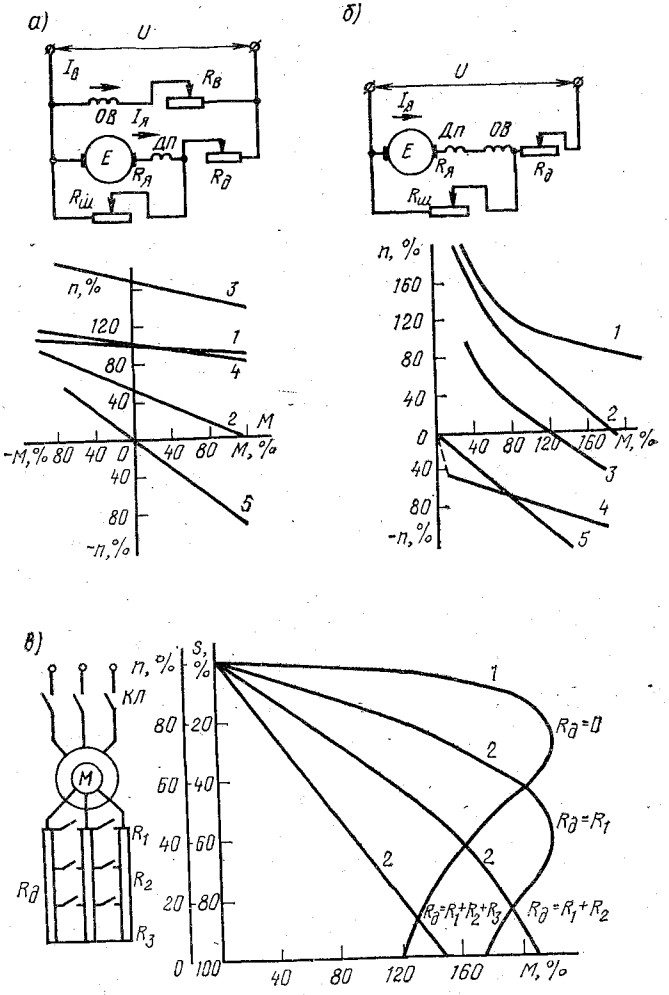


Рис. 37. Схемы включения и механические характеристики электродвигателей

а — независимого возбуждения; *б* — с последовательным возбуждением; *в* — асинхронного двигателя с фазным ротором

130. Формулы для расчета механических характеристик электродвигателей

Характеристика	Формула	Условия получения характеристики	Кривая на рис. 37
Двигатели постоянного тока независимого возбуждения (рис. 37, а)			
Естественная	$n=\frac{U}{k_e\Phi}-M\frac{R_я}{k_e k_м\Phi^2}$	Нормальная схема включения: $R_д=0$; $R_ш=\infty$; $I_в=I_{вн}$	1
Искусственные: при шунтировании якоря двигателя	$n=\frac{Ua}{k_e\Phi}-M\frac{R_я+aR_д}{k_e k_м\Phi^2}$; $a=\frac{R_ш}{R_ш+R_д}$	Схема с шунтированием якоря двигателя: $R_д\neq 0$; $R_ш\neq\infty$; $I_в=I_{вн}$	2
при регулировании частоты вращения ослаблением потока двигателя	$n=\frac{U}{k_e\Phi_1}-M\frac{R_я}{k_e k_м\Phi_1^2}$	Нормальная схема включения; $\Phi_1<\Phi_н$; $R_д=0$; $R_ш=\infty$	3
при регулировании частоты вращения изменением напряжения	$n=\frac{E_г}{k_e\Phi}-M\frac{R_я+R_{яг}}{k_e k_м\Phi^2}$	Якорь двигателя включается на якорь отдельного управляемого генератора (система Г—Д); $R_д=R_{яг}$; $R_ш=\infty$; $I_в=I_{вн}$; $R_{яг}$ — сопротивление якоря генератора, Ом	4
при динамическом торможении	$n=-M\frac{R_я+R_{тд}}{k_e k_м\Phi^2}$	Якорь двигателя замыкается на ограничивающее сопротивление; $R_{тд}=R_ш$; $R_д=\infty$; $I_в=I_{вн}$	5
Двигатели постоянного тока последовательного возбуждения (рис. 37, б)			
Естественная	$n=\frac{U}{k_e\Phi(I)}-M\frac{R_я}{k_e k_м\Phi^2(I)}$	Нормальная схема включения; $R_д=0$; $R_ш=\infty$	1
Искусственные: при введении дополнительного сопротивления в цепь якоря	$n=\frac{U}{k_e\Phi(I)}-M\frac{R_я+R_д}{k_e k_м\Phi^2(I)}$	То же, но $R_д\neq 0$	2
при шунтировании якоря и обмотки возбуждения двигателя	$n=\frac{Ua}{k_e\Phi(I)}-M\frac{R_я+aR_д}{k_e k_м\Phi^2(I)}$; $a=\frac{R_ш}{R_ш+R_д}$	Схема с шунтированием якоря и обмотки возбуждения: $R_д\neq 0$; $R_ш\neq\infty$	3
при динамическом торможении: с самовозбуждением	$n=-M\frac{R_я+R_{тд}}{k_e k_м\Phi^2(I)}$	Якорь двигателя замыкается на ограничивающее сопротивление; $R_{тд}=R_ш$; $R_д=\infty$; $I_{нез}$ — ток обмотки возбуждения	4
с независимым возбуждением	$n=-M\frac{R_я+R_{тд}}{k_e k_м\Phi^2}$; $\Phi=f(I_{нез})$		5

Продолжение табл. 130

Характеристика	Формула	Условия получения характеристики	Кривая на рис. 37
	Асинхронные двигатели (рис. 37, в)		
Естественная	$M=\dfrac{2M_{кр}}{S/S_{кр}+S_{кр}/S}$ (упрощенное уравнение)	Нормальная схема включения; $R_д=0$; $r_1=0$ — активное сопротивление обмотки фазы статора; $S_н$, $S_{кр}$ — номинальное и критическое скольжения для естественной характеристики;	*1*
Искусственная при введении дополнительного активного сопротивления в цепь ротора	$M=\dfrac{2M_{max}}{\dfrac{S}{S_{кр.и}}+\dfrac{S_{кр.и}}{S}}$; $S_{кр.и}=S_{кр}\dfrac{r_2+R_д}{r_2}$ При $M=\text{const}$: $\dfrac{S_и}{S}=\dfrac{R_д+r_2}{r_2}$	То же, но $R_д\neq 0$; M_{max} — максимальный момент $S_и$, $S_{кр.и}$ — рабочее и критическое скольжения для искусственной характеристики; r_2 — активное сопротивление обмотки фазы ротора	*2*

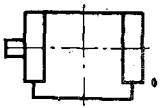
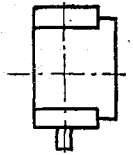
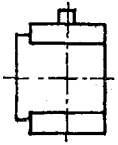
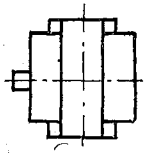
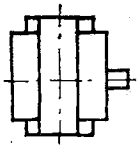
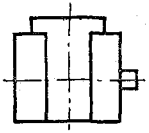
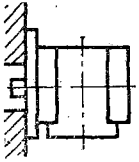
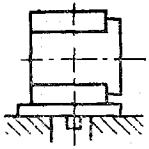
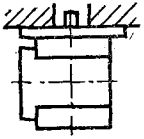
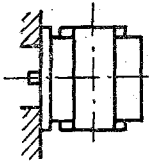
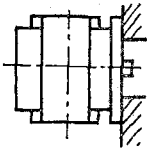
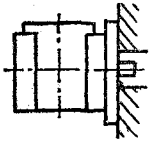
Конструктивное исполнение электродвигателей. Наиболее распространены исполнения: защищенное закрытое обдуваемое, закрытое продуваемое, взрывозащищенное. Исполнение электрических машин по степени защиты регламентируется ГОСТ 17494—72 «Машины электрические напряжением до 1000 В. Степени защиты».

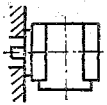
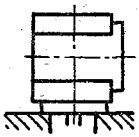
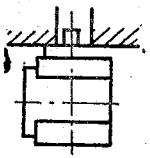
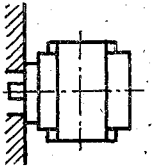
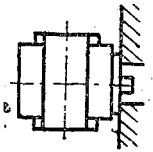
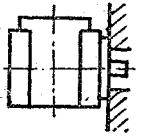
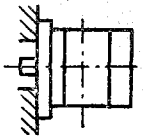
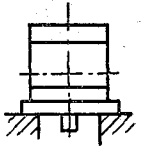
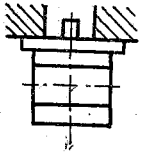
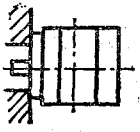
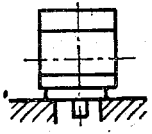
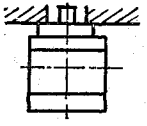
Конструктивные исполнения электрических машин и их условные обозначения (табл. 131) регламентированы ГОСТ 2479—79.

Технические данные электродвигателей. В электроприводах, применяемых в строительстве, широко распространены электродвигатели серий: А2, АО2, МТ, МТК, МТВ, МТКВ, П и ДП. Взамен этих серий разработаны и частично уже выпускаются более совершенные двигатели новых серий:

	Новая серия	*Заменяемая серия*
Трехфазные асинхронные короткозамкнутые	4А	А2, АО2
Асинхронные крановые . .	МТF, МТКF	МТ, МТК, МТВ, МТКВ
Электродвигатели постоянного тока	2П	П
Электродвигатели постоянного тока металлургические и крановые	Д	ДП

131. Наиболее часто применяемые конструктивные исполнения электрических машин и их условные обозначения (ГОСТ 2479—79)

Машины	Конструктивные исполнения					
	0	1	3	5	6	7
На лапах с двумя подшипниковыми щитами	IM1001 (M101) 	IM1011 (M103) 	IM1031 (M103) 	IM1051 (M106) 	IM1061 (M105) 	IM1071 (M104) 
На лапах с подшипниковыми щитами, с фланцем, доступным с обратной стороны, на одном подшипниковом щите	IM2001 (M201) 	IM2011 (M202) 	IM2031 (M203) 	IM2051 (M206) 	IM2061 (M105) 	IM2071 (M204) 

На лапах с подшипниковыми щитами, с фланцем, недоступным с обратной стороны, на одном подшипниковом щите	IM2101 (M211) 	IM2111 (M212) 	IM2131 (M213) 	IM2151 (M216) 	IM2161 (M215) 	IM2171 (M214) 
Без лап с подшипниковыми щитами, с фланцем, доступным с обратной стороны, на одном подшипниковом щите	IM3001 (M301) 	IM3011 (M302) 	IM3031 (M303) 	—	—	—
Без лап с подшипниковыми щитами, с фланцем, недоступным с обратной стороны, на одном подшипниковом щите	IM3601 (M361) 	IM3611 (M362) 	IM3631 (M363) 	—	—	—

Примечание. В скобках указаны старые обозначения конструктивных исполнений по ГОСТ 2479—65.

Трехфазные асинхронные (короткозамкнутые) двигатели серий А2, АО2 (табл. 132) имеют основные исполнения: защищенное, с чугунной станиной и подшипниковыми щитами (А2); закрытое обдуваемое, с чугунной станиной и подшипниковыми щитами (АО2); закрытое обдуваемое, со станиной и подшипниковыми щитами из алюминиевых сплавов (АОЛ2).

Номинальные напряжения электродвигателей: 220/380 В (основное), 380/660 В, 500 В.

Конструктивные исполнения электродвигателей А2 и АО2: IM1, IM2, IM3.

132. Трехфазные асинхронные, короткозамкнутые двигатели серий А2 и А02

Тип	Номинальная мощность на валу (кВт) при частоте вращения, $мин^{-1}$					Масса, кг
	3000	1500	1000	750	600	
Защищенное исполнение						
А2-61	17	13	10	7,5	—	128
А2-62	22	17	13	10	—	144
А2-71	30	22	17	13	—	166
А2-72	40	30	22	17	—	198
А2-81	55	40	30	22	—	290
А2-82	75	55	40	30	—	445
А2-91	100	75	55	40	—	455
А2-92	125	100	75	55	—	510
Закрытое обдуваемое исполнение						
АО2, АОЛ2-11	0,8	0,6	0,4	—	—	17,5
АО2, АОЛ2-12	1,1	0,8	0,6	—	—	19,2
АО2, АОЛ2-21	1,5	1,1	0,8	—	—	23,5
АО2, АОЛ2-22	2,2	1,5	1,1	—	—	27,5
АО2, АОЛ2-31	3	2,2	1,5	—	—	35
АО2, АОЛ2-32	4	3	2,2	—	—	43
АО2-41	5,5	4	3	2,2	—	62
АО2-42	7,5	5,5	4	3	—	74
АО2-51	10	7,5	5,5	4	—	95
АО2-52	13	10	7,5	5,5	—	110
АО2-61	—	13	10	7,5	—	143
АО2-62	17	17	13	10	—	165
АО2-71	22	22	17	13	—	208
АО2-72	30	30	22	17	—	236
АО2-81	40	40	30	22	17	335
АО2-82	55	55	40	30	22	415
АО2-91	75	75	55	40	30	530
АО2-92	100	100	75	55	40	640

Трехфазные асинхронные двигатели серии 4А (табл. 133, 134) рассчитаны на работу от сети переменного тока частоты 50 Гц напряжением 220/380 и 380/660 В и охватывают диапазон мощностей от 0,06 до 400 кВт (при 1500 $мин^{-1}$).

В двигателях с высотами оси вращения 56—63 мм предусмотрено использование изоляции класса нагревостойкости Е, с высотами оси вращения 71—132 мм — класса нагревостойкости В и с высотами оси вращения 160—355 мм — класса F.

133. **Габарит и высота оси вращения двигателей серии 4А**

Участки габаритов	Габарит	Высота оси вращения, мм	Участки габаритов	Габарит	Высота оси вращения, мм
I	0	50	III	9	160
	1	56		10	180
	2	63		11	200
	3	71		12	225
	4	80		13	250
	5	90			
II	6	100	IV	14	280
	7	112		15	315
	8	132		16	355

Основное исполнение серии — трехфазные короткозамкнутые двигатели, предназначенные для общего применения. Электрические модификации: с повышенным пусковым моментом; с повышенным скольжением; многоскоростные; с фазным ротором; на частоту 60 Гц; однофазные двигатели.

Предусмотрены также двигатели, специализированные по конструкции, по условиям окружающей среды и узкоспециализированные.

134. **Исполнения электродвигателей серии 4А по степени защиты и способу монтажа**

Высота оси вращения, мм	Форма исполнения
Степень защиты 1Р23	
160—355	IM1001
Степень защиты 1Р44	
50—250	IM1081, IM2081
280—355	IM1001, IM2001
50—90	IM2181
50—180	IM3081
200—280	IM3011, IM3031
50—100	IM3681

Двигатели с высотой оси вращения 50—63 мм выполняют со станиной и щитами из алюминиевого сплава, с высотой 112—350 мм — из чугуна, а с высотой 71—100 мм — из алюминиевого сплава и чугуна.

Обозначение типа двигателей расшифровывается следующим образом:

$$\frac{4}{1}\ \frac{А}{2}\ \frac{Х}{3}\ \frac{Х}{4}\ \frac{ХХХ}{5}\ \frac{Х}{6}\ \frac{Х}{7}\ \frac{Х}{8}\ \frac{У3}{9}$$

где 1 — порядковый номер серии;
2 — род двигателя (асинхронный);
3 — исполнение двигателя по способу защиты от окружающей среды: Н — защищенное; при отсутствии знака — закрытое
4 — исполнение двигателя по материалу станины и щитов: А — станина и щиты алюминиевые; Х — станина алюминиевая, щиты — чугунные; при отсутствии знака — станина и щиты чугунные или стальные;
5 — высота оси вращения (три или две цифры);
6 — установочный размер по длине станины *S*, *M* или *L*;
7 — длина сердечника статора А или В при условии сохранения установочного размера;
8 — число полюсов: 2, 4, 6, 8, 10 или 12;
9 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150—69.

Пример обозначения: 4АН280М2У3 — трехфазный асинхронный короткозамкнутый защищенный двигатель серии 4, со станиной и щитами из чугуна, с высотой оси вращения 280 мм, с установочным размером по длине станины М, двухполюсного, климатического исполнения У, категории 3.

Мощности двигателей приведены в табл. 135, технические данные двигателей — в табл. 136—139, габаритные размеры — в табл. 140.

135. Мощности и масса двигателей серии 4А (ГОСТ 19523—74)

Тип	Номинальная мощность (кВт) при частоте вращения, мин$^{-1}$				Масса (форма IM1001), кг
	3000	1500	1000	750	
Закрытое исполнение 1Р44					
4АА50А	0,09	0,06	—	—	3,3
4АА50В	0,12	0,09	—	—	3,3
4АА56А	0,18	0,12	—	—	4
4АА56В	0,25	0,18	—	—	4,5
4АА63А	0,37	0,25	0,18	—	5,5
4АА63В	0,55	0,37	0,25	—	6
4А71А(4АХ71А)	0,75	0,55	0,37	—	13,5
4А71В(4АХ71В)	1,1	0,75	0,55	0,25	14,5
4А80А(4АХ80А)	1,5	1,1	0,75	0,37	17
4А80В(4АХ80В)	2,2	1,5	1,1	0,55	20
4А90LА(4АХ90LА)	3	2,2	1,5	0,75	27,5
4А90LВ(4АХ90LВ)	—	—	—	1,1	27,5
4А100SА(4АХ100SА)	4	3	—	—	33,5
4А100LВ(4АХ100LВ)	5,5	4	2,2	1,5	40,5
4А112МА	7,5	5,5	3	2,2	55
4А112МВ	—	—	4	3	55
4А132S	—	7,5	5,5	4	78
4А132М	11	11	7,5	5,5	92
4А160S	15	15	11	7,5	132
4А160М	18,5	18,5	15	11	155
4А180S	22	22	—	—	170
4А180М	30	30	18,5	15	195
4А200М	37	37	22	18,5	255
4А200L	45	45	30	22	285

Продолжение табл. 135

Тип	Номинальная мощность (кВт) при частоте вращения, $мин^{-1}$				Масса (форма IM1001), кг
	3000	1500	1000	750	
4А225М	55	55	37	30	350
4А250S	75	75	45	37	490
4А250М	90	90	55	45	535
4А280S	110	110	75	55	785
4А280М	132	132	90	75	835
4А315S	160	160	110	90	875
4А315М	200	200	132	110	1100
4А355S	250	250	160	132	1420
4А355М	315	315	200	160	1670
Защищенное исполнение IP23					
4АН160S	22	18,5	—	—	112
4АН160М	30	22	—	—	132
4АН180S	37	30	18,5	—	155
4АН180М	45	37	22	—	180
4АН200М	55	45	30	—	250
4АН200L	75	55	37	—	295
4АН225М	90	75	45	—	330
4АН250S	110	90	55	45	450
4АН250М	132	110	75	55	500
4АН280S	160	132	90	75	715
4АН280М	200	160	110	90	825
4АН315S	—	200	132	110	860
4АН315М	250	250	160	132	940
4АН355S	315	315	200	160	1200
4АН355М	400	400	250	200	1350

136. Двигатели серии 4А — основное исполнение (К.01.01.63—77)

Тип	Номинальная мощность, кВт	При номинальной нагрузке			$\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$	Масса, кг
		частота вращения, $мин^{-1}$	КПД	cosφ				
4АА50А4У3	0,06	1380	50	0,6	2,2	2	2,5	3,3
4АА50В4У3	0,09	1370	55	0,6	2,2	2	2,5	3,3
4АА56А4У3	0,12	1375	63	0,66	2,2	2,1	3,5	4
4АА56В4У3	0,18	1365	64	0,64	2,2	2,1	3,5	4,5
4АА63А4У3	0,25	1380	68	0,65	2,2	2	4	5,5
4АА63В4У3	0,37	1365	68	0,69	2,2	2	4	6
4А71А4У3	0,55	1390	70,5	0,7	2,2	2	4,5	13,5
4А71В4У3	0,75	1390	72	0,73	2,2	2	4,5	14,5
4А80А4У3	1,1	1420	75	0,81	2,2	2	5	17
4А80В4У3	1,5	1415	77	0,83	2,2	2,1	5	20
4А90L4У3	2,2	1425	80	0,83	2,4	2	6	27,5
4А100S4У3	3	1435	82	0,83	2,4	2	6	33,5
4А100L4У3	4	1430	84	0,84	2,4	2	6	40,5
4А112М4У3	5,5	1445	85,5	0,85	2,2	2	7	55

Продолжение табл. 136

Тип	Номинальная мощность, кВт	При номинальной нагрузке			$\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$	Масса, кг
		частота вращения, $мин^{-1}$	КПД	cosφ				
4А132S4У3	7,5	1455	87,5	0,86	3	2,2	7,5	78
4А132М4У3	11	1460	87,5	0,87	3	2,2	7,5	92
4А180М4У3	30	1470	91	0,89	2,3	1,4	6,5	195
4А225М4У3	55	1480	92,5	0,9	2,5	1,3	7	350
4А250S4У3	75	1480	93	0,9	2,3	1,2	7	490
4А250М4У3	90	1480	93	0,91	2,3	1,2	7	535

137. Двигатель серии 4А с повышенным скольжением (К.01.01.65—77)

Тип	Номинальная мощность на валу при ПВ = 25%, кВт	При номинальной мощности			$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$	$\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$	Масса, кг
		скольжение, %	КПД, %	cosφ				
4АС160S4У3	18,5	6,5	84	0,87	2	2,2	6	140
4АС160М4У3	22	6	86,5	0,9	2	2,2	6	160
4АС160S6У3	13,5	7,5	81,5	0,86	1,8	2,1	5,5	135
4АС160М6У3	17	7,5	83	0,84	1,8	2,1	5,5	165
4АС160S8У3	8,5	8	81	0,79	1,8	2	5	135
4АС160М8У3	13	11	80,5	0,81	1,8	2	5	165
4АС180S4У3	22	7,5	85	0,91	2	2,2	6	185
4АС180М4У3	33	8,5	85	0,91	2	2,2	6	205
4АС180М6У3	19	9	82,5	0,89	1,8	2,1	5,5	185
4АС180М8У3	16	8	82	0,83	1,8	2	5	195

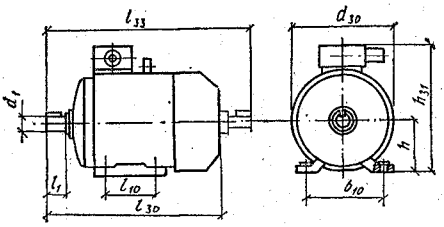
138. Двигатели серии 4А с повышенным пусковым моментом (К.01.01.63—77)

Тип	Номинальная мощность, кВт	При номинальной нагрузке			$\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$	Масса, кг
		частота вращения, $мин^{-1}$	КПД, %	cos φ				
4АР160S4У3	15	1465	87,5	0,87	2,2	2	7,5	140
4АР160М4У3	18,5	1465	88,5	0,87	2,2	2	7,5	160
4АР180S4У3	22	1460	90	0,87	2,2	2	7,5	185
4АР180М4У3	30	1460	90	0,87	2,2	2	7,5	205
4АР160S6У3	11	975	85,5	0,83	2,2	2	7	135
4АР160М6У3	15	975	87,5	0,83	2,2	2	7	165
4АР180М6У3	18,5	970	87	0,8	2,2	2	6	185
4АР160S8У3	7,5	730	86	0,75	2	1,8	6	135
4АР160М8У3	11	730	87	0,75	2	1,8	6	165
4АР180М8У3	15	730	86,5	0,77	2	1,8	5,5	195

139. Двухскоростные двигатели серии 4А (К.01.01.63—77)

Тип	Число полюсов	Номинальная мощность, кВт	При номинальной нагрузке			$\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$	Масса, кг
			частота вращения, $мин^{-1}$	КПД	cosφ				
4А160S4/2У3	4 2	11 14,5	1460 2940	85 83	0,85 0,92	2,1 2	1,5 1,2	7,5 7,5	140
4А180S4/2У3	4 2	18,5 21	1470 2920	88,5 85	0,9 0,93	1,8 1,8	1,3 1,1	6,5 6,5	185
4А160М4/2У3	4 2	14 17,5	1460 2900	87 84	0,87 0,92	2,1 2	1,5 1,2	7,5 7,5	160
4А180М4/2У3	4 2	22 26,5	1470 2920	90 86	0,9 0,92	1,8 1,8	1,3 1,1	7,5 7	205
4А160М8/4У3	8 4	9 13	730 1460	79 86,5	0,69 0,91	2 2	1,5 1,2	5,5 7	165
4А180М8/4У3	8 4	13 18	730 1455	84,5 87,5	0,76 0,92	1,8 1,8	1,2 1,0	5,5 6,5	195
4А160S8/4У3	8 4	6 9	740 1460	76,5 84	0,69 0,92	2 2	1,5 1,2	5,5 7	135

140. Габаритные размеры двигателей серии 4А. Исполнение IM1001 (ГОСТ 19523—74)



Тип	Число полюсов	Размеры, мм								
		l_{30}	l_{33}	h_{31}	d_{30}	l_1	l_{10}	d_1	b_{10}	h
4АА50	2, 4	174	—	142	104	20	63	9	80	50
4АА56	2, 4	194	221	152	120	23	71	11	90	56
4АА63	2, 4, 6	216	250	164	130	30	80	14	100	63
4А71	2, 4, 6, 8	285	330	201	170	40	90	19	112	71

Продолжение табл. 140

Тип	Число полюсов	Размеры, мм								
		l_{30}	l_{33}	h_{31}	d_{30}	l_1	l_{10}	d_1	b_{10}	h
4A80A 4A80B 4A90	2, 4, 6, 8	300 320 350	352 372 402	218 243	186 208	50	100 125	22 24	125 140	80 90
4A100S 4A100L	2, 4, 6, 8	362 392	427 457	263	235	60	112 140	28	160	100
4A112M 4A132 4A132M	2, 4, 6, 8	452 480 530	534 560 610	310 350	260 302	80	140 178	32 38	190 216	112 132
4A160S 4A160M	4, 6, 8	624 667	737 780	430	358	110	178 210	48 48	254	160
4A180S 4A180M	4, 6, 8	662 702	778 818	470	410	110	203 241	55	279	180
4A200M 4A200L	4, 6, 8	790 830	905 945	535 575	450 494	140 140	267 305	60 60	318	200
4A225M 4A250 4A259M	4, 6, 8	840 915 955	985 1060 1100	640	554	140 140	311 311 349	65 75	356 406	225 250

Асинхронные двигатели крановые серий МТ, МТК, МТВ, МТКВ (табл. 141, 142) предназначены для привода крановых механизмов, агрегатов с повторно-кратковременным и кратковременным режимом работы, а также приводов, работающих при повышенных температурах окружающей среды.

141. Электродвигатели с фазным ротором серий МТ и МТВ (К.01.06.01-63)

Тип	Номинальная мощность (кВт) при синхронной частоте вращения, $мин^{-1}$						Масса кг
	1000		750		600		
	ПВ=25%	ПВ=60%	ПВ=25%	ПВ=60%	ПВ=25%	ПВ=60%	
МТ-111	1,4	0,9	—	—	—	—	5
МТ-012	2,2	1,5	—	—	—	—	5
МТ-111	3,5	2,3	—	—	—	—	7
МТ-112	5	3,6	—	—	—	—	88
МТ-211	7,5	5	—	—	—	—	120
МТВ-311	11	7	7,5	5	—	—	170
МТВ-312	16	10	11	7	—	—	210
МТВ-411	22	14	16	10	—	—	280
МТВ-412	30	19	22	14	—	—	375
МТВ-511	—	—	30	18	—	—	410
МТВ-512	—	—	40	25	—	—	500
МТВ-611	—	—	—	—	45	28	860
МТВ-612	—	—	—	—	60	35	1020
МТВ-613	—	—	—	—	80	43	1180
МТВ-711	—	—	—	—	100	52	1550
МТВ-712	—	—	—	—	125	65	1700
МТВ-713	—	—	—	—	160	86	1900

142. Электродвигатели с короткозамкнутым ротором серий МТК и МТКВ (К.01.06.01-63)

Тип	Номинальная мощность на валу (кВт) при синхронной частоте вращения, мин$^{-1}$				Масса, кг
	ПВ = 25%	ПВ = 60%	ПВ = 25%	ПВ = 60%	
МТК-011	1,4	0,9	—	—	47
МТК-012	2,2	1,5	—	—	53
МТК-111	3,5	2,3	—	—	70
МТК-112	5	3,6	—	—	80
МТК-211	7,5	5	—	—	110
МТКВ-311	11	7	7,5	5	170
МТКВ-312	16	10	11	7,0	210
МТКВ-411	22	14	16	10	280
МТКВ-412	30	19	22	14	375
МТКВ-511	—	—	28	18	410
МТКВ-512	—	—	37	23	500

Асинхронные двигатели крановые серий MTF, MTKF характеризуются повышенной перегрузочной способностью, большими пусковыми моментами при сравнительно небольших пусковых токах, а также малым временем разгона. Предназначены для работы с номинальной мощностью при температурах окружающей среды от —45 до +45° С. Изготовляются на частоту 50 Гц и напряжение 380/220 В и 500 В.

Двигатели имеют изоляцию класса нагревостойкости *F*. Основной номинальный режим — повторно-кратковременный с относительной продолжительностью включения ПВ=40%. Выпускают в закрытом обдуваемом исполнении.

В обозначении типа двигателя первая цифра трехзначного числа, стоящего после букв, определяет условный внешний диаметр пакета статора или габарит двигателя, вторая — порядковый номер серии, третья — условную длину пакета статора.

Технические данные двигателей в номинальном режиме и их размеры приведены в табл. 143—145.

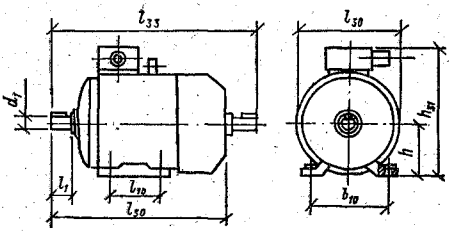
143. Крановые электродвигатели серии MTF с фазным ротором (К.01.06.01-74)

Тип	Мощность на валу при ПВ = 40%, кВт	Частота вращения, мин$^{-1}$	Ток статора при 380 В, А	cos φ	КПД, %	Ток ротора, А	Маховой момент ротора, кг·м^2	Масса, кг
MTF-011-6	1,4	885	5,3	0,65	61,5	9,1	0,085	51
MTF-012-6	2,2	890	7,6	0,68	64	11,5	0,115	58
MTF-111-6	3,5	895	10,4	0,73	70	15	0,195	76
MTF-112-6	5	930	14,4	0,7	75	15,7	0,27	88
MTF-211-6	7,5	930	21	0,7	77	19,8	0,46	120
MTF-311-6	11	945	30,5	0,69	79	42	0,9	170
MTF-312-6	15	955	38	0,73	82	46	1,25	210
MTF-411-6	22	965	55	0,73	83,5	60	2	280
MTF-412-6	30	970	75	0,71	85,5	73	2,7	345
MTF-311-8	7,5	695	22,8	0,68	73	21	1,1	170
MTF-312-8	11	705	30,5	0,71	77	43	1,55	210
MTF-411-8	15	710	42	0,67	81	48,8	2,15	280
MTF-412-8	22	720	65	0,63	82	57	3	345

144. Крановые электродвигатели серии МТКF с короткозамкнутым ротором (К.01.06.01-74)

Тип	Мощность на валу при ПВ = 40%, кВт	Частота вращения, мин$^{-1}$	Ток статора при 380 В, А	cos φ	КПД, %	$\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	Пусковой ток при 380 В, А	Маховой момент ротора, кг·м^2	Масса, кг
МТКF-011-6	1,4	875	5,2	0,66	61,5	2,6	2,6	15	0,08	47
МТКF-012-6	2,2	880	7,2	0,69	67	2,7	2,7	22	0,11	53
МТКF-111-6	3,5	885	9,4	0,79	72	2,7	2,69	35	0,18	70
МТКF-112-6	5	895	13,8	0,74	74	3,2	3,2	53	0,26	80
МТКF-211-6	7,5	880	19,5	0,77	75,5	2,6	2,5	78	0,44	110
МТКF-311-6	11	910	28,5	0,76	77,5	3,3	3,2	130	0,85	155
МТКF-312-6	15	930	36	0,78	81	3,8	3,7	205	1,2	195
МТКF-411-6	22	935	51	0,79	82,5	3,4	3,1	275	1,9	255
МТКF-412-6	30	935	70	0,78	83,5	3,1	3	380	2,55	315
МТКF-311-8	7,5	690	21,8	0,71	73,5	3,1	3	95	1,1	155
МТКF-312-8	11	700	29	0,74	78	3,3	3	160	1,55	195
МТКF-411-8	15	695	40	0,71	80	3,2	3,1	185	2,15	255
МТКF-412-8	22	700	60	0,69	80,5	3,2	3,1	295	3,	315

145. Габаритные размеры двигателей серии МТКF (К.01.06.01-74), мм



Тип	l_{30}	l_{33}	h_{31}	d_{30}	l_1	l_{10}	d_1	b_{10}	h
МТКF-011	415,5	485	302	236	60	150	28	180	112
МТКF-012	450,5	520	302	236	60	190	28	180	112
МТКF-111	484,5	574	342	268	80	190	35	220	132
МТКF-112	524,5	614	342	258	80	235	35	220	132
МТКF-211	586	706	385	313	110	243	40	245	160
МТКF-311	637	748,5	444	360	110	260	50	280	180
МТКF-312	712	823,5	444	360	110	320	50	280	180
МТКF-411	749	899	527	422	140	335	65	330	225
МТКF-412	824	974	527	422	140	420	65	330	225

Электродвигатели постоянного тока серии П (табл. 146) выпускают 26 габаритов. Первая группа двигателей имеет 11 габаритов и охватывает диапазон мощностей от 0,3 до 200 кВт при частоте вращения 1500 мин$^{-1}$. Возбуждение двигателей независимое с небольшой последовательной обмоткой. Двигатели основного исполнения для общепромышленного применения допускают регулирование частоты вращения 1 : 2.

Изготовляют модификации:

двигатели с широким диапазоном регулирования частоты вращения вверх от номинальной ослаблением потока возбуждения;

двигатели с регулированием частоты вращения вниз от номинальной путем снижения напряжения на якоре.

Их изготовляют в защищенном исполнении на напряжение 110 и 220 В.

146. Двигатели постоянного тока серии П. Исполнение 1Р44 (К.01.16.08-74)

Тип	$U_н$, В	Номинальная мощность (кВт) при частоте вращения, $мин^{-1}$				Масса (форма IM1001), кг
		3000	1500	1000	750	
П-11	220, 110	0,7	0,3	0,13	—	18,5
П-12	220, 110	1	0,45	0,2	—	23,5
П-21	220, 110	1,5	0,7	0,3	0,2	38
П-22	220, 110	2,2	1	0,45	0,3	44
П-31	220, 110	3,2	1,5	0,7	0,45	54,5
П-32	220, 110	4,5	2,2	1	0,7	67,5
П-41	220, 110	6	3,2	1,5	1	79
П-42	110	8	—	—	—	84
П-42	220, 110	—	4,5	2,2	1,5	84
П-51	220, 110	—	6	3,2	2,2	119
П-52	220, 110	—	8	4,5	3,2	130
П-61	220, 110	—	11	6	4,5	137
П-62	220, 110	—	14	8	6	193
П-71	220, 110	—	19	11	7	290
П-72	220, 110	—	25	14	10	330
П-81	440, 220, 110	—	32	19	—	330
П-81	220, 110	—	—	—	14	330
П-82	220, 110	—	—	—	19	385
П-82	440, 220, 110	—	—	25	—	435
П-91	440, 220	—	—	32	25	605
П-92	440, 220	—	—	42	32	705
П-101	440, 220	—	—	55	42	865
П-102	440, 220	—	—	—	55	985
П-82	440, 220	—	42	—	—	435
П-91	440, 220	—	55	—	—	605
П-92	440, 220	—	75	—	—	705
П-101	440, 220	—	100	—	—	865
П-102	440, 220	—	125	—	—	985
П-111	440, 220	—	160	100	75	1180
П-112	440, 220	—	200	125	85	1370
П-112	440	—	180	—	—	1370

Электродвигатели постоянного тока серии 2П предназначены для общепромышленного применения в системах современного электропривода, включая работу от тиристорных преобразователей.

Номинальные напряжения якорной цепи двигателей 110, 220 и 440 В. При питании от тиристорных преобразователей допускается исполнение с напряжением 340 В.

Электродвигатели серии 2П защищенного исполнения выполняют с изоляцией класса нагревостойкости В, закрытого исполнения — с изоляцией класса F.

Электродвигатели обеспечивают регулирование частоты вращения в широком диапазоне вверх и вниз от номинальной. Они допускают работу при частоте вращения до 10 $мин^{-1}$ с моментом, равным 0,75 $M_н$ и выше.

Обозначение типа двигателя расшифровывается следующим образом:

2	П	Х	Х	ХХХ	Х
1	2	3	4	5	6

где 1 — порядковый номер серии;
2 — род двигателя (постоянного тока);
3 — исполнения двигателя: А — защищенное с самовентиляцией; Н — защищенное с независимой вентиляцией от постороннего вентилятора; Б — закрытое с естественным охлаждением; О — закрытое с наружным обдувом от постороннего вентилятора;
4 — исполнения двигателя с тахогенератором (Т) или с двумя свободными концами вала (К);
5 — высота оси вращения, определяющая габарит двигателя;
6 — установочный размер по длине машины: М — первая порядковая длина; *L* — вторая порядковая длина.

Пример обозначения: 2ПНТ-160L — электродвигатель постоянного тока защищенного исполнения с независимой вентиляцией от постороннего вентилятора, с тахогенератором, с высотой оси вращения 160 мм, второй длины (*L*).

Номинальные мощности, диапазоны регулирования частоты вращения, исполнения электродвигателей серии 2П приведены в табл. 147, 148, их размеры — в табл. 149. Технические данные двигателей типа 2П-200 даны в табл. 150.

147. Исполнения электродвигателей серии 2П по степени защиты и форме исполнения

Высота оси вращения, мм	Степень защиты	Конструктивные исполнения
112, 132, 160, 180, 200	IP22 с самовентиляцией	IM1001, IM1011, IM1031, IM2101, IM2111, IM2131, IM3601, IM3611, IM3631
112, 132, 160, 180, 200	IP44 с естественным охлаждением	
132, 160, 180, 200	IP22 с независимой вентиляцией	IM1001, IM1011, IM1031, IM2101, IM2111, IM2131, IM3601, IM3611, IM3631
132, 160, 180, 200	IP44 с наружным обдувом от постороннего вентилятора	

148. Номинальные мощности, диапазон регулирования частоты вращения электродвигателей типа 2ПА(Т). Род защиты IP22 (ЛК.01.16.09-75)

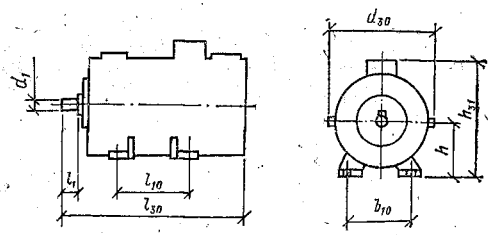
Номинальная мощность, кВт	Номинальная частота вращения, мин$^{-1}$									
	3000		2200		1500		1000		750	
	габарит	макс. частота	габарит	макс. частота	габарит	макс. частота	габарит	макс. частота	габарит	макс. частота
0,55							112М	3000	112М	3000
0,75									112*L*	3000
1,1							112*L*	3000	132М	3000

Продолжение табл. 148

Номинальная мощность, кВт	Номинальная частота вращения, мин$^{-1}$									
	3000		2200		1500		1000		750	
	габарит	макс. частота	габарит	макс. частота	габарит	макс. частота	габарит	макс. частота	габарит	макс. частота
1,5					112M	3500	132M	3000	132L	3000
2,2			112M	3500	112L	3500	132L	3000	160M	3000
3			112L	3500	132M	3500	160M	3000	160L	3000
4	112M	3500	132M	3500	132M	3500	160L	3000	180M	3000
5,5	112L	3500	132M	3500	132L	3500	180C	3000	180L	3000
7,5	132M	3500	132L*	3500	160M	3500	180L	3000	200M	2500
11	132L*	3500	160M*	3500	160L*	3500	200M	3000	200L	2500
15	160M*	3500	160L*	3500	180M	3300	200L*	3000		
18,5	160L*	3500	180M*	3300	180L*	3000				
22	160L*	3500	180L*	3300	200M*	3300				
30	180M*	3300	200M*	3300	200L*	3300				
37	180L**	3300	200L**	3300						
45	200M**	3300								
55	200L**	3300								

* На напряжение 110 В не выпускают.
** На напряжение 220 В не выпускают.

149. Размеры и масса электродвигателей типа 2ПА и 2ПБ. Исполнение IM1001



Тип	h	l_1	l_{10}	b_{10}	d_1	d_{30}	h_{31}	l_{30}	Масса кг
2ПА-112M 2ПБ-112M	112	50	203	190	24	298	273	490	47
2ПА-112L 2ПБ-112L								530	56
2ПА-132M 2ПБ-132M	132	80	228	216	38	338	352	610	86
2ПА-132L 2ПБ-132L								650	96

Продолжение табл. 149

Тип	h	l_1	l_{10}	b_{10}	d_1	d_{30}	h_{31}	l_{30}	Масса, кг
2ПА-160М 2ПБ-160М	160	80	254	254	38	408	409	645	141
2ПА-160L 2ПБ-160L								695	159
2ПА-180М 2ПБ-180М	180	110	311	279	42	440	450	765	213
2ПА-180L 2ПБ-180L								805	234
2ПА-200М 2ПБ-200М	200	110	356	318	48	472	490	785	282
2ПА-200L 2ПБ-200L								845	325

150. Техническая характеристика электродвигателей типа 2П-200 (К.01.16.09-75)

Тип	Полезная мощность, кВт	Напряжение на якоре, В	Номинальная частота вращения, $мин^{-1}$	Номинальный КПД, %	Мощность возбуждения, Вт	Маховой момент якоря, $кг \cdot м^2$
2ПА-200М	7,5	220	750	83,2	560	1,06
2ПНТ-200М	11	220	750	85,4	560	1,07
2ПА-200М	11	220	1000	85,4	630	1,06
2ПНТ-200М	15	220	1100	85,4	630	1,07
2ПА-200М	22	220	1500	88	760	1,06
2ПНТ-200М	22	220	1500	88	760	1,07
2ПА-200	11	220	750	82	780	1,25
2ПНТ-200	15	220	750	83,5	780	1,26
2ПА-200	15	220	1000	88	730	1,25
2ПНТ-200	18,5	220	1000	86	730	1,26
2ПА-200	30	220	1500	90	900	1,25
2ПНТ-200	30	220	1500	90	900	1,26

Электродвигатели постоянного тока серии ДП крановые и металлургические предназначены для установки на кранах и других подъемно-транспортных механизмах, для привода вспомогательных металлургических механизмов.

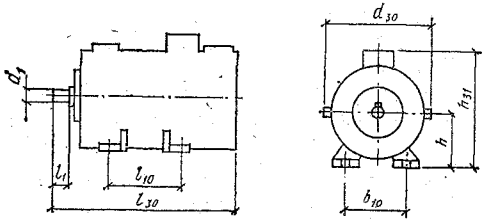
Электродвигатели изготовляют на номинальные напряжения 220 и 440 В с последовательным, параллельным и смешанным возбуждением, закрытыми с естественным охлаждением и защищенными с независимой вентиляцией, форм исполнения IM1001, IM2001, IM2011.

Габарит двигателя и длина пакета якоря указаны в его обозначении. Номинальными данными закрытых двигателей служат данные повторно-кратковременного режима ПВ=25%. Они приведены в табл. 151. Размеры их даны в табл. 152.

151. Электродвигатели серии ДП закрытые с естественным охлаждением (К.01.19.01-66)

Тип	Возбуждение									
	последовательное			смешанное			параллельное			
	мощность, кВт	ток, А	частота вращения, $мин^{-1}$	мощность, кВт	ток, А	частота вращения, $мин^{-1}$	мощность, кВт	ток, А	частота вращения со стабилизацией, $мин^{-1}$	частота вращения без стабилизации, $мин^{-1}$
Напряжение 220 В										
ДП-12	3	19	960	3	17,5	1160	3	17,5	1150	1200
ДП-21	4,5	28	900	4,5	27	1080	4,5	26	1020	1050
ДП-22	6	36	850	6	34	1050	6	33	1090	1130
ДП-31	8,5	50	770	8,5	48	860	8,5	47	830	870
ДП-32	12	68	675	12	66	800	12	65	760	790
ДП-41	17	94	630	16	87	720	16	85	690	710
ДП-42	23	125	600	21	112	675	21	110	640	660
ДП-52	33	175	630	32	165	760	32	164	730	760
ДП-62	50	260	520	46	235	610	46	233	610	625
ДП-72	75	385	470	70	355	540	67	338	540	560
ДП-82	106	540	425	100	500	490	95	470	480	500
ДП-92	150	760	405	140	700	450	135	670	460	470
ДП-21	5,5	33	1200	5,5	31,5	1470	5,5	31	1420	1460
ДП-22	8	46	1200	8	45	1400	8	44	1490	1550
ДП-31	12	67	1100	12	65	1310	12	64	1350	1410
ДП-32	17	92	1000	16	85	1140	16	84	1180	1230
ДП-41	23	124	970	23	120	1120	22	114	1100	1160
ДП-42	32	170	900	32	165	1000	29	150	1020	1040
ДП-52	42	218	850	42	214	970	38	193	980	1020
ДП-82А	125	630	590	115	580	630	112	560	650	670
Напряжение 440 В										
ДП-21	4	13	1050	4	12,5	1240	4	12	1240	1260
ДП-31	7	21	770	7	20,5	850	7	20	865	880
ДП-41	16	45	660	16	44	720	15	40	695	710
ДП-52	33	87	630	32	83	760	32	82	760	775
ДП-62	50	130	530	46	118	610	46	116	610	630
ДП-72	75	192	475	70	178	540	67	166	540	560
ДП-82	95	244	440	92	230	490	90	222	480	500
ДП-92	150	380	405	140	350	450	135	335	460	470
ДП-22	7	20	1180	7	20	1450	7	19,5	1480	1520
ДП-32	16	44	1050	15	40	1200	15	40	1210	1250
ДП-42	32	85	900	32	83	1000	29	75	1030	1040
ДП-82А	125	315	595	115	290	630	112	280	650	670

152. Размеры и масса электродвигателей серии ДП. Исполнение 1М1001 (К.01.19.01-66)



Тип	h	l_1	l_{10}	b_{10}	d_1	d_{30}	h_{31}	l_{30}	Масса, кг
ДП-12	160	60	220	280	28	320	315	561	125
ДП-21	180	80	194	300	35	370	365	665	190
ДП-22	180	80	239	300	35	370	365	710	215
ДП-31	225	110	250	390	50	450	445	752	295
ДП-32	225	110	320	390	50	450	445	822	350
ДП-41	250	140	290	430	65	510	500	945	520
ДП-42	250	140	384	430	65	510	500	1030	620
ДП-52	280	140	430	480	75	570	560	1106	860
ДП-62	315	170	890	560	90	650	640	1305	1425
ДП-72	355	210	940	660	110	730	720	1515	2050
ДП-82, ДП-82А	400	250	1154	740	130	830	815	1695	3100
ДП-92	450	250	1314	810	140	914	907	1802	4150

Электродвигатели постоянного тока крановые и металлургические серии Д изготовляют на напряжение 220 и 440 В с последовательным, смешанным или параллельным возбуждением. Имеют изоляцию обмоток класса нагревостойкости Н. Изолирование полюсных катушек выполнено по системе «Монолит».

По способу защиты от внешних воздействий изготовляют двигатели защищенные и закрытые, по способу охлаждения — с естественным охлаждением и с принудительной вентиляцией (продуваемые).

Технические данные двигателей на напряжение 440 В приведены в табл. 153, 154.

153. Электродвигатели серии Д, закрытые, напряжение 440 В, режим ПВ=40% (К.01.19.01-78)

Тип	Возбуждение							
	последовательное				параллельное со стабилизацией (параллельное)			
	мощность, кВт	ток, А	частота вращения, $мин^{-1}$	макс. момент, Н·м	мощность, кВт	ток, А	частота вращения, $мин^{-1}$	макс. момент, Н·м
Д-21	3,1	10	1230	115	3,1	9,5	1280(1300)	60,7(54)
Д-31	5,2	16	900	255	5,2	14,5	890(910)	142(127)

Продолжение табл. 153

Тип	Возбуждение							
	последовательное				параллельное со стабилизацией (параллельное)			
	мощность, кВт	ток, А	частота вращения, мин$^{-1}$	макс. момент, Н·м	мощность, кВт	ток, А	частота вращения, мин$^{-1}$	макс. момент, Н·м
Д-41	12,5	34,5	760	696	12,5	34	710(720)	392(348)
Д-808	24	63	615	2150	22	56	620(630)	1127(1030)
Д-810	35	91	610	3280	29	74	590(600)	1715(1510)
Д-812	45	115	590	4260	36	92	560(570)	2352(2060)
Д-814	66	168	565	7300	55	138	550(460)	3870(3380)
Д-816	85	215	540	9800	70	175	530(540)	5390(4750)
Д-818	100	250	515	1370	83	205	460(470)	7200(6370)
Д-22	5,6	16,5	1300	180	5,6	15,5	1510(1550)	90(78)
Д-32	12,6	34	1200	530	12	31,5	1200(1240)	270(235)
Д-806	23	60	1010	1080	21	55	1050(1060)	676(510)

154. Электродвигатели серии Д, продуваемые. Напряжение 330 В, режим ПВ=100% и 60 мин (К.01.19.01-78)

Тип	Возбуждение							
	последовательное				параллельное со стабилизацией (параллельное)			
	мощность, кВт	ток, А	частота вращения, мин$^{-1}$	макс. момент, Н·м	мощность, кВт	ток, А	частота вращения, мин$^{-1}$	макс. момент, Н·м
Д-21	4	13	1050	115	4	12	1200(1220)	76(67)
Д-31	6,7	19,5	800	255	6,7	19	860(875)	176(157)
Д-41	15	43	660	696	15	40	695(710)	490(436)
Д-808	37	100	525	2 150	37	96	565(575)	1470(1320)
Д-810	55	145	510	3 280	55	141	550(560)	2250(2010)
Д-812	70	180	500	4 260	70	176	510(520)	3135(2750)
Д-814	110	280	460	7 300	110	274	490(500)	5150(4510)
Д-816	150	380	460	9 800	150	370	480(490)	7150(6320)
Д-818	185	467	410	13 720	185	460	440(450)	9600(8480)
Д-22	7	20,5	1180	180	7	19,5	1420(1460)	113(98)
Д-32	17	47	970	530	17	45	1150(1190)	338(294)
Д-806	32	85	900	1 080	32	82	980(1000)	745(657)

4.4. Генераторы.

Генераторы синхронные серии ЕСС5 (табл. 155) применяют в качестве источника электрической энергии переменного тока частотой 50 или 60 Гц в стационарных и передвижных установках общепромышленного назначения и на кранах. Возможность применения генераторов на кранах согласуется с заводом-изготовителем в каждом конкретном случае.

155. Генераторы серии ЕСС5 (К.01.08.05-70)

Тип	Мощность		Частота, Гц	Частота вращения, мин⁻¹	Напряжение, В	Ток, А	КПД, %	Масса, кг
	кВт	кВ·А						
ЕСС5-61-42 ЕСС5-61-4Т2	8	10	50	1500	400 230	14,5 25,2	81	1600
ЕСС5-62-42 ЕСС5-62-4Т2	12	15	50	1500	400 230	21,7 37,5	83	189
ЕСС5-62-42 ЕСС5-62-4Т2	12	15	60	1800	400 230	21,7 37,5	83	189
ЕСС5-81-42 ЕСС5-81-4Т2	20	25	50	1500	400 230	36 62,8	86	300
ЕСС5-81-62	20	25	50	1000	400 230	36 62,8	86	300
ЕСС5-81-6Т2	16	20	50	1000	400 230	29 50	86	300
ЕСС5-82-42 ЕСС5-82-4Т2	30	37,5	50	1500	400 230	54 94	87,5	360
ЕСС5-83-62	30	37,5	50	1000	400 230	54 94	87,5	360
ЕСС5-91-42 ЕСС5-91-4Т2	50	62,5	50	1500	400 230	90 157	89	490
ЕСС5-92-62	50	62,5	50 60	1000 1200	400 230	90 157	89	545
ЕСС5-92-6Т2	44	55	50	1000 1200	400 230	79,5 138	89	545
ЕСС5-92-42	60	75	50	1500	400 230	108 185,5	90	545
ЕСС5-93-42	75	93,7	50 60	1500 1800	400 230 440	135 235 123	91	605

Примечание. Для генераторов всех марок число фаз 3, $\cos\varphi=0{,}8$.

Обозначение генераторов расшифровывается следующим образом: первая цифра после названия серии (ЕСС5) — номер габарита, вторая — номер длины машины, цифра, следующая за черточкой, — число полюсов машины, буква Т и цифра 2 — климатическое исполнение и категория размещения генератора.

Номинальный режим работы генераторов — продолжительный. Однако допускается работа в повторно-кратковременном режиме с ПВ-25% и нагрузкой по току до 125% номинального значения.

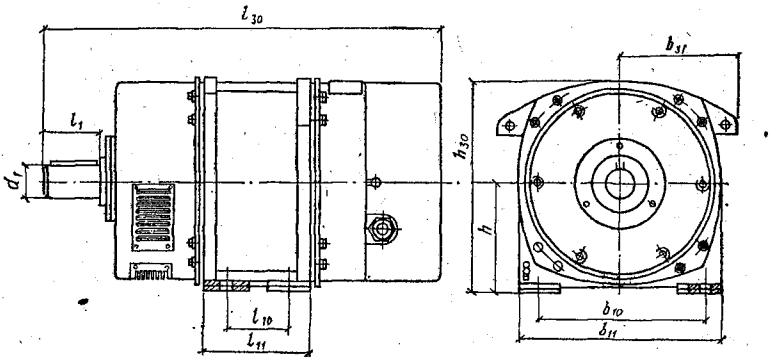
Генераторы выполнены с самовозбуждением и имеют стабилизирующее устройство (габариты 8 и 9) или компаундирующий трех-

фазный дроссель (габарит 6), которые обеспечивают автоматическое поддержание напряжения с погрешностью не более ±5% при значении коэффициента мощности от 0,8 (отстающего) до 1 и номинальной частотой вращения.

156. Генераторы серии ОС

Тип	Мощность		Напряжение, В	Ток, А	КПД, %	Масса, кг
	кВ·А	кВт				
ОС-51-У2 (Т2)	5	4	230/400	12,6/7,22	80	110,5
ОС-52-У2 (Т2)	10	8	230/400	25,2/14,45	82,2	137
ОС-71-У2 (Т2)	20	16	230/400	50,4/28,9	87,8	216
ОС-72-У2 (Т2)	37,5	30	230/400	94,3/54,1	89,8	297
ОС-91-У2 (Т2)	75	60	230/400	187,6/108,2	90,7	558
ОС-92-У2 (Т2)	125	100	230/400	314/180	92,5	760

157. Габаритные размеры генераторов серии ОС, мм



Тип	l_1	l_{10}	l_{11}	l_{30}	b_{10}	b_{11}	b_{31}	d_1	h	h_{30}
ОС-51-У2	80	50	126	578	264	306	185	36	158	316
ОС-52-У2		117	193	645						
ОС-71-У2	110	90	181	738	340	394	233	55	198,5	397
ОС-72-У2		190	281	838						
ОС-91-У2	140	156	265	982	440	536	296	75	280	548
ОС-92-У2		296	405	1122						

Генераторы синхронные серии ОС (табл. 156, 157) предназначены для продолжительного режима работы в качестве источников трехфазного переменного тока частотой 50 Гц и номинальным напряжением 230 и 400 В в стационарных и передвижных электроустановках.

Номинальная частота вращения генераторов 1500 мин$^{-1}$, коэффициент мощности —0,8 (отстающий).

Генераторы разработаны для замены генераторов серии ЕСС5.

Обозначение генераторов расшифровывается следующим образом: первая цифра после обозначения серии (ОС) — внешний размер (габарит) генератора, вторая — длина пакета статора, буква и цифра после черточки — климатическое исполнение и категория по месту размещения и эксплуатации.

Генераторы изготовляют в исполнениях IM1001 и IM2001 со степенью защиты 1P23. Они имеют изоляцию класса нагревостойкости F.

Генераторы серии ОС самовозбуждаются без постороннего источника питания и обеспечивают автоматическое поддержание напряжения с погрешностью не более ±2%. Причем грубое поддержание напряжения в пределах 6—10% обеспечивается без каких-либо посторонних устройств, с помощью дополнительной обмотки статора генератора и путем использования энергии третьей гармоники магнитного поля в зазоре. Дальнейшее поддержание напряжения до необходимой точности достигается с помощью регулирующего устройства, состоящего из двух силовых тиристоров и корректора напряжения.

4.5. Аппаратура управления и защиты.

Ящики распределительные силовые (табл. 158) предназначены для неавтоматического включения и отключения цепей переменного тока напряжением до 380 В, а при наличии предохранителей — для защиты электрооборудования от чрезмерных перегрузок и токов короткого замыкания.

Выполнены в металлических кожухах пыле-брызгозащищенного исполнения. В ящиках ЯРП-20, ЯРВ и ЯРВМ встроены трехполюсные рубильники с предохранителями или без них, в ящиках ЯБП и ЯБПВУ — блоки «предохранитель — выключатель». Предохранители включены в каждую фазу.

158. Ящики распределительные силовые (К.08.01.05-69)

Марка	Предохранитель		Масса, кг	Марка	Предохранитель		Масса, кг
	марка	номинальный ток плавкой вставки, А			марка	номинальный ток плавкой вставки, А	
ЯРП-20	Ц-27	20		ЯРВМ-6123	ПН-2	100	9
ЯРВ-6113	—	—	15	ЯРВМ-6124	ПН-2	200	10,8
ЯРВ-6114	—	—	15	ЯБП-1	ПН-2	100	6,5
ЯРВ-6123	ПР-2	60, 80, 100	30	ЯБПВУ-2	ПН-2	200	23,8
ЯРВ-6124	ПР-2	100, 125, 160, 200	45	ЯБПВУ-4	ПН-2	400	26,7
ЯРВМ-6122	ПН-2	60	8,7				

Выключатели автоматические воздушные (табл. 159) предназначены для нечастых оперативных включений и отключений электрических цепей постоянного и переменного тока, а также для защиты

электрических установок от перегрузок и коротких замыканий. Их выпускают с тепловым, электромагнитным и комбинированным (электромагнитным и тепловым) расцепителями. Тип расцепителя для выключателей АП и АК указан в их обозначении: Т — тепловой, М — электромагнитный, МТ — комбинированный.

Кроме того, выключатели оборудованы электромагнитным расцепителем с гидравлическим замедлением срабатывания (МГ).

Выключатели А3700 по роду максимальной защиты имеют токоограничивающее и селективное исполнения, что отмечается в их обозначении соответственно буквам Б и С. Кроме того, они имеют расцепитель минимального напряжения.

Все выключатели выполнены в пластмассовом корпусе и предназначены для установки в непыльных помещениях. Выключатели АП и АК изготовляют также в дополнительном металлическом кожухе, допускающем их использование в наружных установках.

159. Выключатели автоматические воздушные (К.07.12.12-74)

Тип	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Число полюсов	Исполнение блок-контактов
АК63-2МГ	63	~500 (60, 60 Гц), —240	2	1з+1р
АК63-2М	63		3	—
АК63-3МГ	63	~500 (50, 60 Гц)	3	—
АК50-400-2М	50	~400 (400 Гц)	2	—
АК50-400-3М	50	~400 (400 Гц)	3	—
АП50-2МТ, АП50-2М, АП50-2Т	50	~500 (50, 60 Гц), —220	2	2
АП50-3МТ, АП50-3М, АП50-3Т	50	~500 (50, 60 Гц)	3	2
АП50-2М3ТН	50	~500 (50, 60 Гц), —220	2	2
А63-МГ, А63-М	25	~240 (50, 60 Гц), —110	1	—
А3160	50	~500 (50, 60 Гц)	1; 2; 3	—
А3110	100	~500 (50, 60 Гц)	2; 3	—
А3120 А3130	200	~500 (50, 60 Гц), —220	2; 3	2з+2р
А3-140	600	~500 (50, 60 Гц), —220	2; 3	2з+2р до 4
А3-710Б	160	~660 (50, 60 Гц), —440	2; 3	—
А3-720Б	250		2; 3	—
А3-730Б	400		2; 3	—
А3-740Б	630		2; 3	—
А3-730С	400		2; 3	—
А3-740С	630		2; 3	—
АЕ-1031	25	~240 (50, 60 Гц)	1	—
АЕ-2030	25	~500 (50, 60 Гц), —220	2; 3	1з+1р
АЕ-2040	63		2; 3	1з+1р
АЕ-2050	100		3	1з+1р

Магнитные пускатели (табл. 160, 161) предназначены для дистанционного управления трехфазными асинхронными электродвигателями при напряжении сети переменного тока до 500 В и частоте 50 и 60 Гц. В зависимости от исполнения бывают реверсивными и нереверсивными; с тепловыми реле и без реле; со встроенными кнопками управления и без кнопок; открытыми, защищенными и пылебрызгонепроницаемыми.

160. Магнитные пускатели (К.07.14-08-74)

Тип	Исполнение	Номинальный ток главной цепи (А) при напряжении, В		Число блок-контактов	Мощность (кВт) управляемого двигателя при напряжении, В		
		36—38	500		127	220	380
ПМЕ-000	ПМЕ-0,71; ПМЕ-0,72; ПМЕ-0,73; ПМЕ-0,74	3	1,5	1з+4р	0,27	0,6	1,1
ПМЕ-100	ПМЕ-111; ПМЕ-112; ПМЕ-113; ПМЕ-114	10	6	2з+2р; 4з+4р	1,1	2,2	4
ПМЕ-200	ПМЕ-211; ПМЕ-212; ПМЕ-213; МПЕ-214	25	14	2з+2р; 4з+4р	3	5,5	10
ПАЕ-300	ПАЕ-311; ПАЕ-312; ПАЕ-313; ПАЕ-314	40	26	2з+2р; 3з+3р	4	10	17
ПАЕ-400	ПАЕ-411; ПАЕ-412; ПАЕ-413; ПАЕ-414	63	35	2з+2р; 3з+3р	10	17	30
ПАЕ-500	ПАЕ-511; ПАЕ-512; ПАЕ-513; ПАЕ-514	110	61	2з+2р; 3з+3р	17	30	55
ПАЕ-600	ПАЕ-611; ПАЕ-612; ПАЕ-613; ПАЕ-614	146	80	2з+2р; 3з+3р	22	40	75

161. Исполнение пускателей (К.07.14.20-71)

Тип	Исполнение			
	по защищенности	по назначению	по наличию теплового реле	по наличию кнопок управления
ПМЕ-211	Открытый	Нереверсивный	Без реле	Без кнопок
ПМЕ-212			С реле	
ПМЕ-213		Реверсивный	Без реле	
ПМЕ-214			С реле	
ПМЕ-221	Защищенный	Нереверсивный	Без реле	То же
ПМЕ-222			С реле	
ПМЕ-223		Реверсивный	Без реле	
ПМЕ-224			С реле	

Продолжение табл. 161

Тип	Исполнение			
	по защищенности	по назначению	по наличию теплового реле	по наличию кнопок управления
ПМЕ-231	Пыле-брызгонепроницаемый	Нереверсивный	Без реле	Без кнопок
ПМЕ-232			С реле	
ПМЕ-233		Реверсивный	Без реле	
ПМЕ-234			С реле	
ПМЕ-225	Защищенный	Нереверсивный	Без реле	С кнопками
ПМЕ-226			С реле	
ПМЕ-235	Пыле-брызгонепроницаемый	»	Без реле	То же
ПМЕ-236			С реле	

Примечание. В пускателях применены тепловые реле ТРН-25 с температурной компенсацией и ручным возвратом с номинальными токами тепловых элементов: 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20 и 25 А.

Реле управления (табл. 162).

162. Реле управления (К.07.15.01-73)

Назначение	Тип	Число контактов	Номинальный ток контактов (катушки), А	Напряжение втягивающих катушек, В
Промежуточные постоянного и переменного тока	РПУ-1	4 или 8	6	—12 . . . 220
	РПУ-0	3п	2,5	~12 . . . 380
	РПУ-2	4 или 8	4 (для з и р); 2,5 (для п)	
	ПЭ-21	2з+2п; 2з+2р+2п; 6з+2р	5	
Постоянного тока	РП-41	8	10	—12 . . . 220
	РП-42	4		
Переменного тока	ЭП-41В	3; 6	16	~36 . . . 500
Постоянного тока	РП-251	5з	5	—24 . . . 22Р
	РП-252			
	РП-253	4р+1р	5	~100 . . . 220
	РП-256	5з		
Максимальные постоянного тока	РЭВ-571	До 2	0,6—1200	—
	РЭВ-572			

Продолжение табл. 162

Назначение	Тип	Число контактов	Номинальный ток контактов (катушки), А	Напряжение втягивающих катушек, В
Переменного тока	РЭ-571Т	1р	0,6—630	—
	РЭВ-201	2		—
	РЭВ-202	2		—
	РЭВ-203	1		—
	РЭВ-204	1		—
Тепловые двухполюсные	ТРН-10	1	0,5—10	—
	ТРН-25	1	12,5—25	—
	ТРН-40	1	12,5—40	—
Тепловые однополюсные	ТРТП-110	1	1,75—7	—
	ТРТП-120	1	9—50	—
	ТРТП-130	1	14,5—90	—
	ТРТП-140	1	110, 140	—
	ТРТП-150	1	155—550	—

Выключатели и переключатели пакетные (табл. 163) предназначены для коммутации цепей постоянного и переменного тока.

В цепях переменного тока на токи до 160 А предпочтительно применение выключателей ПКВ и переключателей ПКП.

Выпускаются с передним (со стороны рукоятки) и задним присоединением проводов. По роду защиты от внешнего воздействия подразделяются на выключатели и переключатели открытого, защищенного и герметического исполнения. Последние в начале условного обозначения серии имеют букву Г.

163. Выключатели и переключатели пакетные (К.07.02.13-74)

Наименование	Серия	Тип	Номинальный ток, А	
			при 220 В постоянного и переменного тока	при 380 В переменного тока
Выключатель однополюсный	ПВМ	ПВМ1-10	6,3	4
Выключатели двухполюсные	ПВМ	ПВМ2-10	10	6,3
		ПВМ2-25	25	16
		ПВМ2-60	63	40
		ПВМ2-100	100	63
		ПВМ2-250	250	160
		ПВМ2-400	400	250
Выключатели трехполюсные	ПВМ	ПВМ3-10	10	6,3
		ПВМ3-25	25	16
		ПВМ3-60	63	40
		ПВМ3-100	100	63
		ПВМ3-250	250	160
		ПВМ3-400	400	250
Переключатели двухполюсные на два направления с двумя нулевыми положениями	ППМ	ППМ2-10/Н2	10	6,3
		ППМ2-25/Н2	25	16
		ППМ2-60/Н2	63	40
		ППМ2-100/Н2	100	63
		ППМ2-250/Н2	250	160
		ППМ2-400/Н2	400	250
Переключатели двухполюсные на три направления с одним нулевым положением	ППМ	ППМ2-10/Н3	10	6,3
		ППМ2-25/Н3	25	16
		ППМ2-60/Н3	63	40

Продолжение табл. 163

Наименование	Серия	Тип	Номинальный ток, А	
			при 220 В постоянного и переменного токов	при 380 В переменного тока
Выключатели пакетно-кулачковые	ПКВ	ПКВ-10	—	10
		ПКВ-25	—	25
		ПКВ-63	—	63
		ПКВ-100	—	100
		ПКВ-163	—	163
Переключатели пакетно-кулачковые	ПКП	ПКП-10	—	10
		ПКП-25	—	25
		ПКП-63	—	63
		ПКП-100	—	100
		ПКП-163	—	163

Универсальные переключатели (табл. 164) предназначены для применения в схемах управления и автоматики, а также для ручного переключения цепей. Переключатели выпускают на 2—4 положения при повороте рукоятки в одну сторону, с самовозвратом в нулевое положение и с фиксацией. Они имеют предельную разрывную способность при напряжении 220 В в индуктивных цепях переменного тока 20 А, в цепях постоянного тока —0,3 А. Переключатели серии УП-5300 предназначены для установки в пультах, на щитах и панелях; серии УП-5400 — в пыльных помещениях и местах, где требуется защита от струй воды; серии УП-5800— во взрывоопасных помещениях.

164. Универсальные переключатели (К.07.02.72-74)

	Число секций
УП-5311, УП-5402, УП-5802	2
УП-5312, УП-5404, УП-5804	4
УП-5313, УП-5406, УП-5806	6
УП-5314, УП-5408	8
УП-5315, УП-5410, УП-5810	10
УП-5316, УП-5412	12
УП-5814	14
УП-5317, УП-5416	16
УП-5410-2	20(10×2)
УП-5412-2	24(12×2)

Кнопки и кнопочные посты управления (табл. 165) выполняют с различным числом кнопочных элементов, различными по форме и цвету толкателей, в открытом, защищенном и пыле-влагозащищенном исполнениях.

В кнопочных мостах ПКЕ использованы кнопочные элементы единой серии КЕ с различной комбинацией замыкающих контактов. Корпусные детали мостов ПКЕ-300 и ПКЕ-500 выполнены из металла, остальные — из пластмассы.

Кулачковые контроллеры (табл. 166) предназначены для пуска, регулирования частоты вращения и реверсирования двигателей переменного тока.

Различаются по току и мощности двигателей, управляемых контроллерами. Изготовляются в защищенном исполнении.

165. Кнопки и кнопочные посты управления (К.07.06.18-73)

Наименование	Серия	Тип	Номинальное напряжение, В	Допустимый ток нагрузки, А
Кнопки: открытого исполнения	КУ-121	КУ-121/1	~380 (50; 60 Гц), —220	4
	КУ-123	КУ-123/1; КУ-123/2; КУ-123/3	~380 (50; 60 Гц), —220	5
	КЕ	КЕ-011У3; КЕ-012У3; КЕ-021У3; КЕ-022У3; КЕ-31У2; КЕ-032У2; КЕ-041У2; КЕ-042У2	~500 (50; 60 Гц), —220	6,3
защищенного исполнения в металлической оболочке	КУ-122М	КУ-122-1М; КУ-122-2М; КУ-122-3М	~380 (50; 60 Гц), —220	4
	КМЗ	КМЗ-2; КМЗ-3	~380 (50; 60 Гц), —220	3
пыле-водозащищенного исполнения в карболитовом кожухе	КМВ	КМВ-2; КМВ-3	~380 (50; 60 Гц), —220	3
ладонные	ЛКУ	ЛКУ-21; ЛКУ-121	~500 (50; 60 Гц), —440	1,5
Кнопочные посты управления	ПКЕ	ПКЕ-112; ПКЕ-122; ПКЕ-311; ПКЕ-321; ПКЕ-511; ПКЕ-521; ПКЕ-612; ПКЕ-622; ПКЕ-712; ПКЕ-722	~500 (50; 60 Гц)	6,3

166. Кулачковые контроллеры (К.07.08.02-74)

Тип	Число положений	Длительный ток кулачкового элемента	Номинальная мощность двигателя (кВт) при ПВ=40% и напряжении, В		Масса, кг
			220	380	
НТ-51	5—0—5	50	16	16	28
НТ-51-2	5—0—5	50	16	16	40
НТ-52	5—0—5	50	—*	—*	26

Продолжение табл. 166

Тип	Число положений	Длительный ток кулачкового элемента	Номинальная мощность двигателя (кВт) при ПВ=40% и напряжении, В		Масса, кг
			220	380	
НТ-52-2	5—0—5	50	—*	—*	40
НТ-53	1—0—1	50	11	11	28
НТ-54	5—0—5	50	11	11	28
НТ-61	5—0—5	60	23	30	28
НТ-62	5—0—5	60	—*	—*	28
НТ-63	1—0—1	60	16	16	28
НТ-101	6—0—6	100	30	45	75
НТ-102	6—0—6	100	—*	—*	85
НТ-151	7—0—7	150	60	100	85
ККТ-61	5—0—5	63	22	30	15
ККТ-62	5—0—5	63	2×22	2×30	15
ККТ-63	1—0—1	63	11	15	15
ККТ-68	5—0—5	63	11	15	15

* Мощность двигателя зависит от величины контактора в цепи.

Командоконтроллеры (табл. 167) предназначены для коммутации тока в электрических цепях и управления электрическими аппаратами. Командоконтроллеры КА-4000 выпускают в защищенном, водозащищенном и пыленепроницаемом исполнениях, остальные — в защищенном. Командоконтроллеры одной серии различаются между собой диаграммой переключений контактов.

167. Командоконтроллеры (К.07.09.06-72)

Наименование	Серия	Тип	Число положений	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В
Крановые	КК-8000	КК-8200	4—0—4	10	~500 (50; 60 Гц), —500
		КК-8300	6—0—6	10	
		КК-8500	6—0—6	10	
		КК-8600	6—0—6	10	
		КК-8700	6—0—6	10	
	КП-1000	КП-1200; КП-1400; КП-1500; КП-1600; КП-1700	5—0—5	10	~500 (50; 60 Гц), —500
Регулируемые	КА-4000	КА-4100; КА-4200	5—0—5	15	—500 (50; 60 Гц), —440
Регулируемые с электроприводом	КА-4000	КА-4300; КА-4500; КА-4600; КА-4269; КА-4289	5—0—5	15	~500 (50; 60 Гц), —440

Продолжение табл. 167

Наименование	Серия	Тип	Число положений	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В
Сельсинные	СКАР	СКАР-42; СКАР-421; СКАР-521; СКАР-41	5—0—5	15	~110 (50 Гц)
	СКАЗ	СКАЗ-41; СКАЗ-411	5—0—5	15	~110 (50 Гц)
	СКАП	СКАП-41; СКАП-42	5—0—5	15	~110 (50 Гц)

Плавкие предохранители (табл. 168) всех типов, кроме ПР-2, заполнены кварцевым песком и могут быть установлены в вертикальном и горизонтальном положениях (ПР-2— только в вертикальном положении).

168. Предохранители

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	
		предохранителя	плавкой вставки
Без наполнителей			
ПР-2-15	~500 (50; 60 Гц), —440	15	6, 10, 15
ПР-2-60		60	20, 25, 35, 45, 60
ПР-2-100		100	60, 80, 100
ПР-2-200		200	100, 125, 160, 200
ПР-2-350		350	200, 225, 260, 300, 350
ПР-2-600		600	350, 430, 500, 600
ПР-2-1000		1000	600, 700, 850, 1000
С наполнителем			
НПН-2-60	~500 (50; 60 Гц)	60	6, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60
ПН-2-100		100	30, 40, 50, 60, 80, 100
ПН-2-250		250	80, 100, 120, 150, 200, 250
ПН-2-400		400	200, 250, 300, 350, 400
ПН-2-600		600	300, 400, 500, 600
ПН-17-3910, ПП-17-3911, ПП-17-3912, ПП-17-3913, ПП-17-3970, ПП-17-3971	~500 (50; 60 Гц), —440	1000	500, 630, 800
ПП-17-3972, ПП-17-3973	—440	1000	1000
Быстродействующие с наполнителем ПНБ			
ПНБ5-380/100	~380 (50; 60 Гц)	100	40, 63, 100
ПНБ5-380/250		250	160, 250

Продолжение табл. 168

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	
		предохранителя	плавкой вставки
ПНБ5-380/400	~380 (50; 60 Гц)	400	315, 400
ПНБ5-380/630		630	500, 630
ПНБ5-660/100		100	63, 100
ПНБ5-660/250		250	160, 250
ПНБ5-660/400		400	315, 400
ПНБ5-660/630		630	500, 630
Резьбовые			
ПРС-6	440 (50; 60 Гц)	6	1, 2, 4, 6
ПРС-20		20	10, 16, 20
ПРС-63,		63	25, 40, 63
ПРС-100		100	80, 100
Плавкая вставка ПВД		—	1, 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 40, 63, 80, 100

Тормозные электромагниты и трансформаторы (табл. 169—172).

169. Тормозные электромагниты постоянного тока параллельного возбуждения

	МП-101	*МП-201*	*МП-301*
Ход якоря, мм	3	4	4, 5
Тяговое усилие, Н	93	314	685
Полная мощность при втянутом якоре и ПВ=100%, Вт	100	195	290
Масса, кг	9	20	36

170. Тормозные электромагниты переменного тока типа МО

	МО-100Б	*МО-200Б*	*МО-300Б*
Угол поворота	7°30′	5°30′	5°30′
Момент, Н·м	2,94	19,6	39,2
Полная мощность при втянутом якоре и ПВ=100%, В·А	190	650	1200
Масса, кг	4,4	16,5	40

171. Тормозные электромагниты переменного тока типа КМТ и КМТД

Величина, единица	КМТ-3А	КМТ-4А	КМТ-6А	КМТ-7А	КМТД-100	КМТД-102
Ход якоря, мм	50	50	60	80	20	50
Тяговое усилие, Н	343	685	1130	1370	78,5	196
Полная мощность при втянутом якоре и ПВ=100%, В·А	700	1900	3000	4400	330	760
Масса, кг	45	86	183	213	11	22

172. Трансформаторы

Тип	Мощность, В·А	Номинальное напряжение обмоток, В		Масса, кг
		ВН	НН	
Однофазные				
ОС-0,03	30	220, 127	36, 12	1,3
ОСУ-0,03	30	380, 220	6, 12	1,3
ОСО-0,25	250	500, 380, 220, 127	220, 127, 36, 24, 12	7
ОСВУ-0,25	250	500, 380, 220, 127	127, 36, 24, 12	9
ОС-0,5	500	220	50	18,5
ОСР-0,7	700	220	127, 30, 24	15,2
ОС-2/0,5	2000	500, 380, 220	220, 127, 53, 40	32
Трехфазные				
ТС-1,5/0,5	1500	500, 380, 220	220, 127, 36, 12	37
ТС-2,5/0,5	2500	500, 380, 220	220, 127, 36, 12	42
Автотрансформаторы				
АОС-0,25	250	500—380	220—127	6,5
АОС-0,5	500	500—380	220—127	7,2

Тиристоры и силовые неуправляемые вентили (табл. 173, 174).

173. Тиристоры (К.05.04.36...42-75)

Наименование	Тип	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Прямое падение напряжения, В, до	Сила тока управления, мА	Масса без охладителя, кг
Лавинные	ТЛ-100	100	300—1000	1,1	100	0,45
	ТЛ-150	150		0,9		0,45
	ТЛ-200	200		0,7		0,45
Кремниевые	Т2-10	10	50—1000	1,4	15—150	0,35
	Т2-20	20	50—1000	1	15—200	0,1
	Т2-150	150	100—1000	0,8	15—200	0,38
	Т2-200	200	100—1000	0,8	15—200	0,85
	Т2-250	250	100—1000	0,73	15—200	0,85
	Т3-160	160	500—1700	0,85	15—200	0,65
	Т3-200	200	500—1700	0,8	15—200	0,65
Таблеточные	Т-250	250	50—1200	1	150	0,15
	Т-320	320		0,8		0,15
	Т-500	500		0,9		0,32
	Т-400	400		0,0		0,32
Кремниевые	Т6-10	10	100—1600	1,3	3—150	0,013
	Т6-200	200	300—1000	1,05	500	0,15
	Т6-250	250	300—1000	0,85	500	0,15

Продолжение табл. 173

Наименование	Тип	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Прямое падение напряжения, В, до	Сила тока управления, мА	Масса без охладителя, кг
Быстродействующие	ТБ-160	160	300—1200	2	350	0,48
	ТБ-200	200	300—1200	2,4	350	0,23
	ТБ-250	250	300—1000	2	350	0,23
	ТБ-320	320	300—1200	2,8	400	0,42
	ТБ-400	400	300—1000	2,1	400	0,42

174. Силовые неуправляемые вентили (К.05.04.34-75)

Тип	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Обратный ток, мА	Масса с охладителем, кг
		Лавинные		
ВЛ-10	10	70—1000	1	0,131
ВЛ-25	25	70—1000	2	0,224
ВЛ-50	50	70—1000	3	1,94
ВЛ-200	200	70—1000	5	2,26
ВЛ-320	320	70—1000	5	4,6
ВЛ4-200	200	70—1000	5	2,27
		Кремниевые		
ВКЗ-100	100	400—2000	10	1,16
ВКЗ-160	160	400—2000	10	1,16
ВКЗ-200	200	400—2000	10	2,15
ВКЗ-250	250	400—2000	10	2,15
ВК5-200	200	1000	10	2,32
В-10	10	700—1000	1	0,131
В-50	50	700—1000	2	0,224
В-200	200	700—1000	3	1,94
В-500	500	100—2400	10	7
В-800	800	100—1000	10	7

4.6. Управление электроприводами.

Схемы управления электроприводами с асинхронными двигателями. Управление электроприводами с асинхронными короткозамкнутыми двигателями осуществляется по схемам пуска двигателя. В схеме реверсивного электропривода (рис. 38) для пуска двигателя и изменения направления его вращения служат кнопки *Кн1* и *Кн2*, а также реверсивные контакторы *КВ* и *КН*, имеющие электрическую (с помощью блок-контактов) и механическую блокировки. При управлении нереверсивным приводом схема будет содержать цепь с одним контактором и двумя кнопками управления *Кн1* и *Кн3*.

Электроприводами с асинхронными двигателями с фазными роторами управляют по схемам, позволяющим осуществлять ступенчатый пуск двигателя и регулировать частоту вращения. Известны схемы управления с помощью контакторов (рис. 39) и силового контроллера.

При контакторном управлении в сеть переменного тока статор двигателя включается кнопкой *КнП* и контактором *КЛ*. Ступени роторных сопротивлений *R* включаются контакторами *КУ1*, *КУ2*,

КУ3 чаще автоматически в функции времени, с помощью реле времени *РВ1*, *РВ2*, *РВ3* (см. рис. 39).

Применяют и ручное управление роторными сопротивлениями с помощью командоконтроллера, включающего контакторы *КУ1*, *КУ2*, *КУ3*, либо смешанное — ручное с контролем выключения сопротивлений по времени. В последнем случае при быстром включе-

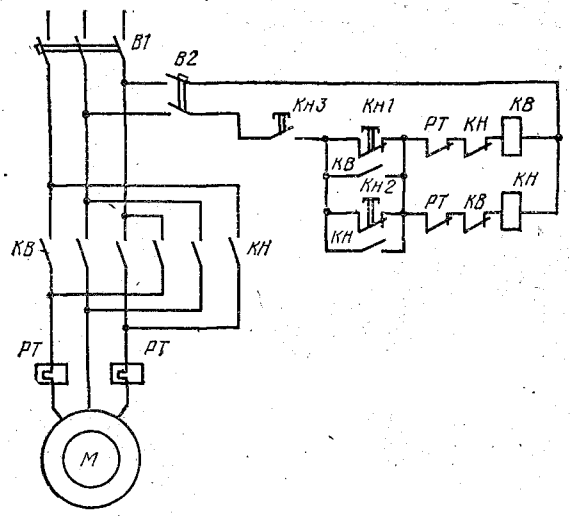


Рис. 38. Схема управления реверсивным электроприводом с асинхронным короткозамкнутым двигателем

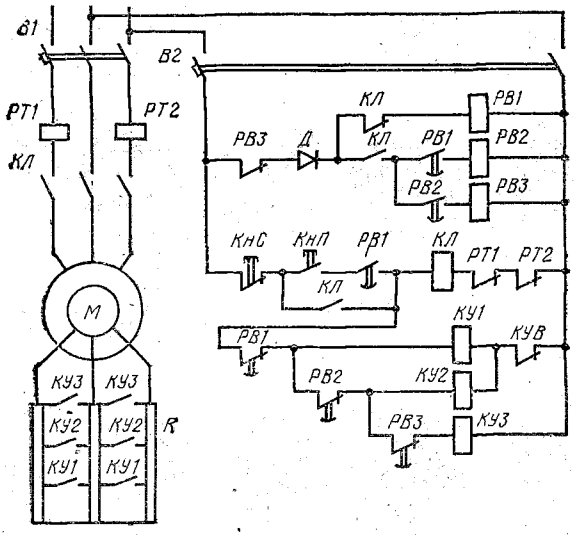


Рис. 39. Схема управления асинхронным двигателем с помощью контакторов

нии командоконтроллера сопротивления выключаются в функции времени.

Известны также схемы автоматического контакторного управления роторными сопротивлениями в функции тока нагрузки двигателя.

В схеме управления с силовым контроллером посредством контактора *КЛ* и выключателя *В1* лишь подключают привод к сети,

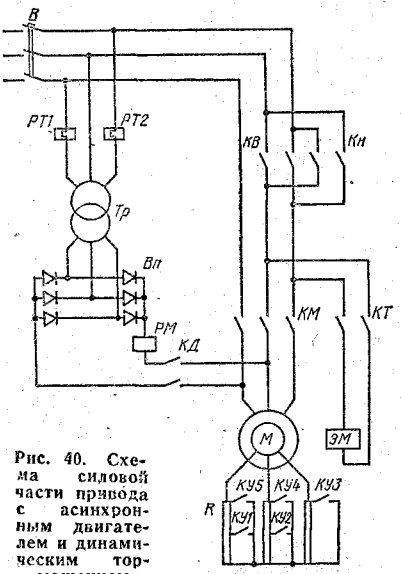


Рис. 40. Схема силовой части привода с асинхронным двигателем и динамическим торможением

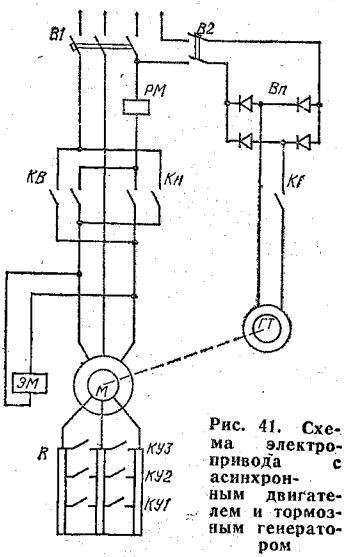


Рис. 41. Схема электропривода с асинхронным двигателем и тормозным генератором

все же переключения осуществляются в самом контроллере. При этом роторные сопротивления обычно выключаются неравномерно по фазам двигателя.

Для получения низких посадочных скоростей, необходимых при выполнении монтажных операций, во многих строительных грузоподъемных машинах использован электропривод с динамическим торможением и тормозным генератором.

В схеме управления асинхронным двигателем с динамическим торможением (рис. 40), помимо аппаратов, служащих для управления двигателем, предусматриваются понижающий трансформатор *Тр* и выпрямитель *Вп*, обеспечивающие подачу на статор двигателя постоянного напряжения. Подключение постоянного напряжения в режиме динамического торможения двигателя производится контактором *КД*. При этом контакты *КМ* размыкаются, отключая двигатель от сети переменного тока. Контроль за силой постоянного тока осуществляется максимальным реле *РМ*.

В приводе с асинхронным двигателем и тормозным генератором ротор генератора механически соединен с валом двигателя, а статор закреплен на корпусе двигателя или редуктора.

Схема силовой части такого привода показана на рис. 41. Асинхронный двигатель включается по схеме контакторного управления. Питание на генератор подается от выпрямителя *Вп* через контактор

КГ. Тормозной генератор *ГТ* включается тогда, когда двигатель работает на первых ступенях, с включенными роторными сопротивлениями. При этом он дополнительно нагружает двигатель, чем обеспечиваются достаточно устойчивые промежуточные и низкие посадочные скорости. Искусственные механические характеристики, соответствующие этим скоростям, имеют достаточно высокую жесткость, которая может быть увеличена при регулировании тока статора генератора.

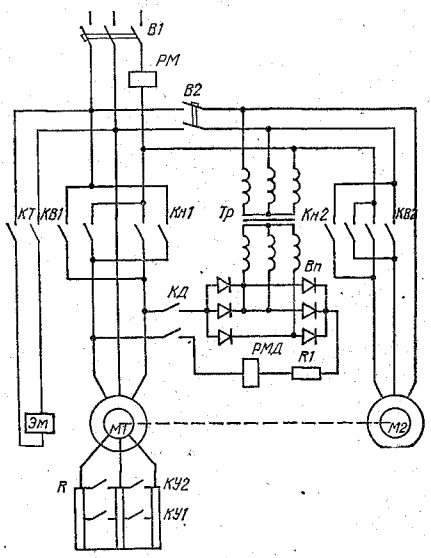


Рис. 42. Схема управления двухдвигательного привода

Схемы управления двухдвигательными приводами. Двухдвигательные приводы с асинхронными двигателями применяют для получения устойчивых промежуточных и посадочных скоростей.

В двухдвигательном приводе с жестко соединенными асинхронными двигателями один из двигателей выполнен тихоходным с 12 парами полюсов. Схема управления таким приводом (ее силовая часть) показана на рис. 42. Здесь тихоходным является двигатель *М2*, вал которого соединен с валом основного двигателя *М1*.

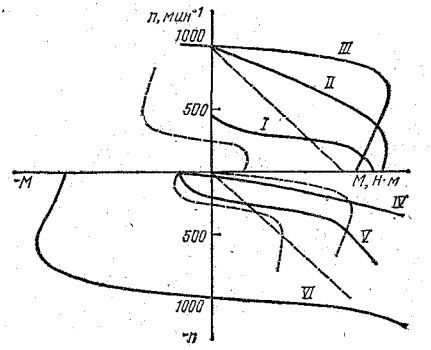


Рис. 43. Механические характеристики двухдвигательного привода

Двигатель *М2* приводится в действие при включении основного двигателя *М1* в первое положение командоконтроллера (с полностью введенными сопротивлениями). В этом случае момент его при частотах ниже синхронной ($n_0 = \pm 250$ мин$^{-1}$) складывается с моментом основного двигателя и вычитается при больших частотах. В результате получается устойчивая промежуточная механическая характеристика *I* (рис. 43). При вращении в обратную сторону (спуск груза) контакты *КН1* и *КН2* замыкаются в первом и во втором положениях командоконтроллера,

когда основной двигатель работает в режиме динамического торможения. При этом имеют место промежуточные характеристики *IV* и *V* (см. рис. 43). В последних положениях командоконтроллера работает только основной двигатель на своей искусственной характеристике *II* и естественных характеристиках *III* и *VI*.

Разновидностью привода является двухдвигательный привод с двухскоростным двигателем, применяемым вместо тихоходного. При включении первой скорости двухскоростного двигателя привод работает аналогично однодвигательному и имеет такие же механические характеристики. На второй скорости основной двигатель отключается, и на выходе имеет место повышенная скорость.

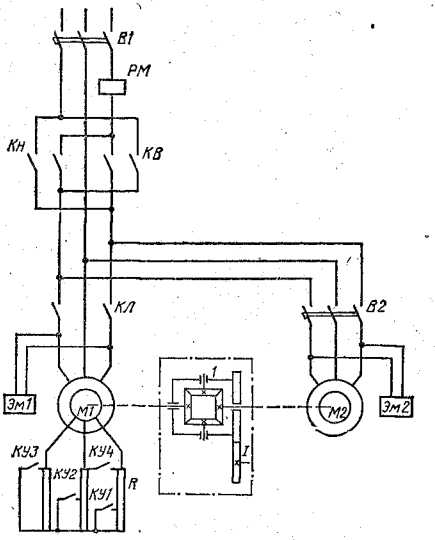


Рис. 44. Схема двухдвигательного привода планетарным механизмом

В двухдвигательном приводе с соединением двигателей через планетарный (дифференциальный) механизм используют двигатели с фазным ротором и короткозамкнутые. Наиболее широко применяют привод с одним двигателем с фазным ротором и другим, короткозамкнутым меньшей мощности (рис. 44).

Управление каждым двигателем выполняется по известным схемам (см. рис. 38, 39), но включение их производится в определенной последовательности. Сначала включается короткозамкнутый двигатель *М2*, а основной двигатель *М1* заторможен. При этом на выходном валу *I* имеет место малая скорость, соответствующая передаточному отношению редуктора и планетарного механизма *1*. Затем при работающем

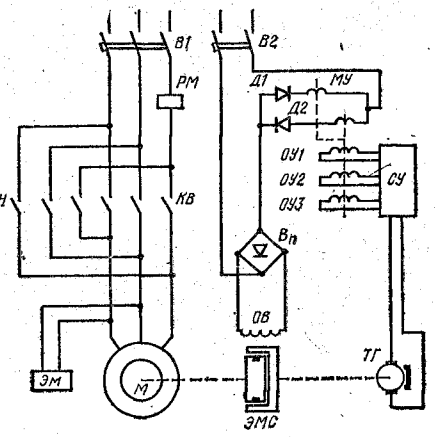


Рис. 45. Схема управления электроприводом с электромагнитной муфтой скольжения

первом двигателе включается основной. Скорость на выходном валу увеличивается и становится равной сумме скоростей от первого и второго двигателей.

В результате имеют место две устойчивые скорости и ряд промежуточных, соответствующих различным ступеням роторных сопротивлений основного двигателя.

В других двухдвигательных приводах с планетарными механизмами использованы два двигателя с фазным ротором или двухскоростные двигатели, и помимо согласного используется также встречное включение двигателей, что значительно увеличивает число устойчивых скоростей.

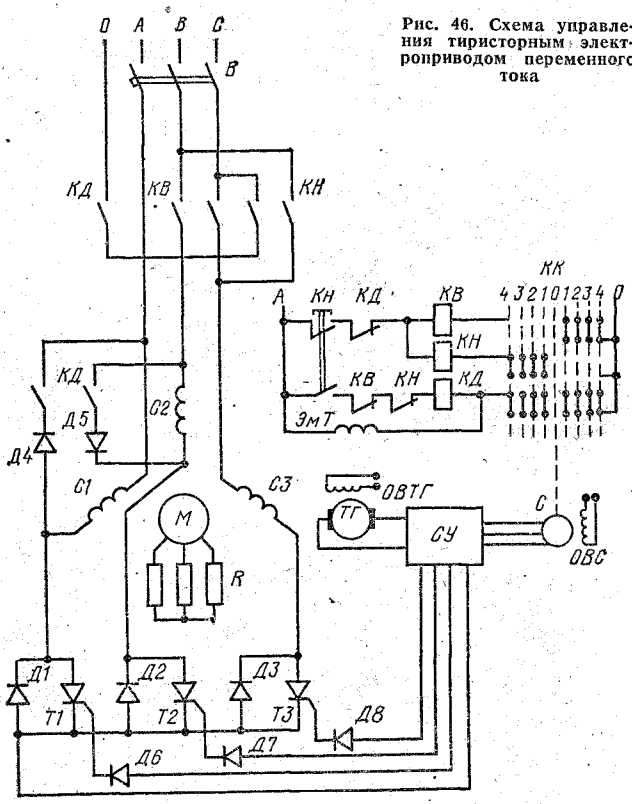


Рис. 46. Схема управления тиристорным электроприводом переменного тока

Электропривод с электромагнитной муфтой скольжения ЭМС состоит из асинхронного короткозамкнутого двигателя и муфты, жестко соединенных между собой. Схема управления таким приводом (рис. 45) включает схемы управления двигателем и включения муфты. На обмотку возбуждения *ОВ* муфты подается постоянное напряжение с выпрямителя *Вп*, регулируемое с помощью магнитного усилителя *МУ*.

При регулировании тока возбуждения муфты изменяется момент на выходном валу и получается ряд мягких механических характеристик, обеспечивающих плавный разгон механизма. Торможение, тоже плавное, достигается реверсированием скорости двигателя и регулированием тока возбуждения муфты. При введении в систему управления током возбуждения муфты *СУ* обратной связи по скорости от тахогенератора *ТГ* получаются жесткие механические характеристики, обеспечивающие устойчивые скорости на выходном валу.

Схемы управления тиристорными электроприводами переменного тока. В строительных машинах применяется тиристорный привод с фазовым регулированием напряжения, подводимого к статору асинхронного двигателя (рис. 46).

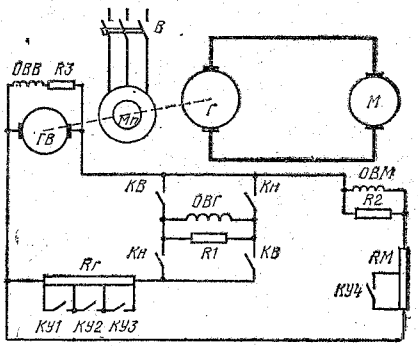


Рис. 47. Схема системы Г—Д с реостатно-контактным управлением

В приводе используется асинхронный двигатель *М* с фазным ротором, в цепь которого включено сопротивление *R* для снижения жесткости механических характеристик и уменьшения нагрева двигателя. Последовательно со статорными обмотками двигателя включены встречно-параллельно три пары «вентиль-тиристор» *D—T*. Выходы этих пар объединены и образуют нулевую точку статора двигателя. Регулированием угла открывания тиристоров *Т1*, *Т2*, *Т3* с помощью специальной системы управления *СУ* изменяется напряжение, подводимое к статору двигателя, а следовательно, и его момент. В результате получается ряд мягких механических характеристик с различными моментами, обеспечивающих плавный пуск двигателя.

Схемой предусмотрено и регулируемое динамическое торможение двигателя, осуществляемое путем шунтирования двух обмоток статора вентилями *Д4*, *Д5* и управлением угла открывания тиристора *Т1*. При этом реверсивные контакторы *КВ* и *КН* отключаются и включается контактор *КД*.

С помощью тахогенератора *ТГ*, сигнал с которого поступает в систему управления *СУ*, схемой обеспечивается и низкая устойчивая скорость как в тормозном, так и в двигательном режиме, необходимая для точной установки груза на место монтажа.

Схемы управления электроприводами постоянного тока. Электроприводы постоянного тока по схеме «генератор — двигатель» (*Г—Д*) имеют сравнительно простые и отработанные схемы управления, обеспечивают эффективное регулирование скорости, получение необходимых механических характеристик. Эти приводы включают в себя генератор и двигатель постоянного тока, якорные цепи которых соединены между собой. Скорость двигателя регулируется изменением его тока возбуждения, но главным образом изменением напряжения генератора, достигаемым путем управления его током возбуждения.

В зависимости от способа управления током возбуждения генератора и двигателя различают следующие виды приводов по схеме *Г—Д*:

с реостатно-контакторным управлением;

с магнитными усилителями в цепи возбуждения генератора;

с тиристорным управлением возбуждением генератора и двигателя.

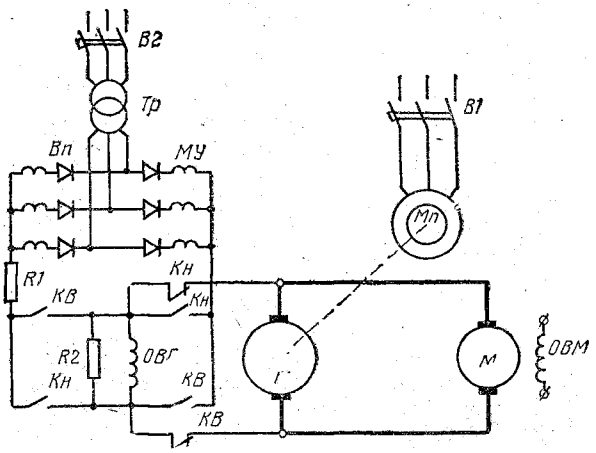


Рис. 48. Схема управления системы Г—Д с магнитными усилителями

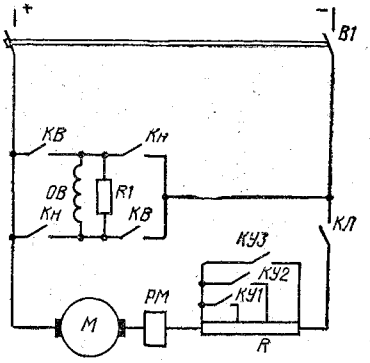


Рис. 49. Схема управления приводом постоянного тока с реостатным регулированием скорости

В схеме привода с реостатно-контакторным управлением (рис. 47) напряжение на обмотки возбуждения генератора *ОВГ* и двигателя *ОВМ* подается от постоянного источника тока, в данном случае от дополнительного генератора *ГВ*. Ток возбуждения регулируется сопротивлениями *RГ* и *RМ*, которые изменяются ступенчато при замыкании контактов *КУ1* ... *КУ4*. Направление тока возбуждения генератора изменяется при переключении реверсивных контакторов *КВ* и *КН*.

Недостаток схемы — ступенчатое изменение сопротивлений и вследствие этого ограниченный диапазон регулирования скорости.

В схеме привода с магнитными усилителями в цепи возбуждения (рис. 48) эти недостатки исключаются. Здесь питание обмоток возбуждения (в данном случае генератора) осуществляется от магнитного усилителя *МУ* через выпрямитель *Вп*. Напряжение на магнитный усилитель подается из сети переменного тока через трехфазный трансформатор *Тр*. Регулирование тока возбуждения осуществляется плавно путем подмагничивания магнитного усилителя. Магнитный усилитель позволяет использовать также обратные связи по току и напряжению генератора, что дает возможность увеличить жесткость механических характеристик и расширить диапазон регулирования скорости двигателя. Направление тока возбуждения генератора изменяется реверсивными контакторами *КН* и *КВ*.

В схеме привода с тиристорным управлением возбуждением генератора и двигателя вместо магнитного усилителя с выпрямителем используют управляемые тиристорные преобразователи, обеспечивающие подачу на обмотки возбуждения регулируемого напряжения. Схема с тиристорным управлением имеет такие же характеристики и выходные параметры, как и схема *Г—Д* с магнитными усилителями.

Электроприводы постоянного тока с включением в цепь якоря двигателя сопротивлений и реостатным регулированием скорости применяют в случае питания от источника с постоянным нерегулируемым напряжением (рис. 49). Сопротивление *R* в цепи якоря двигателя здесь регулируется путем замыкания контакторов *КУ1* ... *КУ3*. При этом получаются наклонные механические характеристики с переменной жесткостью. Реверс двигателя осуществляется изменением направления тока в обмотке возбуждения *ОВ* с помощью контакторов *КВ* и *Кн*.

Схемы управления тиристорными электроприводами постоянного тока. Тиристорные приводы, или приводы с питанием двигателя постоянного тока от тиристорного преобразователя, имеют такие же регулировочные свойства и механические характеристики, что и приводы по схеме *Г—Д*, но в них вместо генератора и вращающего его двигателя используется статический преобразователь, имеющий малую массу и более высокий КПД. Существует множество схем управления тиристорными приводами постоянного тока. На рис. 50, *а* приведена схема управления приводом, примененная в башенном кране КБ-674. Здесь двигатель *М* через контакты реверсивных контакторов *КВ* и *Кн* и автоматический выключатель *В2* получает питание от тиристорного преобразователя *ТП*, выполненного по трехфазной двухполупериодной схеме. Параллельно якорю двигателя через вентили *Д1, Д2, Д3* включены сопротивления динамического торможения *РД*. Тиристорный преобразователь *ТП* получает питание от трехфазной сети переменного тока через трансформатор *Тр*. Он обеспечивает выпрямление переменного напряжения и его регулирование, что позволяет получить механические характеристики, показанные на рис. 50, *б*.

Особенности работы привода следующие. Подъем груза происходит в выпрямительном режиме преобразователя при замыкании контактора *КВ*. При снижении скорости подъема крюка возможно его торможение, что достигается замыканием контактов контактора *Кн* и автоматическим переводом преобразователя в режим инвертора. Опускание грузов происходит в трех режимах: двигательном, режиме динамического торможения с одновременным питанием двигателя от преобразователя при замкнутых контактах *Кн* и режиме

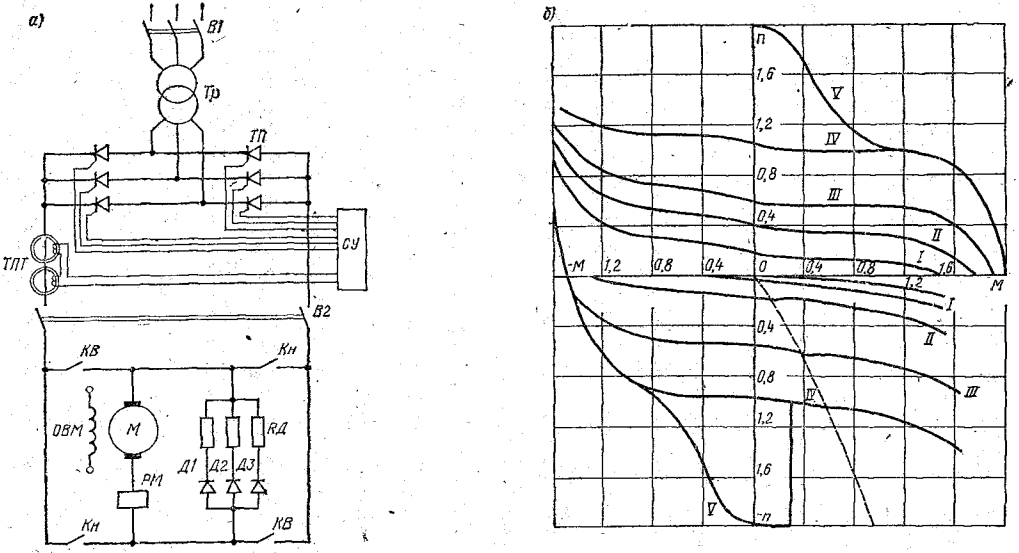
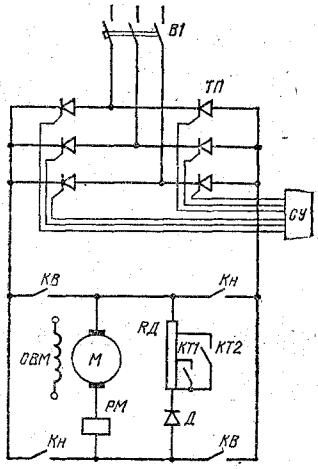


Рис. 50. Схема управления (*а*) и механические характеристики (*б*) тиристорного привода башенного крана

Рис. 51. Схема тиристорного привода постоянного тока



рекуперативного торможения при переключении реверсивных контакторов и включении *КВ*.

Привод обеспечивает плавное регулирование скорости в широком диапазоне и жесткие механические характеристики при подъеме и опускании грузов. Он удобен в управлении и надежен в работе. Повышению надежности способствуют сопротивления динамического торможения *РД*, которые в случае неисправности преобразователя или реверсивных контакторов, приводящей к потере питания двигателя и, следовательно, к свободному падению груза, обеспечивают его спуск в режиме динамического торможения по характеристике, показанной на рис. 50, *б* пунктиром. Переключение реверсивных контакторов *КВ* и *Кн* происходит при нулевом токе в силовой цепи. Бестоковая коммутация обеспечивается логическим устройством, входящим в систему управления *СУ*, и датчиком нуля тока, роль которого выполняет трансформатор постоянного тока *ТПТ*.

Недостатки привода — сложная система управления *СУ*, большие габариты сопротивлений динамического торможения *РД* и низкий КПД при опускании грузов, где нагрузкой тиристорного преобразователя являются двигатель и сопротивление динамического торможения.

Менее сложен привод, схема которого показана на рис. 51. В этом приводе преобразователь работает только в выпрямительном режиме. Опускание грузов осуществляется в двигательном режиме и режиме динамического торможения при одновременном питании его со стороны преобразователя и регулировании сопротивлений динамического торможения *РД*. Механические характеристики при этом в *I*, *III* и *IV* квадрантах аналогичны показанным на рис. 50, *б*. Система управления преобразователя проще и не содержит логического устройства с датчиком нуля тока. Вследствие регулирования сопротивления *РД* потери в нем меньше, а КПД привода выше.

4.7. Электрооборудование строительных машин.

Системы электроприводов, применяемых в строительных машинах, приведены в табл. 175.

175. **Системы электроприводов, применяемых в строительных машинах**

Система (схема) электропривода	Мощность двигателей, кВт	Диапазон регулирования скорости	Схема управления (№ рисунка)	Обозначение системы привода
С асинхронным короткозамкнутым двигателем	0,6—125	—	38	АД с КЗР
Асинхронный двигатель с фазным ротором и реостатно-контакторным управлением	2,2—250	—	39	АД с РКУ
Асинхронный двигатель с фазным ротором и динамическим торможением	5—30	1:5	40	АД с ДТ
Асинхронный двигатель с тормозным генератором вихревого типа	15—30	1:5	41	АД с ТГ
Двухдвигательный привод с одним тихоходным двигателем	30	1:6	42	ДП с ТД
Двухдвигательный привод с одним двухскоростным двигателем	30	1:10	—	ДП с ДД
Двухдвигательный привод с планетарным механизмом, короткозамкнутым двигателем и двигателем с фазным ротором	5—45	1:7	44	ДП с ПМФК
Двухдвигательный привод с планетарным механизмом и двигателями с фазными роторами	45—60	1:8	44	ДП с ПМФ
Двухдвигательный привод с планетарным механизмом и короткозамкнутыми двигателями	5—11	1:5	—	ДП с ПМК
Асинхронный двигатель с электромагнитной муфтой скольжения	3,5—5	—	45	АД с ЭМС
Асинхронный двигатель с противо-э. д. с. в цепи ротора	30	1:10	—	АД с ПЭДС
Асинхронный двигатель с подтормаживанием механическим тормозом	3,5—22	1:5	—	АД с ПМТ
Тиристорный привод переменного тока с фазовым регулированием напряжения	5	1:10	46	ТП с ФР
Привод постоянного тока по схеме Г—Д с реостатно-контакторным управлением	8—50	1:10	47	ГД с РКУ
То же, с магнитными усилителями в цепи возбуждения	46—200	1:25	48	ГД с МУ
То же, с тиристорным управлением возбуждением генератора и двигателей	50—200	1:25	—	ГД с ТУ
Привод постоянного тока по схеме Г—Д с питанием обмоток возбуждения от регулируемого вспомогательного генератора	4,5—200	1:30	—	ГД с ГПВ
Привод постоянного тока с реостатным регулированием скорости	0,7—14	—	49	ППТ с РР
Тиристорный привод постоянного тока с питанием от тиристорного преобразователя	4,5—67	1:30	50	ТП-Д

Электрооборудование грузоподъемных машин. Грузоподъемные машины, эксплуатирующиеся на строительстве, как правило, оборудованы электродвигателями переменного тока с соответствующей пусковой и регулирующей аппаратурой. В некоторых машинах использованы двигатели постоянного тока. Обычно применяют крановые электродвигатели, которые выбирают в соответствии с мощностью, необходимой для перемещения номинального груза и определяемой по формулам:

а) *для грузоподъемного механизма*

$$P = \frac{(Q + Q_0)v}{10{,}4\,\eta},$$

где Q — вес поднимаемого груза, Н; Q_0 — вес грузозахватного приспособления, Н; v — скорость подъема груза, м/с; η — КПД механизма и полиспаста;

б) *для механизмов горизонтального перемещения груза*

$P = M_c n/9550$,

где M_c — момент статического сопротивления передвижению или вращению крана, приведенный к валу двигателя, Н·м; n — частота вращения двигателя, мин$^{-1}$.

Технические данные двигателей и генераторов, применяемых в башенных, стреловых самоходных кранах и в строительных подъемниках, приведены в табл. 176—179.

Схемы электрооборудования грузоподъемных машин включают в себя схемы управления приводами нескольких механизмов.

На рис. 52 приведена силовая часть принципиальной схемы электрооборудования башенного крана С-981А. В этом кране для привода всех механизмов использованы асинхронные двигатели с фазным ротором. Двигатели питаются от общей сети через автоматический выключатель *ВА1* и линейный контактор *КЛ*, цепь управления которого содержит нулевую защиту. Максимальная защита осуществляется максимальными реле *РМС, РМК, РМВ, РМП*, включенными в цепь питания каждого двигателя.

Управление двигателями: *МС* — механизма подъема стрелы, *МК1, МК2* — передвижения, *МВ* — поворота, *МП* — подъема крюка (реостатно-контакторное с помощью реверсивных контакторов *КПС—КСС, КВК—КНК, КПВ—КЛВ, КП1—КС1, КП2—КС2* и одной или нескольких ступеней роторных сопротивлений, включаемых с помощью контакторов ускорений *КУС, КУК, КУВ* и *КУ*). Механизм подъема имеет двухдвигательный привод с тихоходным короткозамкнутым двигателем *МТ* и основным двигателем *МП* (см. рис. 42).

Цепи управления двигателями выполнены таким образом, что позволяют управлять механизмами крана как из кабины крановщика, так и с выносного пульта. Электромагниты *ЭМ* тормозов подключены к фазе и нулевой точке *О* статора двигателя.

Принципальная схема электрооборудования стрелового самоходного крана КС-5363 показана на рис. 53.

Источниками тока в кране служат генераторы постоянного тока $Г_{гп}$ и *Г*. От главного генератора $Г_{гп}$ получают питание через соответствующие линейные контакторы $Л_г$, $Л_{2г}$, $Л_с$, $В_п$, $Н_п$ и $Л_в$ двигатели главного $Д_г$ и вспомогательного $Д_{2г}$ подъемов, стрелы $Д_с$, передвижения $Д_п$, поворота $Д_в$.

Управление этими двигателями осуществляется по схеме Г—Д с реостатно-контакторным управлением. Напряжение генератора $Г_{гп}$ регулируется изменением тока в обмотке возбуждения $ШОГ_{гп}$ с помощью сопротивлений $С_{гп}$ и командоконтроллера $К_{гп}$ (контакты $7К_{гп}$—$10К_{гп}$) или реле времени *1РВ* ... *5РВ*.

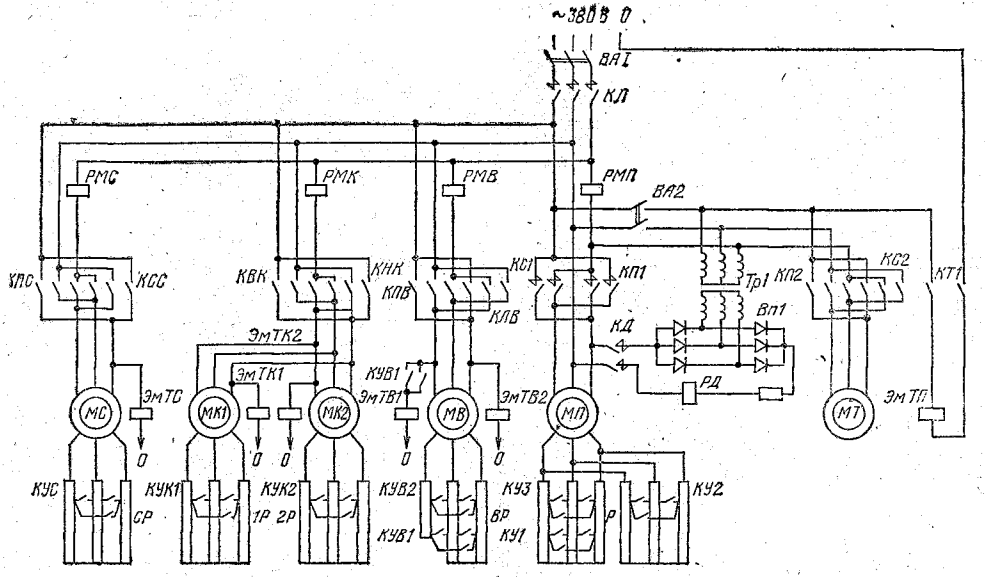


Рис. 52. Принципиальная схема электрооборудования башенного крана С-981А

Тип крана	Максимальная грузоподъемность, т	Грузовой момент, т·м	Тип, мощность (кВт), частота вращения (мин$^{-1}$) электродвигателей механизмов					Обозначение системы привода подъема
			подъема груза	поворота	подъема стрелы	передвижения	передвижения грузовой тележки	
Краны с электроприводами переменного тока								
КБ-60	5	60	МТВ-411-8 с ТМ-4; 16; 710	МТ-012-6; 2,2; 885	МТ-211-6; 7,5; 935	МТ-111-6; 2×3,5; 915	—	АД с ТГ
КБ-100.0(КБ-307) КБ-100.1(КБ-302) КБ-100.2(КБ-301) КБ-100.ОМ(КБ-307М)	5	100	МТ-411-8 с ТМ-4; 15; 710	МТF-111-6; 3,5, 895	МТF-211-6; 7,5; 930	МТF-111-6; 2×3,5; 895	—	АД с ТГ
КБ-100.3	8	100	МТН-411-6; 22; 965; ТМ-4а; 2,220	МТF-111-6; 3,5; 895	МТF-311-8; 7,5; 695	МТF-11-6; 2×3,5; 895	—	ДП с ТД
С-981(КБ-306)	8	100	МТВ-411-8 с ТМ-4; 16; 710	МТ-112-6; 5; 920	МТВ-311-8; 7,5; 695	МТ-111-6; 2×3,5; 905	—	АД с ТГ
С-981А(КБ-306А)	8	100	МТН-412-6; ТМ-4А; 30; 965; ~2,220	МТ-112-6; 5; 930	МТF-311-8; 7,5; 695	МТF-111-6; 2×3,5; 895	—	ДП с ТД
С-981Б(КБ-306Б)	8	80	МТF-411-8 с ТМ-4; 15; 710	МТF-112-6; 5, 930	МТF-311-8; 7,5; 695	МТF-111-6; 2×3,5; 895	МТКF-111-6; 3,5; 885	АД с ТГ
КБ-160.2(КБ-401) КБ-160.4(КБ-402)	8 3	125 50	МТF-412-6 с ТМ-4; 30; 970	МТF-112-6; 5; 930	МТF-411-8; 15; 710	МТF-111-6; 2×3,5; 895	—	АД с ТГ

Продолжение табл. 176

Тип крана	Максимальная грузоподъемность, т	Грузовой момент, т·м	Тип, мощность (кВт), частота вращения (мин$^{-1}$) электродвигателей механизмов					Обозначение системы привода подъема
			подъема груза	поворота	подъема стрелы	передвижения	передвижения грузовой тележки	
КБк-160.2(КБ-403)	8	112,5	МТF-412-6 с ТМ-4; 30; 970	МТF-112-6; 5; 930	МТF-411-8; 15; 710	МТF-111-6; 2×3,5; 895	МТF-11-6; 3,5; 895	АД с ТГ
КБ-405	8	135	МТН-412-6; МТКН-412-4/24; 30; 965	МТF-112-6; 5; 930	МТF-411-8с; 15; 710	МТF-111-6; 2×3,5; 895	—	ДП с ДД
КБ-573 БК-180(КБ-571)	10 10	160 200	МТF-412-6 с ТМ-4 (2 лебедки); 30; 970	МТF-111-6; 2×3,5; 895	—	—	МТF-111-6; 3,1; 895	АД с ТГ
КБ-271	10	100	МТF-411-8 с ТМ-4; 15; 710	МТКF-111-6; 3,5; 885	МТF-211-6; 7,5; 930	МТF-111-6; 2×3,5; 895	—	АД с ТГ
КП-100(КБ-304)	10	120	МТВ-411-8 с ТМ-4; 16; 710	МТ-111-6; 3,5; 915	МТ-211-6; 7,5; 935	МТ-111-6; 2×3,5; 915	—	АД с ТГ
КБ-104*	5	25	МТВ-312-6; 16; 960	МТ-012-6; 2,2; 890	—	—	АОС2-31-6; 2; 870	—
МСК-5-20А, МСК-5-20-45	5	100	МТF-412-8; 22,720; МТКF-112-6; 5,895	МТF-012-6; 2,2; 890	МТКF-112-6; 5; 895	МТF-111-6; 2×3,5; 895	—	ДП с ПМФК
МСК-3-20	5	67	МТК-31-6; 2×11; 920	МТ-11-6; 2,2; 885	МТК-22-6; 7,5; 905	МТ-22-6; 7,5; 905	— —	ДП с ПМК

МСК-5-20 МСК-8-20	5 8	100 150	МТК-31-6; 2×11; 920	МТ-11-6; 2,2; 885	МТК-12-6; 3,5; 875	МТ-11-6; 2×2,2; 885	—	ДП с ПМК
МСК-10-20	10	200	МТF-412-8; 22, 720; МТКF-112-6; 5,895	МТF-111-6; 3,5; 895	МТКF-211-6; 7,5; 880	МТF-111-6; 2×3,5; 895	—	ДП с ПМФК
МСК-250	16	250	МТН-512-8; 37,705; МТКF-112-6; 5,895	МТF-111-6; 3,5; 895	—	МТF-111-6; 2×3,5; 895	МТКМ-311-6; 3,5/1,1; 920/305	ДП с ПМФ
БКСМ-5-5А БКСМ-5-9	5	110	МТ-52-8; 30; 725	МТ-12-6; 3,5; 910	АОС-51-6 2,8; 850	МТ-22-6; 2×7,5; 945	МТ-11-6; 2,2; 885	АД с РКУ
БКСМ-7-9 БКСМ-7-5	7	150	МТВ-511-8; 30; 720	МТ-111-6; 3,5; 905	АОС-52-6; 4,5; 890	МТ-211-6 2×7,5; 935	МТ-012-6; 2,2; 890	АД с РКУ
БКСМ-14ПМ	5	150	МТВ-511-8; 30; 720	МТ-11-6; 5; 920	—	МТ-211-6; 2×7,5; 935	МТ-012-6; 2,2; 890	АД с РКУ
МБТК-80	5	80	МТВ-411-8с; ТМ-4; 16; 725	МТ-012-6; 2,2×885	МТ-211-6; 7,5; 945	МТ-111-6; 2×3,5; 910	—	АД с ТГ
БК-300 БК-300Д	25 3	300 140	МТ-51-8(2 лебедки); 22; 725	МТ-21-6; 5; 945	МТ-51-8; 22; 725	МТ-12-6; 2×3,5; 885	—	АД с РКУ
БК-404; БК-405; БК-406; БК-406АМ	40	600	МТ-51-8(2 лебедки); 22; 725	МТ-21-6; 5; 945	МТ-51-8; 22; 725	МТ-12-6; 2×3,5; 885	—	АД с РКУ
БК-1000	50	1000	МТВ-611-10; 2×4,5; 575	МТ-21-6; 5; 945	МТВ-611-10; 45; 575	МТ-21-6; 3×5; 945	—	ДП с ПМФ

Продолжение табл. 176

Тип крана	Максимальная грузоподъемность, т	Грузовой момент, т·м	Тип, мощность (кВт), частота вращения ($мин^{-1}$) электродвигателей механизмов					Обозначение системы привода подъема
			подъема груза	поворота	подъема стрелы	передвижения	передвижения грузовой тележки	
БК-1425	75	1425	МТВ-611-10 (2 лебедки); 2×45; 575	МТ-31-8; 7,5; 705	МТВ-611-10; 45; 575	МТ-21-6; 4×5; 945	—	ДП с ПМФ
КБГС-450	10	450	МТВ-612-10; 2×60; 578	МТВ-312-8; 11; 710	—	МТ-111-6; 4×3,5; 905	МТВ-312-6; 16; 960	ДП с ПМФ
Краны с электроприводами переменно-постоянного тока								
Бк-250 (КБ-502)	10	250	ДП-62**; 46; 625; А2-92-4; 100; 1480; П-111; 145; 1450	МТ-111-6; 2×3,5; 905	—	МТК-012-6; 4×2,2; 830	МТК-111-6; 3,5; 875	ГД с МУ
КБ-503	10	280	ДП-62**; 46; 625; А2-92-4; 100; 1480; П-111; 145; 1450	АО2-51-6; 5,5; 970, ЭМС		МТКF-012-6; 4×2,2; 880	МТКМ-3311-6/16; 3,5/1,1; 920/305	ГД с МУ
КБ-674 КБ-674,5	25 12,5	400 250	ДП-72; 67; 540	МТF-112-6; 2×5; 930		МТF-012-6; 6×2,2; 890	МТF-211-6; 7,5; 930	ТП-Д

* Кран смонтирован на шасси автомобиля МАЗ-500А.

** Указаны двигатель и генератор преобразовательного агрегата, питающего двигатель подъема груза.

Примечание. В скобках указаны индексы кранов по ГОСТ 13555—68.

177. Электрооборудование дизель-электрических стреловых самоходных кранов

Тип крана	Максимальная грузоподъемность, т	Тип; мощность (кВт); частота вращения ($мин^{-1}$)							Схема управления приводом подъема
		дизеля	генераторов	электродвигателей механизмов					
				главного подъема	вспомогательного подъема	изменения вылета стрелы	поворота	передвижения	
Краны с электроприводом переменного тока, гусеничные									
МКГ-16	16	АСМД-7Е; 44; 1500	ЕСС-82-4; 30; 1500	МТВ-412-8; 22; 720 МТК-112-6; 5; 895	МТВ-311-6; 11; 945	МТК-111-6; 3,5; 870	МТ-012-6; 2,2; 895	АОС2-61-8; 2×10; 660	ДП с ПМ
МКГ-25	25	Д-108; 80; 1000	ЕСС-5-92-62; 50; 1000	МТВ-412-8; 22; 720 МТК-112-6; 5; 895	МТВ-311-6; 11; 945	МТК-112-6; 52; 895	МТ-012-6; 2,2; 895	МТКВ-412-8; 22; 690	ДП с ПМ
ДЭК-25 ДЭК-25Г	25	Д-108; 80; 1000	ЕСС-5-92-62; 50; 1000	МТВ-412-8; 22; 720	МТВ-412-8; 22; 720	МТК-112-6; 5; 920	МТВ-311-8; 7,5; 710	АОС-2-61-4; 2×14,5; 1350	АД с ПМТ
СКГ-30	30	КДМ-100; 74; 1000	ЕС-92-6С; 50; 1000	МТ-52-8; 30; 730	МТК-41-8; 11; 685	МТК-41-8; 11; 685	МТК-12-6; 3,5; 910	МТ-51-8; 2×22; 725	АД с РКУ
СКГ-40	40	6-ЧН-12/14; 88; 1500	ЕС-93-4С; 75; 1500	МТВ-511-8; 30; 720 МТК-112-6; 5; 895	МТКМ-412-6/12; 11/3,5; 940/295	МТКВ-311-6; 11; 900	МТ-012-6; 2,2; 895	МТВ-411-6; 2×22; 965	ДП с ПМФК
ДЭК-50	50	У1Д6; 110; 1500	ЕС-93-4с; 75; 1500	МТВ-611-10; 45; 575; АОС-63-6; 10; 890	МТВ-312-6; 16; 955	МТКВ 312-6; 16; 955	МТ-112-6; 5; 925	МТВ-412-8; 2×22; 715	ДП с ПМФК

Продолжение табл. 177

Тип крана	Максимальная грузоподъемность, т	Тип; мощность (кВт); частота вращения ($мин^{-1}$)							Схема управления приводом подъема
		дизеля	генераторов	электродвигателей механизмов					
				главного подъема	вспомогательного подъема	изменения вылета стрелы	поворота	передвижения	
СКГ-63	63	1Д6Б; 110; 1500	ГСФ-100М; 100, 1500	МТВ-611-10; МТК-211-6; 45, 575; 7,5; 880	МТКМ-512-6/20; 22/4,5; 925/223	МТКМ-511-6/20; 16/3,4; 925/235	МТ-111-6; 3,5; 905	МТВ-412-6; 2×30; 970	ДП с ПМФК
КС-8161; СКГ-100	100	1Д6Б; 110; 1500	ГСФ-100М; 100; 1500	МТВ-611-10; МТК-211-6; 45,575; 7,5; 880	МТКМ-512-6/20; 22/4,5; 925/223	МТКМ-511-6/20; 16/3,4; 925/235	МТВ-112-6; 5; 920	МТВ-412-6; 2×30; 970	ДП с ПМФК
МКГ-100	100	ЯМЗ-236; 100; 1450	ЕСС-93-4; 100; 1500	МТВ-512-8; МТКВ-311-6; 40, 730; 11, 920	МТВ-512-8; 40; 730; МТКВ-311-6; 11; 920	МТВ-312-6; 16; 960	МТ-111-6; 2×3; 5; 905	МТВ-612-10; 50; 575	ДП с ПМФК
СКГ-160	160	1Д12В—300; 220; 1500	ГСФ-200; 200; 1500	МТВ-611-10; МТКМ-512-6/20; 45,575; 22/45; 925/223	МТВ-611-10; 45; 575; МТК-211-6; 7,5; 880	МТКМ-512-6/20; 22/4,5; 925/223	МТ-211-6; 7,5; 935	МТВ-411-6; 4×22; 965	ДП с ПМФК
Пневмоколесные									
КС-4362	16	СМД-14А; 55; 1500	ЕСС-5-91-42; 50; 1500	МТВ-312-6; 16; 960	МТВ-312-6; 16; 960	МТКВ-311-8; 7,5; 680	МТ-112-6; 5; 920	АО2-82-6; 40; 980	АД с ДТ

МКП-25	25	Д-108; 80; 1000	ЕС-92-6С; 50; 1000	МТВ-412-8; МТК-112-6; 22, 715; 5,920	МТВ-311-6; 11; 945	МТК-112-6; 5; 920	МТ-012-6; 2,2; 980	АК2-82-6; 40; 965	ДС с ПМФК
МКП-40	40	ЯАЗ-М206А; 132; 1500	ЕСС-91-4; 50; 1500	МТВ-412-8; МТК-112-6; 22,715; 5,920	МТВ-412-8; 22; 715 МТК-112-6; 5; 920	МТК-112-6; 5; 920	МТ-111-6; 3, 5; 905	МТВ-511-8; 30; 720	ДП с ПМФК
К-401	40	Д-108; 80; 1000	ЕСС-92-6; 50; 1000	МТВ-511-8; 30; 720	МТВ-511-8; 30; 720	МТВ-511-8; 30; 720	МТВ-311-8; 7,5; 695	А-92-8/4; 40/55; 730/1470	АД с ДТ
Автомобильные									
КС-0561А (К-2,5-1ЭА)	2,5	ГАЗ,51А; 52; 1500	ЕСС-62-4; 12; 1500	АОС-52-6; 4,5; 860	— —	АОС-51-6; 2,8; 850	Т-42-6/4; 1,9/2,1; 950/1420	— —	АД с КЗР
КС-2563 (К-67)	6,3	ЯМЗ-236; 132; 2100	ЕСС-5-81-62; 20; 1000	МТF-211-6; 7,5; 930	—	АОС-2-61-8; 10; 665	МТF-11-6; 3,5; 895	—	АД с ДТ
СМК-7	7,5	ЯАЗ-204; 81; 2000	ЕС-81-6С; 20; 1000	МТВ-311-6; 11; 946	АОС-52-4; 7; 1335	АОС-62-8; 4,5; 690	МТ-012-6; 2,2; 890	—	АД с ДТ
СМК-10	10	ЯМЗ-236; 132; 2100	ЕСС-5-83-62; 30; 1000	МТF-312-6; 15; 955	АОС-2-42-6; 4; 890	МТF-312-6; 15; 955	МТF-111-6; 3,5; 895	—	АД с ПМТ
КС-4561 (К-162)	16	ЯМЗ-238; 158; 2000	ЕСС-5-82-42; 30; 1500	МТF-411-8; 15; 710	МТF-311-8; 7,5; 695	МТКF-311-8; 7,5; 695	МТF-112-6; 5; 930	—	АД с ДТ
Краны с электроприводами постоянного тока пневмоколесные и гусеничные									
МКП-25А	25	АМ-41; 55; 1500	ДК-309Б; ЕС-52-4; 50,1450; 5, 1500	ДК-309Б; 50; 1450	ДП-32; 16; 1230	ДП-31; 8,5; 830	П-52; 8; 1500	ДК-309А; 2Х43; 1040	ГД с МУ

Продолжение табл. 177

Тип крана	Максимальная грузоподъемность, т	Тип; мощность (кВт); частота вращения (мин$^{-1}$)							Схема управления приводом подъема
		дизеля	генераторов	электродвигателей механизмов					
				главного подъема	вспомогательного подъема	изменения вылета стрелы	поворота	передвижения	
КС-5363 (К-255)	25	ЯАЗ-М204А; 81; 1450	ДК-309Б; П-62; 50,1450; 11,5; 1450	ДК-309Б; 50; 1450	ДК-309Б; 50; 1450	П-62; 14; 1500	П-62; 8; 1000	ДК-309А; 43; 1040	ГД с РКУ
КС-6362 (К-406)	40	ЯМЗ-236; 100; 1450	ДК-309Б; П-62; 50,1450; 11,5; 1450	ДК-309Б; 50; 1450	ДК-309Б; 50; 1450	П-62; 14; 1500	П-62; 8; 1000	ДК-309А; 2×43; 1040	ГД с РКУ
КС-7361 (К-631)	63	ЯМЗ-236; 100; 1450	П-92; П-62; 70; 1450; 11,5; 1450	ДК-309Б; 50; 1450	ДК-309Б; 50; 1450	ДК-309Б; 50; 1450	П-62; 8; 1000	ДК-309А; 2×43; 1040	ГД с РКУ
К-632	63	ЯМЗ-238; 136; 1500	СГД-101-4; 125; 1500	ДП-42; 29; 1030	ДП-42; 29; 1030	ДП-32; 17,5; 980	ДПВ-21; 4,5; 1050	ДП-32; 2×17; 980	ТП-Д
КС-8362	100	ЯМЗ-236; 100; 1450	ДК-309Б; П-52; 50; 1450	ДК-309Б; 50; 1450	ДК-309Б; 50; 1450	П-62; 14; 1500	П-62; 14; 1500	ДК-309А; 2×43; 1040	ГД с РКУ
На специальном шасси									
МКШ-16	16	ЯМЗ-236; 100; 1450	ДК-309Б; 50; 1450; П-22; 1; 1450; П-52; 3,2; 750	ДК-309 Б; 50; 1450	ДК-309Б; 50; 1450	ДП-31; 8,5; 830	П-52; 4,5; 1000	—	ГД с ГПВ
МКШ-25	25	ЯМЗ-238; 136; 1500	ДК-309Б; 50; 1450; П-52; 3,2; 750; П-22; 1; 1450	ДК-309Б; 50; 1450	ДК-309Б; 50; 1450	ДП-31; 8,5; 830	П-52; 4,5; 1000	—	ГД с ГПВ

Примечание. В скобках приведены старые индексы кранов.

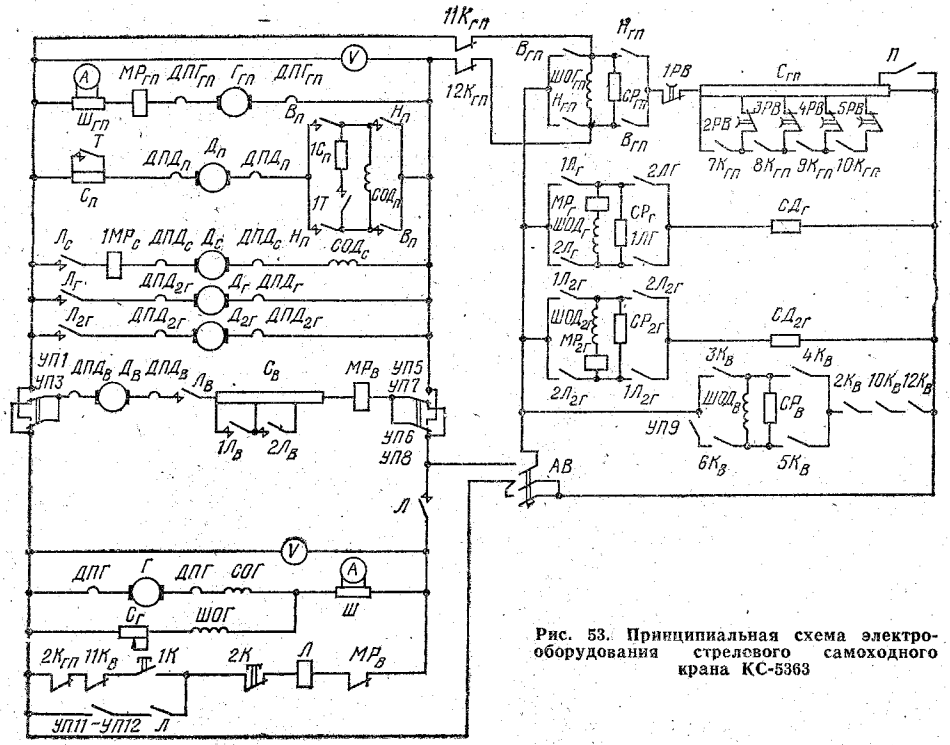


Рис. 53. Принципиальная схема электрооборудования стрелового самоходного крана КС-5363

Двигатели могут работать раздельно или одновременно, что определяется состоянием их линейных контакторов. При этом направление вращения двигателей может быть различным, благодаря изменению направления тока в их обмотках возбуждения $ШОД_г$, $ШОД_{2г}$, $СОД_п$ и $ШОД_в$.

От генератора $Г$ питаются обмотки возбуждения главного генератора и двигателей, цепи управления, освещения, отопления и др. От этого генератора при переключении контактов $УП$ универсального переключателя может получать питание и двигатель поворота $Д_в$, когда необходима его совместная работа с другими двигателями. В этом случае управление им осуществляется по схеме реостатного регулирования скорости с помощью сопротивлений $С_в$ и контакторов $1Л_в$, $2Л_в$.

Генераторы приводятся во вращение дизелем, но могут вращаться и от двигателя переменного тока при работе крана от внешней сети. В этом случае скорости механизмов крана несколько занижаются, поскольку мощность двигателя меньше требуемой.

В кране КС-5363 и в других кранах с приводами постоянного тока использован двигатель ДК-309. Его технические данные, а также данные двигателя РТ-49, разработанного на базе и взамен двигателя ДК-309Б, приведены в табл. 178.

178. Двигатели постоянного тока, применяемые на кранах

	ДК-309Б	*ДК-309А*	*РТ-49*
Напряжение, В	220	190	400
Мощность, кВт	50	43	50
Ток, А	260*	260*	144*
Возбуждение	Независимое	Последовательное	Независимое
Частота вращения, $мин^{-1}$	1450	1040	1600
Максимальная частота вращения, $мин^{-1}$	3100	3700	3100
Номинальный ток возбуждения параллельной обмотки, А	8	—	—
Число полюсов (2p)	4	4	4
Потребляемая мощность, кВт	57,5	50	57,5
КПД, %	88	88	88
Масса, кг	465	465	470

* Часовой режим.

179. Электрооборудование строительных подъемников

Тип подъемника	Грузоподъемность, кг	Электродвигатели механизмов		Система привода подъема
		подъема грузовой платформы или каретки	горизонтального перемещения грузов и передвижения подъемника	
ТП-3(С-598)	300	АО2-31-4 (2,2; 1430)	—	АД с КЗР
ТП-4(С-867)	300	АОС-42-2 (2,8; 2700)	—	АД с КЗР
ТП-2(С-447), ТП-7(С-447М)	500	АОС-42-2 (2,8; 2700)	—	АД с КЗР
ТП-5(С-953А)	500	АОС 52-4 (7; 1335)	—	АД с КЗР

Продолжение табл. 179

Тип подъемника	Грузоподъемность, кг	Электродвигатели механизмов		Система привода подъема
		подъема грузовой платформы или каретки	горизонтального перемещения грузов и передвижения подъемника	
С-953; С-953-1	500	АОС2-42-4 (7,5; 1350)	—	АД; КЗР
СП-06(КП-06)	600	МТ-31-6 (11; 953)	МТК-11-6 (2,2; 883)	АД; РКУ
ТП-9, ТП-12	500	АОС2-31-4 (3; 1350)	—	АД; КЗР
ПГС-800-50/80	800	МТВ-411-8 с ТМ-4 (16; 710)	—	АД с ТГ

Примечания: 1. Для каждого электродвигателя в скобках указаны мощность (кВт) и частота вращения (мин $^{-1}$).

2. В обозначении типа подъемника в скобках указаны старые индексы.

Электрооборудование экскаваторов. В одноковшовых экскаваторах с объемом ковша 2,5—4,6 м^3 на главных механизмах использованы электроприводы постоянного тока по схеме *Г—Д* с магнитными усилителями в цепи возбуждения генераторов (см. рис. 48) и обратными связями: жесткой по напряжению, гибкой и задержанной по току главной цепи. Вращение генераторов осуществляется приводным асинхронным двигателем, питаемым либо от внешней сети, либо от собственной дизель-генераторной установки.

Схема электрооборудования экскаватора Э-2505.СА-1 приведена на рис. 54. К генератору *ГП* здесь подключены два двигателя:

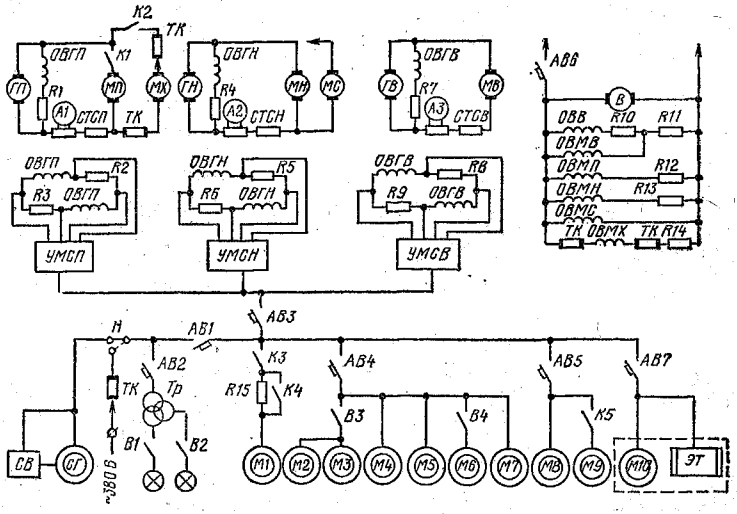


Рис. 54. Схема электрооборудования экскаватора Э-2505.СА-1

подъема *МП* и хода *МХ*, работающие поочередно. В случае установки стреловой лебедки (при крановом оборудовании) ее двигатель *МС* подключают к генератору механизма напора *ГН* параллельно двигателю напора *МН*. Цепи возбуждения двигателей, а также цепи их управления получают питание от возбудителя *В* — генератора собственных нужд.

Экскаватор Э-1602 имеет смешанную по роду тока систему электропривода. В механизме поворота использован привод постоянного тока по схеме *Г—Д* с *МУ* (см. рис. 48), а в остальных механизмах — приводы переменного тока. В приводе подъема и напора применены асинхронные двигатели с фазным ротором и реостатно-контакторным управлением (рис. 46), в приводе хода — короткозамкнутые.

Экскаваторы Э-6516 и Э-6518 имеют электроприводы переменного тока с короткозамкнутыми асинхронными двигателями в механизмах хода и двигателями с фазными роторами в остальных механизмах.

Управление двигателем подъема в экскаваторе Э-6516 для обеспечения устойчивых низких скоростей при работе краном осуществляется по схеме динамического торможения с самовозбуждением (постоянный ток на статор двигателя подается из цепи ротора через выпрямитель).

Двигатели поворота и напора в экскаваторе Э-6518 имеют управление по схеме с противо- э. д. с. подаваемой в цепь ротора от регулируемого магнитного усилителя. Этот привод обеспечивает плавный разгон и жесткие промежуточные механические характеристики.

Двигатели других механизмов имеют управление по схемам *АД* с *РКУ* и *АД* с *КЗР* (см. рис. 45 и 46).

Технические данные основного электрооборудования одноковшовых экскаваторов приведены в табл. 180.

Экскаваторы непрерывного действия оборудованы электроприводами переменного тока (табл. 181). В них применены асинхронные двигатели с короткозамкнутыми и фазными роторами, управляемые по схемам пуска и реостатно-контакторного управления. Питание двигателей осуществляется от собственных дизель-генераторных станций.

Электрооборудование строительных дорожных машин (табл. 182, 183). Самоходный скрепер ДЗ-67Б имеет дизель-электрическую трансмиссию постоянного тока с мотор-колесами (рис. 55).

Тяговые двигатели *М1* ... *М4* подключены к тяговому генератору *Г* двумя последовательно-параллельными ветвями. В каждую из параллельных ветвей последовательно включены двигатели, относящиеся к различным осям скрепера: двигатели *М1* и *М2* приводят в движение переднюю ось скрепера, двигатели *М3* и *М4* — заднюю. Каждый из двигателей встроен в ступицу колеса, снабженного отдельным планетарным редуктором и дисковым тормозом, создавая обособленную конструкцию мотор-колеса.

Трансмиссия обеспечивает следующие режимы работы скрепера: тягу, выбег и динамическое торможение.

В тяговом режиме обеспечиваются три диапазона скоростей движения. Первый диапазон с малой скоростью движения (до 9 км/ч) имеет место при копании грунта. Создается путем обеспечения полных потоков возбуждения двигателей. Второй диапазон со скоростью до 15 км/ч получается при ослаблении потоков возбужде-

ния двигателей. В третьем диапазоне (транспортные скорости до 35—40 км/ч) к двигателям передней оси прикладывается полное напряжение генератора, а с двигателей задней оси снижается возбуждение.

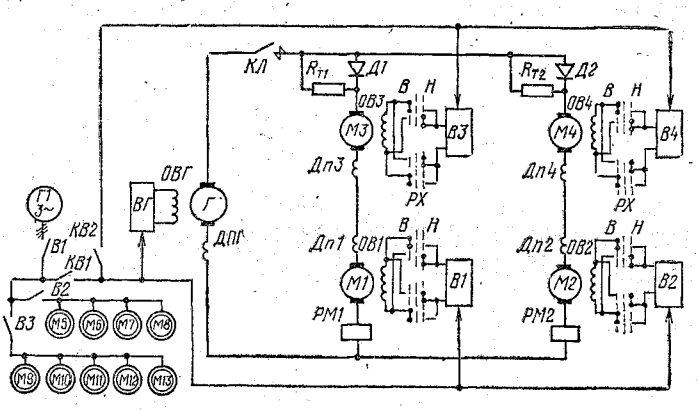


Рис. 55. Принципиальная схема электрооборудования самоходного скрепера ДЗ-67Б с мотор-колесами

Изменение направления движения машины — реверсирование хода — достигается переключением полярности обмоток возбуждения тяговых двигателей с помощью переключателя *РХ*.

В режиме выбега отключаются с помощью контакторов *КВ1* и *КВ2* обмотки возбуждения двигателей *ОВ1* ... *ОВ4* и генератора *ОВГ* и скрепер имеет свободный ход.

При динамическом торможении с генератора *Г* снимается возбуждение, а двигатели *М1* ... *М4* работают в режиме генераторов; их цепи при обратном токе благодаря силовым вентилям *Д1* и *Д2* замыкаются через тормозные сопротивления $R_{Т1}$, $R_{Т2}$, в которых рассеивается энергия торможения.

Скорость торможения регулируется изменением потоков возбуждения двигателей.

Обмотки возбуждения тяговых двигателей и генератора питаются энергией от синхронного генератора *Г1* через магнитно-тиристорные возбудители *В1* ... *В4* и *ВГ*.

Помимо этой основной нагрузки синхронный генератор *Г1* снабжает энергией двигатели *М5* ... *М8*, *М13* вентиляторов обдува тяговых двигателей, двигатели *М9* ... *М12* маслонасосов редукторов мотор-колес, цепи электронагревателей и цепи управления.

Управление тяговыми двигателями мотор-колес и генератором во всех режимах работы скрепера осуществляется специальной системой автоматического регулирования, воздействующей на обмотки возбуждения этих машин и цепи управления контакторами. С помощью этой системы обеспечивается постоянство отдаваемой мощности генератора *Г* во всем диапазоне токов нагрузки, изменение тока возбуждения тяговых двигателей пропорционально их токам нагрузки.

180. Электрооборудование одноковшовых экскаваторов

Тип	Объем ковша, м³	Силовая установка		Тип; мощность (кВт); частота вращения (мин⁻¹)		
		тип; мощность (кВт); частота вращения, мин⁻¹		асинхронного двигателя (сетевого)	генераторов	
		дизеля	синхронного генератора		подъема (хода)*	поворота (хода)
1	2	3	4	5	6	7
ЭКГ-4,6; ЭКГ-4,6А	4,6	—	—	АЭ-113-4; 250; 1480	ПЭМ-2000; 200, 1480;	ПЭМ-1000; 100, 1480
Э-2503; Э-2505	2,5	—	—	МА94-71/6; 160; 1470	ПЭМ-1320; 140; 1470	ПЭМ-750; 55, 1470
Э-2503Б-1; Э-2505СА-1	2,5	1Д12В-300; 220; 1500	ГСФ-200М; 200; 1500	МА94-74/16; 160; 1440	ПЭМ-1320; 140; 1440;	ПЭМ-750; 55, 1440
Э-1602	1,6	ЯМЗ-238; 132; 1500	СГД-101-4; 125; 1500	—	—	П-82; 35; 1450; А-81-4***; 40, 1470
Э-6516	0,65	64-12/14; 66; 1500	ДГС-92-4; 50; 1500	—	—	—
Э-6518	0,65	АМ-41; 55; 1500	ДГС-92-4; 50; 1500	—	—	—

Продолжение табл. 180

Тип	Тип; мощность (кВт); частота вращения ($мин^{-1}$)					
	генераторов		электродвигателей механизмов			
	напора	собственных нужд	подъема	поворота	напора	хода
1	8	9	10	11	12	13
ЭКГ-4,6; ЭКГ-4,6А	ПЭМ-400; 42; 1480	ПМЭ-542-1/2; 12; 1480	ДПЭ-82; 175; 740	ДПВ-52; 60; 1230	ДПЭ-52; 54; 1200	ДПЭ-52; 54 1200
Э-2503, Э-2505	ПЭМ-400; 36, 1470	П-52; 6,8; 1450; А61-4***; 10; 1450	ДПЭ-72; 100; 750	ДПВ-52; 50, 900	ДПЭ-52; 54; 1200	—**
Э-2503Б-1; Э-2505СА-1	ПЭМ-400; 36, 1440	П-52; 6,8; 1450; АО-261-4***; 13; 1450	ДПЭ-72; 100; 750	ДПВ-52; 50; 900	ДПЭ-52; 54; 1200	ДПЭ-52; 54; 1200
Э-1602	—	—	МТЭ-611-6; 75; 960	ДПВ-42; 29, 1000	МТЭ-512-6; 55; 950	МТКВ-411-6; 2Х22; 935
Э-6516	—	—	АК-72-4; 28; 1420	АК-72-4; 28; 1420	АК-72-4; 28, 1420	АОС-52-4/2; 2Х5,2/6,5; 1400/2800
Э-6518	—	—	АОК2-81-4; 30; 1450	АОК2-81-4; 30; 1450	АОК2-81-4; 30; 1450	АО2-52-4/2; 2Х8,3/10,2; 1450/2880

* Двигатель хода питается от генератора подъема в экскаваторе Э-2503 и от генератора поворота в экскаваторе ЭКГ-4,6.
** Механизм хода приводится во вращение от двигателя подъема.
*** Указан двигатель, приводящий во вращение генератор.

181. Электрооборудование экскаваторов непрерывного действия

Тип экскаватора	Объем ковша, л/число ковшей	Тип; мощность (кВт); частота вращения ($мин^{-1}$)					
		дизеля	генератора	электродвигателей механизмов			
				ротора или ковшовой цепи	передвижения	поворота	конвейеров
ЭТР-253	250/14	В-30Б; 220; 1500	ГСС-104-4Э; 200; 1500	АО-101-4М; 125; 1470	—	—	АОС2-62-4; 3×18,5; 1350
ЭТР-253А	250/14	В-30Б; 220; 1500	ДК-510Б-1; 215; 2120 ГСС-104-4Э; 200; 1500	АО-101-4М; 125; 1470	ЭДТ-166А; 165; 425	—	АОС2-62-4; 3×18,5; 1350
ЭТР-301	190/16	У1Д6-250ТК; 184; 1500	ГСС-104-4Э; 200; 1500	АО2-91-4; 100; 1470	—	—	АО2-81-6; 2×30; 980
ЭТР-231, ЭТР-231А	160/14	У1Д6-250ТК; 184; 1500	ГСС-104-4Э; 200; 1500	АОП2-92-4; 100; 1480	АО2-82-6; 40; 980	—	АОП2-62-4В; 2×17; 1440
ЭР-1001(ЭР-100)	100/9	ЯМЗ-238; 132; 1500	СГД-101-4; 125; 1500	АО-94-8/4; 40/55; 730/1470	МТКВ-312-6; 2×16; 900	П-61; 11; 1500	АО2-72-6; 22; 970
ЭР-025(ЭР-25)	25/7	64-12/14; 66; 1500	ДГС-92-4; 50; 1500	АО-93-8/6/4; 20/25/28; 730/930/1470	АОС-52-4; 2×7; 1335	АО-62-864; 2,5/3,0/3,5; 710//950/1420	АВ-61-4; 2×10; 1460
ЭМ-201А	20/32	—	—	АО2-62-6; 13; 970	АО2-32-6; 2,2; 950	—	—

Система автоматического регулирования обеспечивает также принудительное равномерное распределение мощности генератора $Г$ между тяговыми двигателями при буксовании какого-либо из колес, за счет чего обеспечивается максимально возможное тяговое усилие скрепера при любых условиях.

Некоторые из строительных дорожных машин выполнены на базе трактора ДЭТ-250 путем использования навесного и прицепного оборудования. Трактор ДЭТ-250 (см. табл. 183) имеет тяговый однодвигательный дизель-электрический привод постоянного тока, выполненный по схеме $Г—Д$ с питанием обмоток возбуждения от регулируемого вспомогательного генератора.

В других дорожных машинах, как правило, применяются электроприводы переменного тока с короткозамкнутыми асинхронными двигателями. Питание их осуществляется от собственных дизель-электрических станций.

Электрооборудование машин для дробления и сортировки, для бетонных работ, а также землесосных снарядов приведено в табл. 184—186.

182. Электрооборудование дорожных машин

Наименование, главный параметр	Тип машины	Тип; мощность (кВт); частота вращения ($мин^{-1}$) электродвигателей	
		тягача	рабочих органов
Скрепер самоходный, объем ковша 25 $м^3$	ДЗ-67Б	ДК-717Б; 120; 360	—
Скрепер прицепной, объем ковша 15 $м^3$	Д-511	Трактор ДЭТ-250	—
Грейдер-элеваторы производительностью, $м^3/ч$:			
750	Д-616	Трактор Т-180	АО-93-8/4; 28/40; 730/1470
1000	Д-505А	Тягач МоАЗ-546	АО-83-8/4; 20/28; 730/1470
1600	Д-633	» БелАЗ-531	АО-83-8/4; 20/28; 730/1470
Бульдозер, тяговое усилие 250 Н	Д-572С*	ЭДТ-166А; 166; 425	—
Рыхлитель, тяговое усилие 250 Н	Д-652АС*	ЭДТ-166А; 166; 425	—
Нарезчик поперечных швов, производительность 1000 м/смену	ДС-112	П-42; 4,5; 1500	П-21; 0,7; 1500
Нарезчик продольных швов, производительность 1000 м/смену	ДС-115	ПБ-32; 1; 1500	—
Нарезчик швов, производительность 15 м/ч	Д-432А (ДС-506)	—	А-71-4; 20; 1460
Электрощетка, производительность 200 м/ч	Д-378 (ДС-505)**	—	АОЛ-4-4; 1,7; 1400
Отделочная машина цементобетонных покрытий, производительность 500 м/см	Д-376 (ДС-504)**	—	АОС2-51-4; 9,4; 1350 АОС2-22-2; 2,5; 2630 Т5-212/6; 1,6/3,2; 460/920
Бетоноукладчик гусеничный, производительность 1000 м/см	ДС-513	—	АОС2-52-6; 2×9; 890 АОС2-42-2; 2×9; 2760 АО2-41-8; 2×2,2; 720 АО2-31-2; 3; 2880

* Изготовлены на базе трактора ДЭТ-250.
** В скобках указаны индексы машин по новой классификации.

183. Электрооборудование скрепера ДЗ-67Б и трактора ДЭТ-250

Наименование	Дизель	Генератор	Двигатель	Возбудитель
Оборудование скрепера ДЗ-67Б				
Тип	М301	ГПА-600	ДК-717Б	ЕСС5-93-4
Режим работы	—	Часовой		Продолжительный
Мощность, кВт	625	600	120	75
Частота вращения, мин$^{-1}$	1500	1500	360/2850	1500
Напряжение, В	—	625/800	290/715	400
Сила тока, А	—	960/2400	472/800	135
Масса, кг	—	2480	2000	605
Оборудование трактора ДЭТ-250				
Тип	В-30	ДК-510Б-1	ЭДТ-166А	ДК-913А
Режим работы		Часовой		
Мощность, кВт	220	215	166	6
Частота вращения, мин$^{-1}$	1500	2120/2600	425/2250	2120/2600
Напряжение, В	—	360/600	360/600	0—50
Сила тока, А	—	600/900	600/900	0—120
Масса, кг	1100	1200	2700	120

184. Электрооборудование машин для дробления и сортировки

Наименование	Тип машины*	Производительность, м^3/ч	Приводной электродвигатель		
			тип	мощность, кВт	частота вращения, мин$^{-1}$
Дробилки щековые со сложным движением щеки	СМД-31(С-182Б)	12	А2-72-6	22	965
	СМД-28(СМ-741)	19,8—48	АО2-82-6	40	980
	СМД-6А(СМ-16Д)	200	АК2-91-4	75	1450
Дробилки щековые с простым движением щеки	СМД-58Б	160	АК2-102-8	100	720
	СМД-59Д	280	АК2-112-8	160	730
	СМД-60А	550	АК3-13-52-12	250	495
Дробилки конусные среднего дробления	СМД-18(СМ-561)	19—32	АО2-72-4	30	1455
	СМД-17(СМ-560А)	36—62	АОП2-82-4	55	1470
Дробилки однороторные крупного дробления	СМД-85	50	АО2-81-4	40	1475
	СМД-86	125	АК2-101-6	100	970
	СМД-95	200	АК2-121-10	160	585
	СМД-94	200	АК2-121-8	200	730

Продолжение табл. 184

Наименование	Тип машины*	Производительность, м³/ч	Приводной электродвигатель		
			тип	мощность, кВт	частота вращения, мин⁻¹
Дробилка однороторная среднего и мелкого дробления	СМД-75(С-1000)	125	АК2-111-8	125	730
Дробилки однороторные молотковые	СМД-112(С-218М)	12—15	АО2-62-4	17	1450
	СМД-15(СМ-431)	10—24 т/ч	АО2-91-6	55	985
	СМД-7(СМ-19А)	34—105	А2-102-6	125	980
Дробилка молотковая	СМД-98А	900 1200 т/ч	ДА302-18-59-10V1	1250	596
Дробилка одновалковая	СМД-2	200 т/ч	АО2-92-8	55	740
Дробилка четырехвалковая:	СМД-101	16 т/ч			
привод верхний			АО2-81-8/4	19/28	735/1460
привод нижний			АО2-81-4	40	1460
привод механизма загрузки			АО2-42-8	3	720
Дробилка комбинированная:	СМД-10(СМ-165)	10 т/ч			
привод щековой дробилки			АО2-61-6	10	965
привод валковой дробилки			АО2-52-6	7,5	965
Агрегат мелкого дробления передвижной	СМД-72(С-987)	36	АО2-82-4	55	1460
То же, среднего дробления	С-905	70	АК2-91-4	75	1450
То же, крупного дробления	СМД-83(ДРО-326)	36—100	АК2-91-4	75	1450
			АОП2-41-4	4	1440
Грохот инерционный	С-740	350 т/ч	АОП2-51-4	7,5	1460
	С-784		АОП2-52-4	10	1465
Грохот инерционный колосниковый	СМД-25(СМ-690)	700 т/ч	АОП2-61-4	13	1440
Грохот	СМД-64(С-898)	200	АОП2-52-4	10	1465

Продолжение табл. 184

Наименование	Тип машины*	Производительность, м³/ч	Приводной электродвигатель		
			тип	мощность, кВт	частота вращения, мин⁻¹
Агрегат промежуточной сортировки передвижной:	СМЖ-66(С-906)	140			
привод грохота			АОП2-61-4	13	1440
привод конвейера			АОП2-41-4	4	1465
Агрегат промежуточной сортировки передвижной:	СМД-67(С-907)	200			
привод грохота			АОП2-52-4	10	1465
привод конвейера			АОП2-41-4	4	1465

* В скобках указана старая индексация машин.

185. Электрооборудование машин для бетонных работ

Наименование	Тип машины*	Объем готового замеса, л/производительность, м³/ч	Тип; мощность (кВт); частота вращения (мин⁻¹) электродвигателей главного привода (привода разгрузки или смесителя)
Бетоносмесители гравитационные передвижные	СБ-27 (С-674А)	65/—	АОЛ2-11-4; 0,6; 1360
	СБ-101	65/—	АОЛ2-11-4; 0,6; 1360
	СБ-30 (С-739)	165/5	АО2-21-4; 1,1; 1400
Бетоносмеситель гравитационный	СБ-16	330/8	АО2-32-4; 3; 1430 (АО2-32-4; 3; 1430)
Бетоносмесители принудительного действия	СБ-43 (С-868)	65/2,6	АО2-32-4; 3; 1430
	СБ-35 (С-773)	375/13,5	АО2-62-6; 13; 970
	СБ-17 (С-335)	330/7,5	АО-63-6; 10; 970
	СБ-31 (С-742)	165/4,5	АО2-51-4; 7,5; 1450
Растворосмеситель передвижной	СО-46	65/2	АОЛ2-22-4; 1,5; 1400
Штукатурносмесительный агрегат	СО-57	65/2	АОЛ2-11-2; 0,8; 2815 (АОЛ2-22-4; 1,5; 1400)
Штукатурный агрегат	СО-85	—/4	АО2-51-4; 7,5; 1450
Установка для набрызга бетонной смеси	СБ-66(С-1004)	—/4	АО2-41-6; 3; 960
Бетононасосы	С-296А	—/10	АОК2-72; 8; 13; 715
	СБ-7(С-284А)	—/40	(АО2-41-6; 3; 960) АК2-82-6; 40; 960 (АО2-52-6; 7,5; 970)

* В скобках указана старая индексация машин.

186. Электрооборудование землесосных снарядов

Тип земснаряда	Производительность по грунту, м³/ч	Тип; мощность (кВт); частота вращения (мин⁻¹) электродвигателей		
		грунтового насоса	грунтозаборного устройства	лебедки грунтозаборного органа
8ПЗУ-3М	80	—	АОК2-81; 17,725	АО2-32-6; 2,2; 950
8НЗДМ-3а	80	—	АК2-81-8; 22; 720	АО2-51-6; 5,5; 970
ЭРС-2	100	—	АО-83-8; 28; 735	АО-51-6/4/2;1,7/ /2,1/2,8; 960/1460/2900
12А-5	140	СД-12-52-8Л*; 320; 750	АО-94-12/6; 25/40; 485/975	АО-62-4; 10; 1460
12А-5М	140	СД-12-52-8А*; 320; 750	АО2-92-12/6; 29,5/ /53,3; 490/975	АО2-62-4; 17; 1450
12Р-7	150	ФАМСО-1512-10*; 480; 590	АК2-91-8; 40; 720	АО2-51-4; 7,5; 1450
12А-4	160	СД-13-52-10*; 450; 600	АО2-92-12/6; 29,5/ /53, 3; 490/975	АО2-52-4; 10; 1450
100-40К	180	АК-13-62-8*; 630; 740	АК2-91-8; 40; 740	АО2-51-4; 7,5; 1450
200-60КС	200	АК-13-62-10*; 500; 590	А101-8М; 75; 740	АО-72-8; 10; 735
300-40М	300	СДН-16-41-12*; 1250; 500	МАД-128-8; 160; 740	МА-204-2/4; 14,5
350-50Т	350	СДН-16-41-12*; 1250; 500	АК-114-4; 320; 1480	АС-92-8; 55; 740

* Номинальное напряжение двигателей 6000 В.

4.8. Эксплуатация оборудования электроприводов.

Основа правильной эксплуатации электропривода — систематический контроль за нагрузкой электродвигателей и генераторов, за температурой нагрева электрических машин и аппаратов, регулярные замеры сопротивления изоляции и соблюдение сроков планово-предупредительных ремонтов.

Нагрузка двигателей и генераторов контролируется электроизмерительными приборами — амперметрами и ваттметрами. Контроль осуществляется постоянно либо периодически.

Предельные допускаемые превышения температуры частей электрических машин регламентированы ГОСТ 183—74.

Температура подшипников электрических машин не должна превышать:

80° С — для подшипников скольжения (температура масла при этом не более 65° С);

100° С — для подшипников качения.

Допускаемые превышения температуры отдельных частей аппаратов на напряжение до 1000 В, находящихся в воздушной среде, при номинальном токе и напряжении, равном 105% номинального, указаны в ГОСТ 403—73.

Сопротивление изоляции обмоток электрических машин относительно корпуса и сопротивление между обмотками измеряют мегомметром. Оно не должно быть ниже 0,3 МОм при эксплуатации машин и 1 МОм после их сушки. Сопротивление изоляции электрических аппаратов, предназначенных для защиты установок, рекомендуется иметь не ниже 3 МОм, других аппаратов управления и распределения энергии — не ниже 0,5 МОм.

Если замеры сопротивления изоляции показали недопустимую увлажненность, то машины или аппараты перед вводом в эксплуатацию необходимо просушить или направить в ремонт.

Виды ремонтов и их сроки устанавливают исходя из местных условий.

5. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

5.1. Основные требования к устройству электроосвещения. При устройстве и проектировании освещения руководствуются СНиП II-А.9-71 «Искусственное освещение. Нормы проектирования», СН 81-70 «Указания по проектированию электрического освещения строительных площадок», Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и другими нормативными документами, согласованными и утвержденными в установленном порядке.

Осветительные установки должны обеспечить: фактическую освещенность не ниже нормированной; бесперебойность действия освещения, длительную работу установки в заданных условиях среды, пожарную безопасность, удобство обслуживания и управления, электрическую безопасность при обслуживании; экономичность сооружения и эксплуатации, возможность рационального потребления электроэнергии.

Для электрического освещения строительных площадок и участков используют типовые передвижные инвентарные осветительные установки.

Для строительных площадок и участков, а также для мест производства строительно-монтажных работ, расположенных внутри зданий, применяют систему общего освещения (равномерного или локализованного). При этом освещенность должна быть не менее 2 лк. Везде, где не требуется большого напряжения зрения, используют систему общего равномерного освещения.

Для участков работ, где требуется большая освещенность (например, монтаж строительных конструкций, оборудования), в дополнение к общему равномерному освещению предусматривают общее локализованное. При этом осветительные приборы, устанавливают на зданиях, конструкциях и мачтах общего равномерного освещения, используют естественные высоты местности.

Электрическое освещение строительных площадок и участков подразделяется на рабочее и аварийное. Рабочее освещение предусматривают на всех объектах, где работы выполняют в темное время суток, а аварийное — в тех случаях, когда недопустим перерыв в работе (например, при бетонировании особо ответственных конструкций) или для эвакуации людей с объекта. Подключение к линии аварийного освещения каких-либо других потребителей электроэнергии запрещается. Если нельзя устроить специальную сеть аварийного освещения, то предусматривают инвентарные переносные электрические фонари с аккумуляторами или сухими элементами.

Электротехническая часть осветительных приборов должна соответствовать напряжению сети и условиям окружающей среды.

Применение открытых газоразрядных ламп, а также открытых ламп накаливания с прозрачной колбой для освещения строительных площадок и участков недопустимо. Для питания осветительных приборов применяют напряжение:

для светильников стационарного местного освещения, а также светильников общего освещения, установленных на доступной для прикосновения людей высоте, — 36 В;

для ручных переносных светильников — 12 В.

Осветительная установка наружного освещения должна иметь централизованное дистанционное включение. Целесообразно дополнительно использовать фоторелейные устройства, включающие освещение в зависимости от естественной освещенности.

Прожектора, установленные на мачте, должны иметь возмож-

ность отключения дистанционно и с нижнего щита мачты; прожектора, установленные на каждой из площадок мачты, — с нижнего щита и со щитов на площадке; каждый прожектор должен отключаться со щитов, установленных на площадке мачты.

5.2. **Расчет электрического освещения.** Наиболее простой метод расчета общего освещения горизонтальной поверхности при использовании светильников любого типа — метод удельной мощности.

Удельная мощность p, Вт/м², — это частное от деления всей мощности ламп на площадь помещения. Она зависит от многих факторов, но в общем довольно устойчива для определенных групп помещений, что позволило составить таблицы систематизированных значений p (табл. 187, 188).

По исходным данным — тип светильников, заданная освещенность E, высота подвеса h и освещаемая площадь S — находят значение p, которое умножают на число квадратных метров площади помещения и получают общую мощность ламп P. Мощность лампы определяют делением общей мощности ламп на их число, принимают ближайшую стандартную лампу и при необходимости корректируют число светильников. При расчете люминесцентного освещения после определения общей мощности рассчитывают число рядов светильников и количество светильников в ряду.

Для помещений удлиненной формы ($A>2{,}5\ B$) находят условную площадь $2\ B^2$ и по ней определяют значение p, которое и распределяют на всю площадь $A\times B$.

Таблицы удельной мощности (см. табл. 185, 186) составлены с учетом наиболее выгодного расположения светильников при использовании ламп накаливания для напряжения 220 В. В таблицах учтены значения коэффициента минимальной освещенности (1,15 — при лампах накаливания и 1,1 — при люминесцентных лампах) и коэффициента запаса (1,3 — для ламп накаливания и 1,5 — для газоразрядных ламп). При лампах накаливания напряжением 127 В значение p умножается на 0,86, а при коэффициентах запаса, отличающихся от указанных, — пропорционально пересчитывается. При расчете освещения в помещениях в среднем для различных светильников наивыгоднейшая высота подвеса может быть приближенно определена из выражения

$$h = 0{,}4\sqrt{S},$$

где S — площадь помещения, м².

Высота подвеса светильников наружного освещения приближенно может быть принята в пределах 6—7 м, расстояние между ними $(4...7)\ h$.

Для приближенного определения мощности прожекторной установки можно пользоваться формулой

$$p_{уд} = (0{,}16\cdots 0{,}25)\ E_{мин}\ K,$$

где $p_{уд}$ — удельная мощность, Вт/м²; $E_{мин}$ — принимаемая нормированная горизонтальная освещенность, лк (табл. 189—193), K — коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока светильника с течением времени в связи с запылением (для помещений с большим выделением пыли, дыма и копоти — 1,7; для помещений со средним выделением пыли, дыма или копоти и для устройства наружного освещения с прожекторами — 1,5; для помещений с малым выделением пыли, дыма и копоти и открытых пространств — 1,3; для передвижных и переносных осветительных устройств с лампами накаливания, применяемых при строительно-монтажных работах, — 1,2).

187. Удельная мощность равномерного освещения при лампах накаливания

Высота подвеса, м	Площадь, м²	Удельная мощность (Вт/м²) при минимальной освещенности, лк							
		5	10	20	30	50	75	100	150
		Светильник «Универсаль» (без затенителя/с затенителем)							
2—3	10—15	2,8/3,7	5,2/6,3	9,2/10,5	12/15,2	19,3/24	26,5/35	34/43	48/57
	15—25	2,4/3,2	4,3/5,4	7,7/8,8	10,2/12,8	16,3/20	28,5/28	29/36	40/49
	25—50	2/2,7	3,5/4,6	6,4/7,8	8,6/11,2	13,8/17,3	19,5/24	24,5/31	35/49
	50—150	1,8/2,3	3/4	5,3/6,7	7,2/9,6	11,4/14,8	16,3/20,5	21/26,5	29/37
	150—300	1,6/2,1	2,7/3,6	4,7/6,2	6,4/8,4	10,2/13,2	14,3/18,5	18,5/23,5	26/33
	>300	1,5/1,7	2,6/3,2	4,6/5,7	6,1/7,8	9,8/12	13,6/17,3	17,5/22	25/30
3—4	10—15	3,4/4,8	5,9/8,1	10,3/15,5	14,7/18,3	22,5/29,5	31/38	40/48	55/72
	15—20	3,3/3,6	5,2/6,2	8,9/10/8	12,5/15,8	19,7/23,5	26,5/34	35/41	48/63
	20—30	2,7/3	4,4/4,7	7,7/8,5	10,6/13,8	17,3/20,5	24/29	30/36	42/54
	30—50	2,2/2,7	3,7/4,5	6,4/7	8,9/11,7	14,5/17,7	20,5/25	25/31	35/45
	50—120	1,9/2,3	3,2/3,8	5,5/6	7,6/9,8	12/15,3	17/21	21,5/25,5	29,5/38
	120—300	1,6/1,9	2,7/3,2	4,7/5	6,6/8,3	10,2/12,8	14/17,3	18/22	25/33
	>300	1,4/1,7	2,3/2,8	4,2/4,5	6/7,4	9,4/11,3	12,7/15,5	16,5/19,5	23/29
4—6	10—17	4,1/5,6	6,6/9,4	12,5/15	16/20,5	23,5/31	34/46	47/62	68/92
	17—25	3,2/4	5,6/7,2	10,4/12,5	13,7/17,3	20,5/25,5	31/39	40/51	61/79
	25—35	2,7/3,2	4,8/6	9/10,7	11,9/15,2	18,3/22	26/34	35/44	52/69
	35—50	2,3/2,8	4,3/5,2	7,7/9,4	10,6/13,2	16/19,3	23/29	31/39	46/60
	50—80	2/2,4	3,5/4,3	6,4/8,2	9/11,3	14,8/16,3	19/25	25,5/33	38/50
	80—150	1,8/2	3/3,8	5,4/6,8	7,6/9,5	11,6/14	16/21	21,5/28	32/43
	150—400	1,4/1,7	2,4/3,3	4,6/5,7	6,4/8,1	9,8/12	13,7/17,5	18,5/24	27,5/36
	>400	1,2/1,5	2,2/2,8	4,2/5	5,6/6,8	8,5/10,5	12/15,5	15,7/21	24/31

Глубокоизлучатель эмалированный (при любой окраске стен и потолка)

4—6	10—17	5	8,8	14	20,7	32,8	50	66,6	87
	17—25	3,7	6,8	11,1	16,3	24,4	34	45	71
	25—35	2,7	5,5	9,4	13,4	20,7	28	37	56
	35—50	2,2	4,7	8,2	11,3	17,9	23,5	31	45
	50—80	1,8	4	6,8	9,4	15	20,1	24	37
	80—150	1,5	3,4	5,8	8,2	12,7	17,9	24	31
	150—400	1,2	3	5,1	7	11,3	15,5	21	28
	>400	1	2,6	4,3	6,3	8,9	13,6	18	25
6—8	25—35	4	6,8	12	17	26	38	50	70
	35—50	3,3	5,6	10,2	14	21,6	32	42	59
	50—65	2,8	4,7	8,5	12	19	27	35	52
	65—90	2,4	4,1	7,5	10,8	17	24	31	48
	90—135	2	3,6	6,4	9,4	14	19,7	26	38
	135—250	1,8	3,1	5,5	7,7	11,7	16,5	22	31
	250—500	1,6	2,6	4,8	6,8	10	14,5	19	28
	>500	1,3	2,4	4,1	5,8	9	12,7	17	26
8—12	50—70	3,5	5,9	11	16,2	25	38	50	71
	70—100	2,8	5	9,1	14	22	32	42	61
	100—130	2,4	4,1	7,5	11,3	18	26	34	53
	130—200	2	3,6	6,5	9,4	15	22	29	45
	200—300	1,7	3	5,5	7,7	12	18	23	36
	300—600	1,5	2,6	4,7	6,6	10	16	21	30
	600—1500	1,3	2,3	4	5,7	8,9	14	18	27
	>1500	1,1	2	3,6	5,6	8	12	15	24

188. Удельная мощность для расчета общего освещения при люминесцентных лампах типа ОДР (на две лампы)

Площадь помещения, м²	Удельная мощность (Вт/м²) при минимальной освещенности, лк									
	75	100	150	200	300	75	100	150	200	300
	Лампы ЛД 30, 40 и 80 Вт					Лампы ЛБ 30, 40 Вт				
Расчетная высота 2—3 м										
25—50	6,4	8,6	12,8	17	25,5	5	6,6	10	12,2	20
50—150	5,2	6,9	10,4	14	21	4,1	5,4	8,2	10,8	16,4
150—300	4,7	6,1	9,4	12,4	19	3,6	4,8	7,2	9,6	14,4
Расчетная высота 3—4 м										
30—50	7,7	10,3	15,4	20,5	31	6	8	12	16	24
50—120	6,2	8,3	12,4	16,6	25	4,8	6,4	9,6	12,8	19,2
120—300	5,1	6,8	10,2	13,6	20,5	4	5,3	8	10,5	16

189. Нормы освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях при применении газоразрядных ламп (СНиП II-4-79)

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк	
						система комбинированного освещения	система общего освещения
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	1500
			б	» Средний	Средний Темный	4000	1250
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	3000	1000
			г	Средний Большой »	Светлый » Средний	1500	400
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	а	Малый	Темный	4000	1250
			б	» Средний	Средний Темный	3000	750
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000	500
			г	Средний Большой »	Светлый » Средний	1000	300

Продолжение табл. 189

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк	
						система комбинированного освещения	система общего освещения
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	а	Малый	Темный	2000	500
			б	» Средний	Средний Темный	1000	300
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750	300
			г	Средний Большой »	Светлый » Средний	400	200
Средней точности	От 0,5 до 1	IV	а	Малый	Темный	750	300
			б	» Средний	Средний Темный	500	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	150
			г	Средний Большой »	Светлый » Средний	300	150
Малой точности	От 1 до 5	V	а	Малый	Темный	300	200
			б	» Средний	Средний Темный	200	150
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	—	100
			г	Средний Большой »	Светлый » Средний	—	100
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	—	Независимо от характеристики фона и контраста объекта с фоном		—	100
Работа с самосветящимися материалами и изделиями в горячих цехах	—	VII	—	То же		—	200

Продолжение табл. 189

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк	
						система комбинированного освещения	система общего освещения
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное наблюдение; периодическое наблюдение за состоянием оборудования и коммуникаций при постоянном пребывании людей в помещении	—	VIII	а	Независимо от характеристики фона и контраста объекта с фоном		—	75
			б	То же		—	50
			в	»		—	50
Наблюдение за состоянием оборудования и коммуникаций при постоянном пребывании людей в помещении	—	IX	а	Независимо от характеристики фона и контраста объекта с фоном		—	50
Работа на складах громоздких и сыпучих материалов (механизированных, немеханизированных)			б	То же		—	50

190. Нормы освещенности вспомогательных помещений (СНиП II-4-79)

Наименование помещения	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Освещенность, лк	Поверхность для которой нормируется освещенность
Столовые и буфеты, здравпункты	X	—	200	0,8 м от пола в горизонтальной плоскости
Помещения для отдыха, помещения культурного обслуживания	XI	—	150	То же
Проходные (проверка пропусков)	XII	а	100	»
Вестибюли, главные коридоры и гардеробные уличной одежды в вестибюлях		б	75	Пол
		в	50	»

Продолжение табл. 190

Наименование помещения	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Освещенность, лк	Поверхность, для которой нормируется освещенность
Лестницы: главные	XII	г	75	Ступени и пол площадок
второстепенные		д	50	То же
Умывальные, уборные, помещения для личной гигиены женщин и для кормления грудных детей, курительные	XIII	а	75	Пол
Душевые и преддушевые, гардеробы, помещения для обеспыливания рабочей одежды, помещения для обогревания работающих, кубовые и сушилки		б	50	»

Примечание. При использовании ламп накаливания нормы освещенности следует снижать на 2 ступени; в помещениях, относящихся к разрядам XII-в и XII-д, допускается снижать освещенность до 10 лк.

191. Нормы освещенности мест работы на открытых пространствах (СНиП II-4-79)

Разряд	Характеристика выполняемых работ	Наименьшая освещенность рабочей поверхности, лк
XIV	Работы повышенной точности, требующие различения отдельных деталей при отношении наименьшего размера объекта различения к расстоянию до глаза менее 0,005	50
XV	Работы точные, требующие различения отдельных деталей при отношении наименьшего размера рассматриваемой детали к расстоянию до глаза в пределах 0,005—0,02	30
XVI	Работы малой точности и грубые при отношении размера рассматриваемой детали к расстоянию до глаза в пределах 0,02—0,05	10
XVII	Работы с механизмами, не требующие различения отдельных мелких деталей	5
XVIII	Работы, требующие различения лишь крупных предметов, находящихся в непосредственной близости к работающему или связанные с обзором рабочих поверхностей без выделения на них каких-либо деталей	2

Примечание. В условиях повышенной опасности травматизма норму повышают на одну ступень.

192. Нормы освещенности общего освещения строительных площадок, участков работ и рабочих мест (СН 81-70)

Наименование участков и рабочих операций	Наименьшая освещенность, лк	Плоскость, в которой нормируется освещенность
Строительная площадка в районе производства строительных и монтажных работ	2	Горизонтальная
Крановые работы	10	»
	10	Вертикальная
Такелажные работы	10	Горизонтальная
Сборка и монтаж механизмов подъемного оборудования и строительных машин (краны, экскаваторы и т. п.): сборка с пригонкой частей	50	»
навеска цепей, канатов и т. п.	30	»
	30	Вертикальная
монтаж подкрановых путей	30	Горизонтальная
Площадка приема и подачи материалов грузовыми подъемниками	10	»
Места немеханизированной разгрузки	2	Горизонтальная
Земляные работы, производимые сухим способом	10	Вертикальная (со стороны машиниста)
	5	Горизонтальная
Устройство траншей	10	»
	10	Вертикальная
Планировочные работы	10	В плоскости обрабатываемых площадок
Буровые работы. Забивка свай	10	Вертикальная
Монтаж строительных конструкций, стальных, железобетонных и деревянных	30	Горизонтальная
	30	Вертикальная в плоскости монтажа конструкций

Продолжение табл. 192

Наименование участков и рабочих операций	Наименьшая освещенность, лк	Плоскость, в которой нормируется освещенность
Сборка арматуры (стыкование, вязка каркасов и т. д.)	30	Горизонтальная
	30	Вертикальная
Установка опалубки и поддерживающих лесов	30	»
Бетонирование: колонн, балок, плит покрытий и перекрытий, мостовых конструкций	30	Горизонтальная
крупных массивов (плиты откосов, бетонирование откосов земляных плотин и т. п.)	10	»
Ленточные конвейеры, подающие бетон	10	В плоскости ленты конвейера
Бетоновозные эстакады	3	Вертикальная в любой плоскости с двух противоположных сторон
Подходы к рабочим местам (лестницы, леса и т. д.)	5	Горизонтальная
Кровельные работы	30	В плоскости кровли
Штукатурные работы: в помещениях	50	На рабочей поверхности
под открытым небом	30	Вертикальная
Отделка стен помещения (оклейка обоями)	50	»
Малярные работы	50	На рабочей поверхности
Монтаж электропроводки	30	То же
Монтаж высоковольтного оборудования и схем вторичной коммутации	100	»
Установка электрических приборов, осветительной арматуры и т. д.: в зданиях	50	»
снаружи зданий	30	»

Продолжение табл. 192

Наименование участков и рабочих операций	Наименьшая освещенность, лк	Плоскость, в которой нормируется освещенность
Монтаж и сборка технологического оборудования: станочное оборудование, конвейеры, мостовые краны и т. д.	50	Горизонтальная
громоздкое оборудование (прокатные станы, рольганги, котлы и т. д.)	30	»
Монтаж и сборка энергетического оборудования (высоковольтное оборудование, мотор-генераторы, электрооборудование нормального напряжения и т. д.)	50	Горизонтальная
Открытые склады: нерудных материалов	2	Горизонтальная
металлоконструкций и оборудования	5	»
Помещения для хранения сыпучих материалов (цемента, алебастра) и громоздких предметов	5	»
Помещения для хранения мелкого технологического оборудования и монтажных материалов	10	»
Лесобиржи	5	»
	5	Вертикальная
Кубовые и сушилки	75	На полу
Лифты пассажирские и грузовые	75	То же
Санитарные узлы в общественных и производственных зданиях	75	»

193. Нормы освещенности территорий промышленных предприятий, строек подъездных и железнодорожных путей (СНиП II-4-79)

	Наименьшая освещенность в горизонтальной плоскости на уровне земли, лк
Главные проходы и проезды:	
с интенсивным движением людских и грузовых потоков	3
со средним движением людских и грузовых потоков	1
Прочие проходы и проезды	0,5
Лестницы, трапы и мостики для переходов	3
Охранное освещение	0,5
Железнодорожные пути на станциях промышленных предприятий	2

5.3. Рекомендуемые схемы расположения светильников (табл. 194—197).

194. Общее равномерное освещение прожекторами с лампами типа ДРЛ ($E_{норм}$=2 лк; $K_{зап}$=1,7) (СН 81-70)

Ширина освещаемой площадки, м	Высота прожекторных мачт, м	Расстояние между мачтами, м	Число устанавливаемых на мачте прожекторов	Параметры установки прожекторов			Коэффициент равномерности $\frac{E_{мин}}{E_{ср}}$	Установленная удельная мощность, Вт/м²
				высота, м	угол наклона прожекторов, град	угол между оптическими осями прожекторов, град		
75	15	160	3	15	20	60	0,3	0,35
100		160	4			40		0,35
150	20	150	7	20	15	20	0,25	0,45
200	30	180	10	30	15	15	0,4	0,40
250		200	16			10		0,45
300		140	16					0,55

Примечания: 1. Данные приведены для прямоугольного расположения осветительных приборов. При шахматном расположении осветительных приборов для площадок шириной до 200 м расстояние между опорами одного и того же ряда допускается уменьшать на 10%.
2. На мачте устанавливают прожекторы типа ПЗС-45 или ПСМ-50.
3. Мощность ламп 700 Вт.

195. Общее равномерное освещение прожекторами с лампами накаливания ($E_{норм}$=2 лк; $K_{зап}$=1,5) (СН 81-70)

Ширина освещаемой площадки, м	Высота прожекторных мачт, м	Расстояние между мачтами, м	Устанавливаемые на мачте прожекторы			Параметры установки прожекторов			Коэффициент равномерности $\frac{E_{мин}}{E_{ср}}$	Установленная удельная мощность, Вт/м²
			тип	число	мощность ламп, Вт	высота, м	угол наклона прожекторов, град	угол между оптическими осями прожекторов, град		
75	15	185	ПЗС-35	6	500	15	15	15	0,6	0,95
100		70								0,86
	20	100		10		20			0,85	0,67
150	30	300	ПЗС-45	10	1000	30	12	20	0,7	0,84
				9			18			
200		275		10			12		0,75	0,7
				9			18			
250		290		13			10	15	0,8	0,61
				9			17	20		
300		250		13			10	15		0,58
				9			17	20		

350	50	450	ПФС-45	37	1000	50	10	5	0,77	0,84
			ПЗС-45	19	1000	40	12	10		
				10	1000	30	18	20		
400	50	400	ПФС-45	37	1000	50	10	5	0,85	0,82
			ПЗС-45	19	1000	40	12	10		
				10	1000	30	18	20		
450	50	380	ПФС-45	37	1000	50	10	5	0,83	0,77
			ПЗС-45	19	1000	40	12	10		
				10		30	18	20		
500	50	370	ПФС-45	37	1000	50	10	5	0,91	0,71
			ПЗС-45	19	1000	40	12	10		
				10	1000	30	18	20		

196. Общее равномерное освещение светильниками с ксеноновыми лампами ($E_{норм}$=2 лк; $K_{зап}$=1,7) (СН 81-70)

Ширина освещаемой площадки, м	Высота прожекторных мачт, м	Расстояние между мачтами, м	Коэффициент усиления	Параметры установки			Коэффициент равномерности $E_{мин}/E_{ср}$	Установленная удельная мощность, Вт/м²
				высота, м	угол наклона светильников, град	угол между оптическими осями, град		
200	30	180	2—3	30	30	90	0,3	2,2
200	50	275	2—3	50	30	90	0,5	1,5
250		250						1,3
300		220						1,2
350		175						1,3
200	30	270	8—10	30	15	100	0,5	1,5
250		230						1,4
300		205						1,3
350		155						1,5
200	50	320		50	15	100	0,65	1,25
250		310						1,05
300		300						0,9
350		290						0,8
400		275						0,75

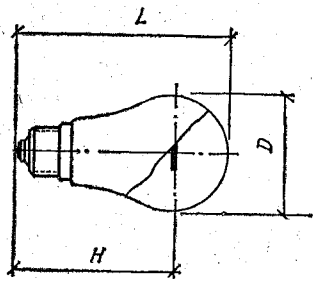
Примечания: 1. На мачте устанавливают два светильника.
2. Мощность ламп 20 кВт.

197. Общее равномерное освещение прожекторами с лампами накаливания с иодным циклом типа КИ ($E_{норм}$ =2 лк; $K_{зап}$ =1,5) (СН 81-70)

Ширина освещаемой площадки, м	Высота прожекторных мачт, м	Расстояние между мачтами, м	Устанавливаемые на мачте прожекторы			Параметры установки прожекторов			Коэффициент равномерности $\frac{E_{мин}}{E_{ср}}$	Установленная удельная мощность, Вт/м²
			тип	число	мощность ламп, Вт	высота, м	угол наклона прожекторов, град	угол между оптическими осями прожекторов, град		
15	20	180	ПКН-1000-2	4	1000	20	15	60	0,5	0,6
100		160								0,5
150		140								0,4
75	20	180	ПКН-1500-2	3	1500	20	15	60	0,5	0,65
100		160								0,55
150		140		5				30		0,45
200		175								0,45
150	30	230	ПКН-1500-2	5	1500	30	15	30	0,65	0,45
200		210								0,35
250		190		11				15		0,3
300		125						15		0,45
150	20	200	ПКН-2000-2	4	2000	20	15	50	0,65	0,45
200		180								
200	30	220	ПКН-2000-2	4	20 000	30	15	50	0,65	0,35
250		200		8				25		0,3
300		120								0,45

5.4. Источники света (табл. 198—203).

198. Лампы накаливания общего назначения на напряжение 220 В (ГОСТ 2239—70)

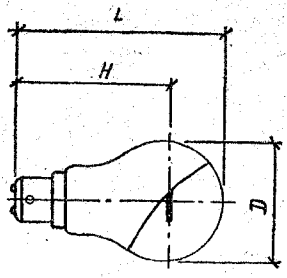


Тип лампы	Номинальные величины		Размеры, мм, не более			Тип цоколя по ГОСТ 17101—71
	мощность, Вт	световой поток, лм	D	L	H	
В-220-15	15	105	61	107	—	Е-27/25; Е-27/27
В-220-235-15		85				
В-220-25	25	220				
В-220-235-25		190				
В-220-40	40	400		114	—	
В-220-235-40		300				
БК-220-40		460	46	90	—	
Б-220-60	60	715	61	114	—	
В-220-235-60		550				
ВК-220-60		790	51	96	—	

Продолжение табл. 198

Тип лампы	Номинальные величины		Размеры, мм, не более			Тип цоколя по ГОСТ 17101—71
	мощность, Вт	световой поток, лм	*D*	*L*	*H*	
Б-220-100	100	1350	66	129	—	E-27/25; E-27/27
Б-220-235-100		1090				
БК-220-100		1450	61	105	—	
Б-220-150	150	2100	81	175		
Г-220-150		2000				
Б-220-235-150		1840				
Г-220-235-150		1840				
Б-220-200	200	2920			130±4	
Г-220-200		2800				
Б-220-235-200		2540				
Г-220-300	300	4690	112	236	175±5	E-27/32×30
Г-220-235-300		4000				
Г-220-300		4600		240	180±5	E-40/45
Г-220-235-300		4000				
Г-220-500	500	8300				
Г-220-235-500		7200				
Г-220-750	750	13100	152	345	250±8	E-40/55×47
Г-220-1000	1000	18600				
Г-220-1500	1500	29000	167			

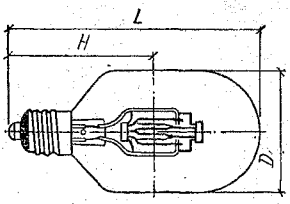
199. Лампы накаливания для местного освещения (ГОСТ 1182—77)



Тип лампы	Номинальные величины			Размеры, мм		
	напряжение, В	мощность, Вт	световой поток, лм	D	L	H
МО-12-15	12	15	180	61	104	73
МО-12-25	12	25	300	61	104	73
МО-12-40	12	40	520	61	104	73
МО-12-60	12	60	850	66	125	94
МО-36-25	36	25	235	61	104	73
МО-36-40	36	40	450	61	104	73
МО-36-60	36	60	800	66	125	94
МО-36-100	36	100	1550	66	125	94
МОД-12-25	12	25	270	71	104	—
МОД-12-60	12	60	810	71	104	—
МОД-36-60	36	60	720	71	104	—
МОЗ-36-40	36	40	350	71	104	—
МОД-12-40	12	40	480	71	104	—
МОД-36-25	36	25	240	71	104	—

Примечание. Тип цоколя для МОД-36-25—Е27/27-1, для остальных—Е27-1.

200. Лампы накаливания для прожекторов общего назначения (К.09.30.26-74)



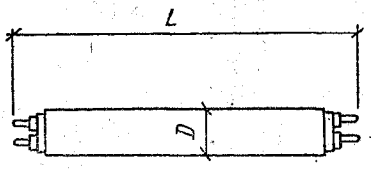
Тип лампы	Номинальные величины		Средняя продолжительность горения, ч	Размеры, мм			Тип цоколя
	мощность, Вт	световой поток, лм		D	L	H	
ПЖ-220-300	300	4 900	400	97	180	85	1Ф-С51-1
ПЖ-220-500	500	9 800	150	66	140	75	Е27

Продолжение табл. 200

Тип лампы	Номинальные величины		Средняя продолжительность горения, ч	Размеры, мм			Тип цоколя
	мощность, Вт	световой поток, лм		*D*	*L*	*H*	
ПЖ-82	500	7 600	400	132	220	95	1Ф-С51-1
ПЖ-220-500-2	500	9 800	150	66	145	55	1Ф-С34-1
ПЖ-220-500-3	500	8 500	400	112	195	95	1Ф-С51-1
ПЖ-220-1000	1000	21 000	150	71	245	135	Е40/45
ПЖ-220-1000-2	1000	21 000	150	97	195	135	Е40/45
ПЖ-220-1000-4	1000	17 000	400	132	220	105	1Ф-С51-1
ПЖ-53	3000	58 300	400	122	390	140	1Ф-С51-1
ПЖ-220-2000	2000	44 400	100	151	260	132	1Ф-С51-1

Примечание. Номинальное напряжение 220 В.

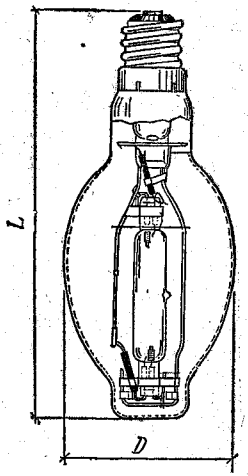
201. Люминесцентные лампы (ГОСТ 6825—74)



Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение, В	Ток лампы, А	Световой поток, лм	Размеры		Тип цоколя
					D	*L*	
ЛД-15-4	15	53	0,33	590	27	451,6	G13d/24
ЛБ-15-4	15	54	0,33	760	27	451,6	G13d/24
ЛХБ-15-4	15	54	0,33	675	27	451,6	G13d/24
ЛТБ-15-4	15	54	0,33	700	27	451,6	G13d/24
ЛДЦ-15-4	15	54	0,33	500	27	451,6	G13d/24
ЛД-20-4	20	57	0,37	920	40	604	13/35
ЛБ-20-4	20	57	0,37	1180	40	604	13/35
ЛХБ-20-4	20	57	0,37	935	40	604	13/35
ЛТБ-20-4	20	57	0,37	975	40	604	G13d/35
ЛДЦ-20-4	20	57	0,37	820	40	604	G13d/35
ЛД-30-4	30	104	0,36	1640	27	908,8	13/24
ЛБ-30-4	30	104	0,36	2100	27	908,8	G13d/24
ЛХБ-30-4	30	104	0,36	1720	27	908,8	13/24
ЛТБ-30-4	30	104	0,36	1720	27	908,8	13/24
ЛДЦ-30-4	30	104	0,36	1450	27	908,8	G13d/24
ЛД-40-4	40	103	0,43	2340	40	1213,6	13/35
ЛБ-40-4	40	103	0,43	3000	40	1213,6	G13d/35
ЛХБ-40-4	40	103	0,43	2600	40	1213,6	13/35
ЛТБ-40-4	40	103	0,43	2580	40	1213,6	13/35
ЛДЦ-40-4	40	103	0,43	2100	40	1213,6	G13d/35
ЛД-65-4	65	110	0,67	3570	40	1514,2	13/35
ЛБ-65-4	65	110	0,67	4550	40	1514,2	13/35
ЛХБ-65-4	65	110	0,67	3820	40	1514,2	13/35
ЛТБ-65-4	65	110	0,67	3980	40	1514,2	13/35
1ДЦ-65-4	65	110	0,67	3050	40	1514,2	G13d/35
ЛД-80-4	80	102	0,865	4070	40	1514,2	13/35
ЛБ-80-4	80	102	0,865	5220	40	1514,2	13/35
ЛХБ-80-4	80	102	0,865	4440	40	1514,2	13/35
ЛТБ-80-4	80	102	0,865	4440	40	1514,2	13/35
ЛДЦ-80-4	80	102	0,865	3560	40	1514,2	G13d/35

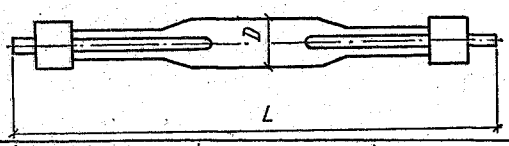
Примечания: 1. Лампы люминесцентные общего назначения имеют среднюю продолжительность горения 10 000 ч.
2. Обозначения: ЛД — дневного света; ЛХБ — холодно-белого; ЛБ — белого; ЛТБ — тепло-белого; ЛДЦ — дневного света с улучшением цветопередачи.

202. Ртутные лампы (ГОСТ 16354—77; К.09.50.07-75)



Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение, В	Световой поток, лм	Размеры, мм		Тип цоколя	Средняя продолжительность горения, ч
				D	L		
ДРЛ-80	80	115	3 200	81	165	E27/32×30	10 000
ДРЛ-125	125	125	5 600	91	184	E27/32×30	10 000
ДРЛ-250	250	140	12 500	91	227	E40/45	10 000
ДРЛ-400	400	135	22 500	122	292	E40/45	10 000
ДРЛ-700	700	140	38 500	152	368	E40/45	10 000
ДРЛ-1000	1000	145	55 000	181	410	E40/55	10 000
ДРИ-250-VI	250	125	16 000	91	227	E40/55	1 500
ДРИ-700	700	120	49 000	122	290	E40/55×47	2 000
ДРИ-500	500	130	37 500	123	300	E40/55×47	1 500
ДРИ-2000	2000	230	180 000	100	420	E40/55×47	1500—2000

203. Трубчатые дуговые ксеноновые лампы (К.09.50.07-75)



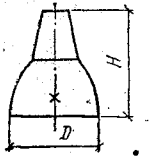
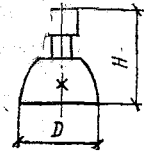
Тип лампы	Мощность лампы, Вт	Напряжение на лампе, В	Сила света в направлении, перпендикулярном к оси лампы, кд	Средняя продолжительность горения, ч	Размеры, мм	
					D	L
ДКсТ-2000	2 000	40	3 000	300	28	356
ДКсТ-5000	5 000	110	8 000	300	25	646
ДКсТ-10000-1	10 000	47±4*	20 000	800	35	1270
ДКсТ-2000-1	20 000	56±4*	50 000	500	35	2000
ДКсТ-50000	50 000	380	130 000	500	42	2600

* Ток лампы в А.

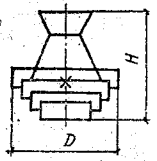
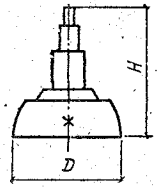
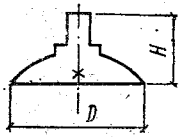
Примечание. Лампы работают от сети переменного тока частотой 50 Гц, включаются без ограничительного балласта. Гарантийный срок службы этих ламп около 500 ч, фактический 1000—1500 ч.

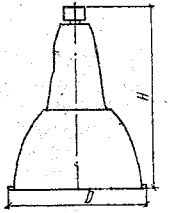
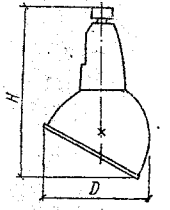
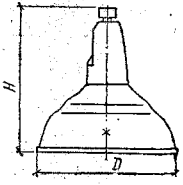
5.5. Осветительные приборы (табл. 204—211).

204. Светильники с лампами накаливания для освещения производственных помещений

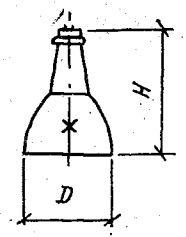
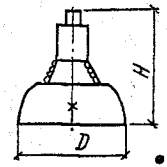
Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Конструктивное исполнение	Мощность ламп, Вт	Масса, кг, не более	Размеры, мм		Способ установки	Каталожно-справочная информация
					D (B, L)	H		
Светильники для помещений с нормальными условиями								
Гс-500М Гс-1000М С-200М С-500М		Незащищенное открытое	500 1000 200 500	1,7 1,9 1,3 1,6	465 505 268 316	526 605 335 445	На крюк или трубу	СИ-1 ТИ-1029 ТИ-1029 ТИ-1029
СО-200 СО-500 СО-1000		То же	200 500 1000	0,8 0,9 1,7	268 310 414	340 425 520	На крюк	ТИ-1028 СИ-1 (вып. 1) ТИ-1028

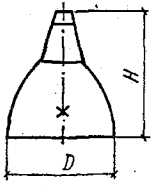
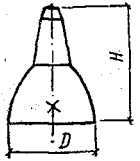
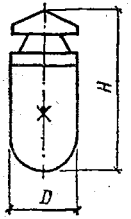
Продолжение табл. 204

Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Конструктивное исполнение	Мощность ламп, Вт	Масса, кг, не более	Размеры, мм		Способ установки	Каталожно-справочная информация
					D (B, L)	H		
С-177		Незащищенное открытое	150	1	404	292	На потолок винтами	СИ-2 (вып. 2)
У-15 (НСП-01× ×500/ДОЗ-У4)		Перекрытое (выпускается с рассеивателем и без него)	500	4,8	390	520	На крюк	К.09.01.22-74
УЗ-100		Незащищенное перекрытое	100	1,75	297	268	То же	СИ-1 (вып. 1)
УЗ-200		Незащищенное перекрытое (выпускается с рассеивателями и без них)	200	2,7	380	310	На крюк	СИ-1 (вып. 1)
УЗ-500			500	3,7	465	438		

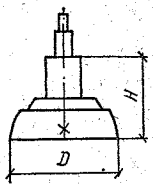
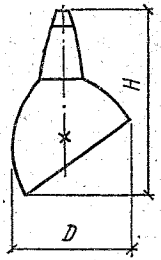
«Астра-1» (ИСП01×100)		Брызгозащищенное	100	1,4	208	315	На крюк или трубу 3/4"	СИ-2 (вып. 3)
«Астра-2» (ИСП01×100)		Перекрытое незащищенное от пыли	100	1,4	210	360	На крюк или трубу 3/4"	СИ-2 (вып. 3)
«Астра-22» (НСП01×200)			200	2,3	280	420		
«Астра-3» (НСП01×100)		Брызгозащищенное	200	2,3	310	340		

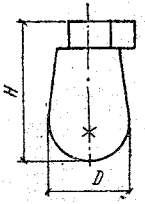
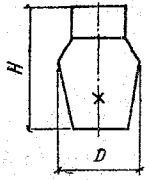
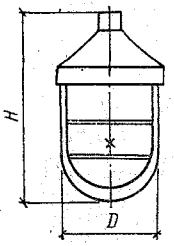
Продолжение табл. 204

Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Конструктивное исполнение	Мощность ламп, Вт	Масса, кг, не более	Размеры, мм		Способ установки	Каталожно-справочная информация
					D (B, L)	H		
Светильники для общего освещения помещений с тяжелыми условиями								
ГСУ-500		Частично пылезащищенное	500	2,3	478	585	На крюк или трубу $^3/_4$"	СИ-2 (вып. 3)
ГСУ-1000			1000	2,9	516	665		
ГСУ-1500			1500	3	578	635		
ГКУ-1000			1000	3	600	748		
ГКУ-1500			1500	3,5	726	815		
УПН-500		Частично пыленепроницаемое	500	2,2	310	460	На крюк или трубу $^3/_4$"	СИ-2 (вып. 3)
УПН-1000			1000	2,8	465	565		
НСП-07×200		Частично пылезащищенное	200	1,2	282	380	То же	ТИ-09.6120-73
НСП-07×500			500	1,48	305	515		

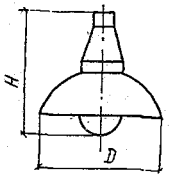
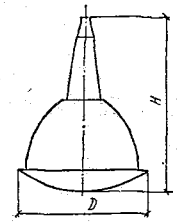
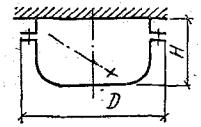
СУ-200		То же	200	1,65	280	440	»	СИ-2 (вып. 3)
СУ-500			500	2,1	328	520		
УПД-500		Частично пылепроницаемое	500	3,9	372	540	»	СИ-2 (вып. 3)
УПД-1000			1000	5,2	440	575		
УПД-1500			1500	5,2	446	590		
ПГ-60		Частично пылезащищенное	60	0,75	100	260	На крюк	СИ-2 (вып. 1)
ФМ-60			60	1	100	260		К.09.01.02-65

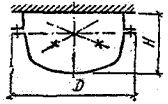
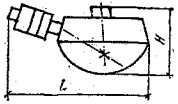
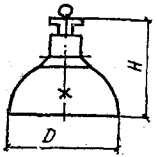
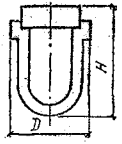
Продолжение табл. 204

Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Конструктивное исполнение	Мощность ламп, Вт	Масса, кг, не более	Размеры, мм		Способ установки	Каталожно-справочная информация
					D (*B*, *L*)	*H*		
УПМ-15 НСП-01×500/ /Д5′′3-У4		Частично пылезащищенное	500	3,6	390	450	На крюк	К.09.01.22-74
УПС-500		Частично пыленепроницаемое	500	3,9	336	665	На крюк или трубу $^{3}/_{4}$′′	СИ-2 (вып. 3)
УПС-1000			1000	5,3	422	750		

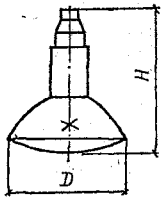
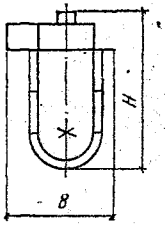
БУН-60М		Брызгозащищенное	60	1	140	220	На стену в двух точках	СИ-2 (вып. 3)
ПУН-60М			60	1,1	140	210	На потолок в двух точках	
ПУН-100М		»	100	1,2	162	226	То же	СИ-2 (вып. 3)
ППР-100		Полностью пыленепроницаемое	100	1,7	170	332	На крюк или трубу $^{3}/_{4}$"	СИ-2 (вып. 3)
ППР-200			200	2,2	203	362	На крюк	
ППР-500			500	8	520	525		

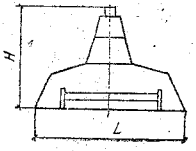
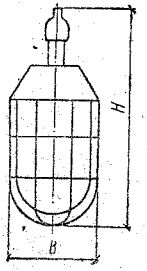
Продолжение табл. 204

Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Конструктивное исполнение	Мощность ламп, Вт	Масса, кг, не более	Размеры, мм		Способ установки	Каталожно-справочная информация
					D (*B*, *L*)	*H*		
ППД-100		Полностью пыленепроницаемое	100	2,4	290	332	Выпускается со штепсельным разъемом и клеммной колодкой	СИ-2 (вып. 3)
ППД-200			200	3,8	400	362		
ППД-500			500	8	520	525		
ППД2-500		То же	500	7	420	590	На крюк или трубу $^3/_4$"	СИ-2 (вып. 3)
ВПлД-100		»	100	5	380	200	К потолку двумя винтами	СИ-2 (вып. 3)
ПГТ-100М			100	3,5	285	150		

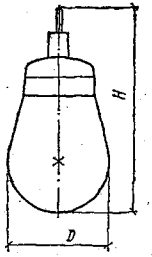
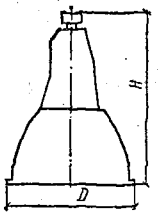
ПНП-2×100		»	2×100	5	405	225	К потолку винтами	К.09.01.16-73
НПП-01×100		Полностью пыленепроницаемое и брызгозащищенное	100	3,5	395	160	К потолку	ТИ.09.01.18-73
СХМ-100		Частично пыленепроницаемое	100	1,4	206	248	На крюк	СИ-2 (вып. 3)
СХМ-200			200	2,7	312	296		
СХМ-500			500	4,1	360	390		
СН, СНМ-60		Полностью пылезащищенное	60	1,5	150	215	То же	СИ-2 (вып. 3)
СН, СНМ-100			100	2,5	250	380		
СПБ-300		Пылезащищенное	300	6	510	450	На трубу 3/4"	

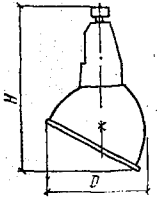
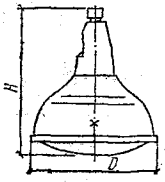
Продолжение табл. 204

Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Конструктивное исполнение	Мощность ламп, Вт	Масса, кг, не более	Размеры, мм		Способ установки	Каталожно-справочная информация
					D (*B*, *L*)	*H*		
УП-24		Полностью пыленепроницаемое	500	6	420	520	На крюк или на трубу 3/4"	К.09.01.12-72
НСР01 (РН2-200)		Полностью пыленепроницаемое и брызгозащищенное	200	5,8	240	305	На крюк	К.09.04.09-76

ИСП01×1000		Соответствует климатическому исполнению категории размещения (ГОСТ 15150—69 и ГОСТ 15543—70)	1000	3	450*	235	На трубу ³/₄″	К.09.01.25-74
ИСП01×1500			1500	4	515	235		
ИСП01×2000			2000	5	595	235		
ИСП02×60/Р53		Полностью пылезащищенное	60	—	155	340	На крюк или трубу ³/₄″	СИ-2 (вып. 3)
ИСП02×100/Р53			100	—	155	340		
ИСП02×200/Р53			200	—	210	388		

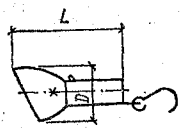
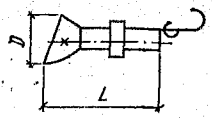
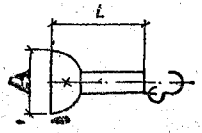
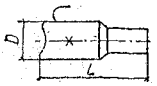
Продолжение табл. 204

Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Конструктивное исполнение	Мощность ламп, Вт	Масса, кг, не более	Размеры, мм		Способ установки	Каталожно-справочная информация
					$\frac{D}{(B, L)}$	H		
ИСП03Х60/Р53		Полностью пылезащищенное	60	0,9	135	273	На крюк или трубу 3/4"	СИ-2 (вып. 3)
«Астра-11» (НСП 01Х100)		Брызгозащищенное	100	1,4	208	285	То же	СИ-2 (вып. 3)

«Астра-12» (НСП-01×200)		»	200	2,3	310	310	То же	СИ-2 (вып. 3)
«Астра-23» (НСП- 01×200)		Частично пылезащищенное	200	2,3	280	390	»	СИ-2 (вып. 3)
«Астра-32» (НСП-01×200)		Брызгозащищенное	200	3,9	320	340	»	СИ-2 (вып. 3)

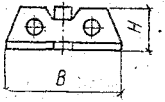
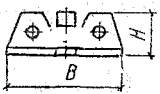
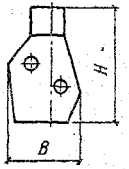
* Для светильников ИСП01 указана длина. Ширина светильников 190 мм.

205. Переносные светильники (К.09.08.04-74)

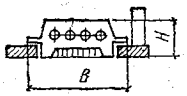
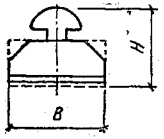
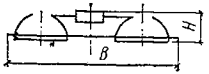
Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Светораспределение	Мощность ламп, Вт	КПД, %	Масса, кг	Размеры	
						L	D
ПЛ-64		Л	20	—	0,1	192	61
ПЛТ-50		Л	10	—	0,33	175	59
ПЛТМ		Л	10	—	0,12	142	64
РВО-220		Д	60	60	0,28	236	89
Р-2		—	60	—	0,28	—	—

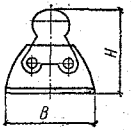
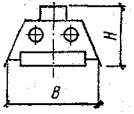
Примечания: 1. Условное обозначение светораспределения расшифровывается следующим образом: Л — полуширокая кривая силы света; Д — косинусная.
2. Конструктивное исполнение — открытое.

206. Светильники с люминесцентными лампами для освещения помещений с нормальными условиями

Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Светораспределение	Число ламп	Мощность ламп, Вт	КПД, %	Масса, кг	Размеры			Способ установки	Каталожно, справочная информация
							длина	*В*	*Н*		
ПУ-23-2×40		Л	2	40	75	16,4	1282	510	155	К потолку в двух точках на штырях или на штангах	К.09.01 36-76
ПУ-23-2×80		Л	2	80	75	22	1582	510	155		
ПУ-25-2×80		Г	2	80	70	16,5	1580	420	160	То же	К.09.01.04-70
ПУ-33В-2×80		Г	2	80	65	12	1570	298	260	С помощью скользящей подвески к шинопроводу	К.09.01.04-70

Продолжение табл. 206

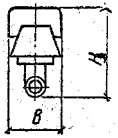
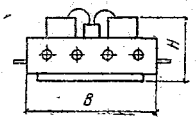
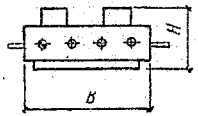
Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Светораспределение	Число ламп	Мощность ламп, Вт	КПД, %	Масса, кг	Размеры			Способ установки	Каталожно-справочная информация
							длина	*В*	*Н*		
ВЛО-3×80Б		П	3	80	60	17,1	1805	660	165	Опорная рама крепится к перекрытиям в четырех точках болтами	СИ-1 (вып. 1)
ВЛО-4×80Б		П	4	80	60	17,1	1805	660	165		
ЛОУ-1П-2×40Б		Д	2	40	70	8	1292	248	155	К потолку на штырях или штангах	К.09.01.09-70
ЛСП-2×200-9		К и Г	2	200	70	19	1536	640	152	То же	К.09.01.13-71
ЛСП-2×250		Г	2	150	70	20	1536	640	152		
ЛСП-2×125		Г	2	125	70	16,4	1250	640	152		
ЛД-2×40		Д	2	40	75	10	1240	275	210		К.09.01.34-75
ЛДО-2×40		Д	2	40	80	10	1240	275	210		
ЛДР-2×40		Д	2	40	70	11	1240	275	210		
ЛДОР-2×40		Д	2	40	75	11	1240	275	210		

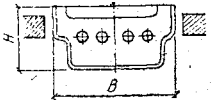
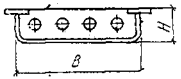
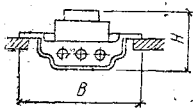
ЛД-2×80		Д	2	80	75	14	1540	275	210	К потолку на штырях или штангах	К.09.01.34-75
ЛДОР-2×80		Д	2	80	75	17	1240	275	210	К потолку в двух точках на штырях или штангах	
ЛДО-2×80		Д	2	80	80	16	1540	275	210		
ЛДР-2×80		Д	2	80	75	16	1540	275	210		
ОД-2×40		Д	2	40	72	10,5	1230	266	160	На штангах	СИ-1 (вып. 1)
ОДР-2×80		Д	2	80	65	13,0	1534	266	198		
ОДО-2×40		Д	2	40	72	10,5	1230	266	160		
ОДОР-2×80		Д	2	80	65	13,0	1534	266	198		

Примечания: 1. Конструктивное исполнение светильников ВЛО-3×80Б, ВЛО-4×80Б, ЛОУ-1П-2×40Б незащищенное перекрытое; остальных — незащищенное открытое.

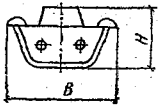
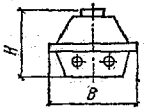
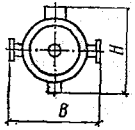
2. Условные обозначения светораспределения расшифровываются следующим образом: *Л* — полуширокая кривая силы света; *Г* — глубокая кривая силы света; *Н* — класс преимущественно прямого света; *К* — концентрированная кривая силы света.

207. Светильники с люминесцентными лампами для общего освещения помещений с тяжелыми условиями среды

Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Мощность ламп, Вт	КПД, %	Масса, кг	Размеры, мм				Каталожно-справочная информация
					длина	B	высота подвесного светильника, H	высота потолочного светильника, H_1	
ПВЛМ-1×40-01/02-У4 ПВЛМ-1×80-01-У4 ПВЛМ-2×40-01-У4 ПВЛМ-2×80-01-У4		40 80 2×40 2×80	85 85 85 85	7,85 10,38 8,24 12,53	1325 1625 1325 1625	90 90 148 148	565 565 555 555	160 160 170 170	К.09.01.17-74
УВЛВ-1-4×40 УВЛВ-1-4×65 УВЛВ-1-4×85 УВЛВ-1-2×150		4×40 4×65 4×85 2×150	50 50 50 50	26 27 28 28	1330 1630 1630 1630	545 545 545 545	— — — —	160 180 180 180	К.09.01.17-74
УВЛН-1-4×40 УВЛН-1-4×65 УВЛН-1-4×80		4×40 4×65 4×80	50 50 50	27 28 29	1330 1630 1630	545 545 545	— — —	195 195 195	

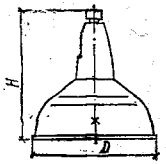
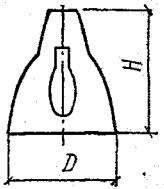
ВЛВ-3×80Б ВЛВ-4×80Б		3×80 4×80	55 55	21,3 21,6	1805 1805	660 660	190 190	— —	СИ-2 (вып. 1)
ПЛУ-3×80 ПЛУ-4×40		3×80 4×40	60 60	14,1 10,8	1600 1300	490 490	136 136	— —	СИ-2 (вып. 2)
ВЛН-3×80 ВЛН-4×80		3×80 4×80	55 55	34 38	1690 1680	660 660	200 200	— —	СИ-2 (вып. 1)

Продолжение табл. 207

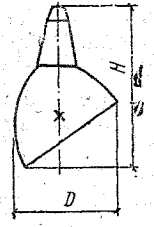
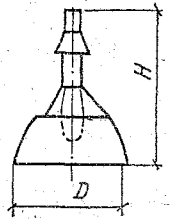
Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Мощность ламп, Вт	КПД, %	Масса, кг	Размеры, мм				Каталожно-справочная информация
					длина	B	высота подвесного светильника, H	высота потолочного светильника, H_1	
ПВЛ-2×40 ПВЛ-6-2×80		2×40 2×80	60 65	11,9 10	1320 1396	220 267	440 492	—	К.09.01.10-70
ПВЛП-2-2×40		2×40	65	10	1350	230	180	—	К.09.01.23-74
РНЛ-20		1×20	75	9,5	885	235	235	—	К.09.01.23-74

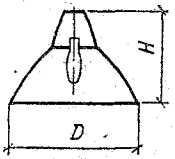
Примечания: 1. Конструктивное исполнение: ПВЛМ — частично пыле- и брызгозащищенное; РНЛ-20 — частично пыленепроницаемое; остальные — полностью пылезащищенное.
2. Светораспределение: для РНЛ-20 — класс преимущественно прямого света; для остальных — косинусного.

208. Светильники с лампами ДРЛ для общего освещения помещений

Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Конструктивное исполнение	Тип кривой света (светораспределение)	Мощность ламп, Вт	КПД, %, не менее	Масса, кг, не более	Размеры		Каталожно-справочная информация
							D	H	
РСП01×125/Д03		Брызгозащищенное, незащищенное от пыли	D	125	70	2,3	298	330	СИ-2 (вып. 3)
РСП05×125/Д03		То же	Д	125	70	1,35	336	390	К.09.01.15-73
РСП05×125/Г03			Г	125	80	1,35	336	390	
РСП05-250/Д03			Д	250	70	1,9	395	475	
РСП05×250/Г03			Г	250	80	1,9	395	475	
РСП05×400/Г03			Г	400	80	2,1	490	560	
РСП05×400/К03			К	400	80	2,7	554	580	
РСП05×400/Д03			Д	400	70	2,1	490	560	
РСП05×700/Г03			Г	700	80	2,8	537	608	
РСП05×700/К03			К	700	80	3,3	612	616	
РСП05×700/Д03			Д	700	70	2,8	537	608	
РСП05×1000/Г03			Г	1000	80	3,9	610	630	
РСП05×1000/К03			К	1000	80	5,5	690	645	
РСП05×1000/Д03			Д	1000	70	3,9	612	630	
С34-ДРЛ-250-2		Незащищенное открытое	Г	250	75	1,75	391	370	ТИ.2132
С34-3РЛ-400			Г	400	75	2,5	528	440	
С35-ДРЛ-400			К	400	75	2,5	572	438	

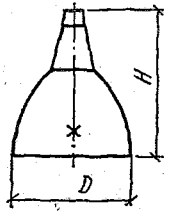
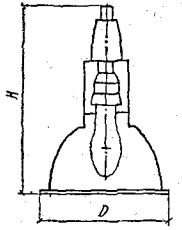
Продолжение табл. 208

Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Конструктивное исполнение	Тип кривой света (светораспределение)	Мощность ламп, Вт	КПД, %, не менее	Масса, кг не более	Размеры		Каталожно-справочная информация
							D	H	
УПС-ДРЛ-250 УПС-ДРЛ-400		Частично пыленепроницаемое	Д Д	250 400	75 75	3,9 5,3	336 442	595 685	СИ-2 (вып. 3)
СОР-250-2 СОР-400		То же	Л Л	250 400	85 85	1,5 1,8	323 418	460 530	ТИ-1087

ГсХР-250-2			–	250	80	2,2	385	475	СИ-2 (вып. 3)
ГХР-250-2			Д	250	80	2,2	385	475	
ГсХР-400			Г	400	80	2,7	480	550	
ГХР-400			Д	400	80	2,7	480	550	
ГкХР-400			Д	400	80	2,8	554	550	
ГсХР-700			Г	700	80	2,9	520	574	
ГкХР-400			Г	400	80	2,9	520	574	
ГХР-700			Г	700	80	2,9	520	574	
ГкХР-700			–	700	80	3,2	605	584	
ГсХР-1000-2			Г	1000	80	3,2	600	630	
ГХР-1000-2			Д	1000	80	3,2	600	630	
ГкХР-1000-2			–	1000	80	3,8	678	640	

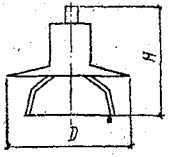
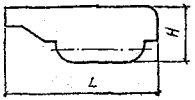
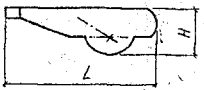
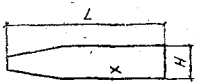
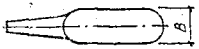
Продолжение табл. 208

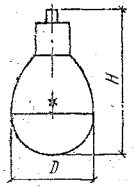
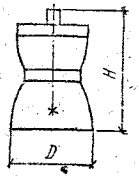
Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Конструктивное исполнение	Тип кривой света (светораспределение)	Мощность ламп, Вт	КПД, %, не менее	Масса, кг, не более	Размеры		Каталожно-справочная информация
							D	*H*	
С34-ДРЛ-700			Г	700	75	2,5	608	500	
С35-ДРЛ-700			К	700	70	2,5	644	506	
С34-ДРЛ-1000-2		Частично пыленепроницаемое	Г	1000	70	2,6	608	535	ТИ.2132
С35-ДРЛ-1000-2			К	1000	75	2,6	644	540	
СД2-РТС-400			Д	400	70	3,4	492	570	
СД2-РТС-700			Д	700	70	3,5	542	615	
СД2-РТС-1000-2			Д	1000	70	3,6	614	640	
С34-РТС-400			Г	400	75	3,4	540	565	
С34-РТС-700			Г	700	75	3,5	620	620	
С34-РТС-1000-2			Г	1000	75	3,6	620	655	
С35-РТС-700			К	700	70	3,6	626	625	
С35-РТС-1000-2		То же	К	1000	70	3,7	656	660	СИ-2 (вып. 3)

УПД-ДРЛ-250			Д	250	75	3,9	500	360	СИ-2 (вып. 3)
УПД-ДРЛ-400		»	Д	400	75	5,2	550	440	
УПД-ДРЛ-700			Д	700	75	5,2	550	440	
РСП-07×125		Частично пылезащищенное	Л	125	80	1,25	298	425	ТИ.09.01.19-73
РСП-07×250		То же	Л	250	80	1,54	348	500	ТИ.09.01.19-73
РСП-07×400			Л	400	80	2,4	435	585	

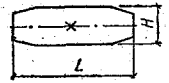
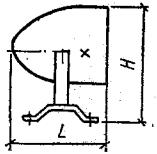
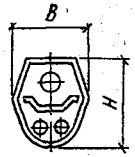
Примечание. Способ установки: светильники типа РСП, а также С34-ДРЛ-250-2, С34-ДРЛ-400 и С35-ДРЛ-400 — на крюк, остальные — на крюк или на трубу 3/4".

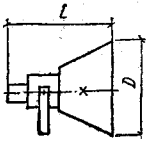
209. Светильники для наружного освещения (К.09.05.10-74)

Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Тип лампы	Мощность, Вт	Размеры			Масса, кг, не более	Способ установки	Область применения
				L	В (Д)	Н			
СППР-125м СПП-200м		ДРЛ Г	125 200	1 1	450 450	380 320	10 6	На опорах или канатах	Освещение улиц, открытых пространств и территорий
СКЗПР-500		ДРЛ	500	805	364	300	30	На опорах	Освещение улиц и площадей
СКЗПР-400		ДРЛ	400	1100	364	330	25	То же	То же
СКЗР2-250		ДРЛ	250	1192	292	145	22	»	»
СКЗР1-250 СКЗР1-125		ДРЛ ДРЛ	250 125	850 850	292 292	145 145	15 13	»	

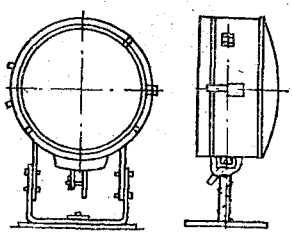
СЗП-500м СЗПР-250м СЗПР-250мн		Г ДРЛ ДРЛ	500 250 250	— — —	400 400 400	500 530 500	8,1 8,1 13,5	На опорах или канатах	Освещение улиц, площадей, открытых пространств
СПОР-250		ДРЛ	250	—	350	480	12	То же	Освещение улиц и парков
РКУ-01-1000/Б03-01 РКУ-01-700/Б03-02		ДРЛ ДРЛ	1000 700	1213 1213	573 573	270 270	32 30	На опорах	То же, открытых пространств
РКУ-01-400/Б03-03 РКУ-01-250/Б03-04* РКУ-01-125/Б03-05		ДРЛ ДРЛ ДРЛ	400 250 125	855 855 650	423 423 283	205 205 135	14,5 13,1 10,5	То же	Освещение улиц, площадей, открытых пространств

Продолжение табл. 209

Тип светильника	Принципиальная светотехническая схема	Тип лампы	Мощность, Вт	Размеры			Масса, кг, не более	Способ установки	Область применения
				L	*B* (*Д*)	*H*			
РСУ-02-250-Ц03-01 РСУ-02-400/Ц03-03		ДРЛ ДРЛ	250 400	925 —	420 —	280 —	16 18	На канатах	Освещение улиц, площадей, открытых пространств
ИСУ-01-2000/К63-01 ИСУ-01-5000/К23-01		КИ КИ	2000 5000	535 682	252 267	440 550	16,6 14	На основании	Освещение открытых разработок, карьеров
СКЗЛ-2×80м		Люминесцентная	2×80	1796	260	195	26	На консольных опорах	Освещение улиц и площадей
СПЗЛ-2×80м			2×80	1749	260	281	26	На канатах	
СКЗЛ-3×40			3×40	1496	260	255	20	На консольных опорах	

СПЗЛ-3×40м			3×40	1449	260	341	20	На канатах	
СКЗЛ-3×80м			3×80	1796	260	255	28	На консольных опорах	
СПЗЛ-3×80м			3×80	1749	260	341	28	На канатах	
СЗЛ1-500 СЗЛ1-1000		НЗК НЗК	500 1000	550 580	430 540	— —	6,5 7,5	На строительном основании	
СЗЛ2-1000		НЗК	1000	520	420	—	4	На трубе 3/4"	Освещение открытых складов и других мест на территории предприятий
СЗЛ3-1000		НЗК	1000	540	420	—	4	На стальном канате	

210. Прожекторы СИ-9



Тип прожектора	Осевая сила света		Угол рассеяния в пределах до 0,1 номинальной силы света, град		КПД, %, не менее	Размеры, мм			Масса, кг
	номинальная, кд	допустимое отклонение, %	номинальный	допустимое отклонение		диаметр (ширина)	высота	длина по оптической оси	
ПЗС-25	16 000	—10	16	—4	27	360	480	250	8
ПЗС-35	50 000	—10	21	—4	27	460	580	290	10
ПЗС-45	130 000	—10	26	—2	27	660	730	380	21
ПЗМ-25	10 000	—10	8	—4	25	360	480	250	8
ПЗМ-35	40 000	—10	30	—4	25	460	580	290	10
ПСМ-30А-1	30 000	—10	18	—2	40	340	490	430	6
ПСМ-40А-1	65 000	—10	21	—3	40	435	560	530	8
ПСМ-40А-2	250 000	—10	10	—1,5	35	435	560	530	8
ПСМ-50А-1	100 000	—10	25	—4	40	545	550	640	10
ПСМ-50А-2	600 000	—10	10	—1,5	35	545	550	640	10
ПКН-1000	30 000	—	90	—	60	345	410	225	9
ПКН-1000-2	30 000	—	—	—	—	340	415	230	9
ПКН-1500	50 000	—	100	—	60	400	410	225	10
ПКН-1500-2	40 000	—	—	—	—	405	415	230	10
ПЗР-250-УI	9 000	—	60	—	45	430	560	475	15
ПЗР-400-УI	16 000	—	60	—	45	535	570	575	18
ПКН-2000	70 000	—	110	—	60	485	410	225	12
ПКН-2000-2	50 000	—	—	—	—	415	490	230	12
ПЭ-35	220 000	—	8	—	—	465	545	430	16

Примечания: 1. Приведены технические данные прожекторов с лампами напряжением 220 В.

2. Для прожекторов типа ПСМ в графе «ширина» указан диаметр.

3. Цифра в обозначении типа прожектора численно равна диаметру отражателя в сантиметрах.

4. Прожекторы ПЗМ-25, ПЗМ-35 и ПЭ-35 выполнены с металлическим отражателем, остальные — со стеклянным.

5. Прожектор ПЗС-45 предназначен для освещения объектов на расстоянии до 120 м, ПЗС-35 — до 80 м, ПЗС-25 — до 40 м, ПЗМ-35 — до 70 м, ПЗМ-25 — до 35 м.

6. Прожекторы ПЭ-35 предназначены для установки на машинах, подверженных вибрации.

211. **Наименьшая высота установки прожекторов (СН 81-70)**

Тип прожектора	Лампы			Наименьшая высота установки, м
	напряжение, В	тип	мощность, Вт	
ПЗС-25	220 127	НГ-220-200 НГ-127-200	200	5
ПЗС-35	220 127	НГ-220-500 НГ-127-500	500	15 18
ПЗС-45	220 127	НГ-220-1000 НГ-127-1000	1000	22 30
ПЗСМ-30А-1	220 127	НГ-220-200 НГ-127-200	200	10
ПСМ-40А-1	220 127	НГ-220-500 НГ-127-500	500	15
ПСМ-50А-1	220 127	НГ-220-1000 НГ-127-1000	1000	22 18
ПСМ-40А-2	220	ПЖ-51	500	28
ПСМ-50А-2	220 127	ПЖ-52 ПЖ-62	1000 1000	45 43
ПКН-1000	220	КИ-1000	1000	10
ПКН-1500	220	КИ-1500	1500	15
ПКН-2000	220	КИ-2000	2000	20
Осветительные приборы с ксеноновыми лампами	220	ДКСТ-20000	20 000	30

5.6. Освещение территории строительства. Для общего равномерного освещения строительных площадок предусматривают: светильники с лампами накаливания — при ширине площадки до 20 м (узкие площадки); осветительные приборы с лампами ДРЛ — при ширине площадки до 150 м; прожекторы с лампами накаливания — при ширине площадки от 150 до 300 м; осветительные приборы

с ксеноновыми лампами, имеющими коэффициент усиления силы света не менее 10, — при ширине площадки свыше 300 м.

Для общего локализованного освещения целесообразно применять прожекторы с лампами накаливания и осветительные приборы с лампами ДРЛ при возможности их установки на расстоянии не более 15 м от мест производства работ.

При освещении открытых пространств прожекторами высота их установки над уровнем земли или рабочей площадки должна быть не менее 5 м.

На крупных строительствах обычно пользуются инвентарными сборными мачтами, состоящими из отдельных транспортабельных и быстрособираемых на строительных площадках элементов. Мачты монтируют на бетонных монолитных фундаментах. На небольших строительствах на мачтах устанавливают 4—8 прожекторов (рис. 56). Для установки светильников наружного освещения и прожекторов используют также опоры воздушных линий.

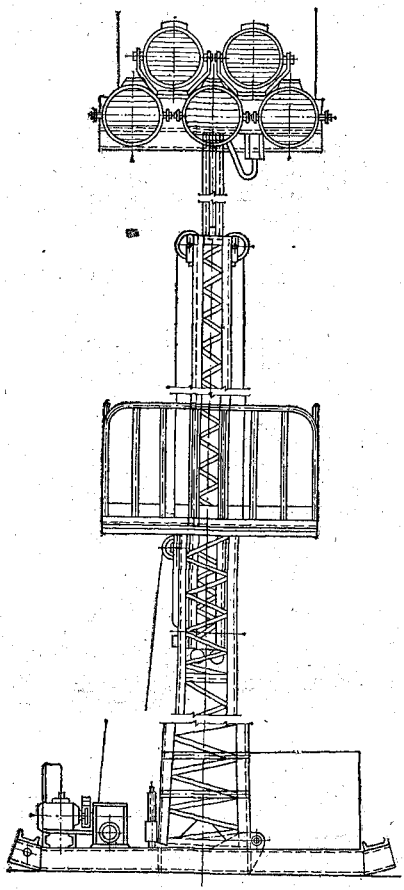


Рис. 56. Прожекторная мачта ПМ

В строительстве применяются металлические мачты высотой 7—50 м и деревянные прожекторные мачты высотой 10 и 15 м с тремя и шестью прожекторами. Мачту высотой 10 м выполняют комбинированной. Она служит одновременно опорой для крепления проводов воздушной линии.

Расстояния между прожекторными мачтами принимают обычно от 80 до 250 м.

Для повышения экономии электроэнергии применяют автоматическое управление наружным освещением с помощью фотореле.

Освещение рабочих мест осуществляется с помощью инвентарных стоек с нормально-осветительными лампами накаливания. К сети эти стойки присоединяют посредством трехжильного провода в резиновой оболочке (две жилы для питания, третья — заземляющая).

Некоторые строительные организации для освещения рабочих мест каменщиков при кирпичной кладке наружных стен пользуются стойками освещения со светильниками, закрепляемыми в оконных проемах.

Большое применение находит телескопическая стойка. Она создает хорошую освещенность, более траспортабельна и может быть изготовлена в условиях любой построечной мастерской.

Инвентарная осветительная стойка ИСО-1 (рис. 57) предназначена для временного освещения помещений внутри строящегося объекта, а также для местного освещения при производстве работ на перекрытиях вне помещения. В первом случае в софит вворачивают четыре лампы на напряжение 36 В, мощностью по 75 Вт; во втором — четыре лампы на напряжение 220 В, мощностью по 300 Вт.

Высота стойки 1980—2330 мм; масса 13 кг. Стойки присоединяют к сети 36 В (не более четырех штук) с помощью распределительной коробки ПРК-1.

Для питания электроэнергией переносных светильников и ручных электрических машин применяют инвентарные электростояки, состоящие из распределительных щитов, устанавливаемых на каждом этаже лестничной клетки и соединяемых между собой четырехжиль-

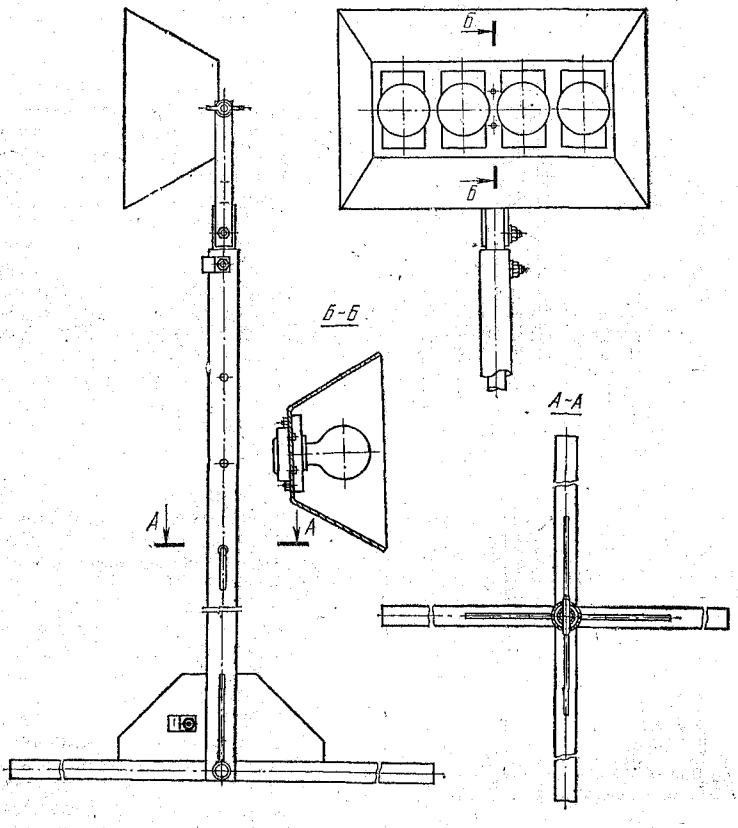


Рис. 57. Инвентарная осветительная стойка ИСО-1

ным проводом в резиновой оболочке. Этажный щит размещен в металлическом ящике. На щите смонтированы автомат АП-50-3МТ, четыре трехполюсные и три двухполюсные розетки, светильник РН-60 для освещения лестничной клетки и выключатель.

Для временного освещения внутри строящихся зданий используют инвентарные щитки на 36 В (рис. 58). Электроэнергия к щиткам подводится через понижающие трансформаторы. Щитки устанавливают в лестничных клетках, в подвальных и чердачных помещениях. Их конструкция позволяет крепить их к стене и перилам лестницы.

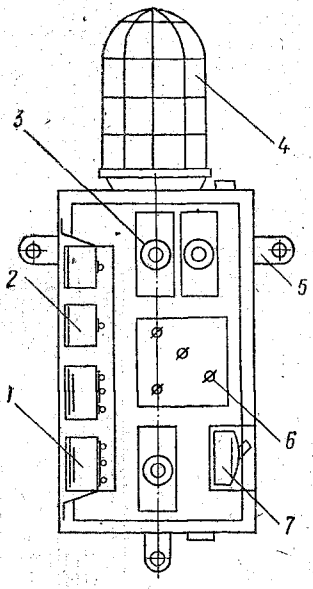


Рис. 58. Инвентарный щиток на 36 В

Инвентарные стояковые коробки типа ИСК-1 крепят в лестничных клетках к перилам или к вертикально установленной доске.

Коробки комплектуют инвентарными удлинителями на нормальное и пониженное напряжение. К коробке можно присоединить две трехфазные ручные машины, переносные светильники на напряжение 36 В, сварочный аппарат, установку для сушки и т. д. Сверху коробки установлен светильник РН-60.

Наиболее целесообразная схема освещения в строящемся жилом корпусе — установка инвентарного электростояка в лестничной клетке, подвеска удлинительной линии напряжением 36 В в квартире, использование переносных ручных светильников в комнатах и других помещениях квартиры (рис. 59).

При отделочных работах рационально использовать для освещения стационарные сети. Для этого все электросети в строящемся корпусе, включая и распределительные, должны быть полностью выполнены (установлена арматура) и сданы к началу отделочных работ по акту генеральному подрядчику. В этом случае запрещается присоединять переносные светильники к установленным в комнатах штепсельным розеткам (розетки должны быть опечатаны), а также использовать для питания ламп, ввинчиваемых в стационарные патроны, пониженное напряжение (36 В), так как при этом сети будут перегружаться.

При такой системе освещения инвентарные электростояки будут использоваться только в начальный период строительства.

5.7. Эксплуатация осветительных установок. В процессе эксплуатации осветительной установки промышленного предприятия необходимо:

периодически, не реже одного раза в год, проверять уровень освещенности в контрольных точках и уровень общей освещенности помещений;

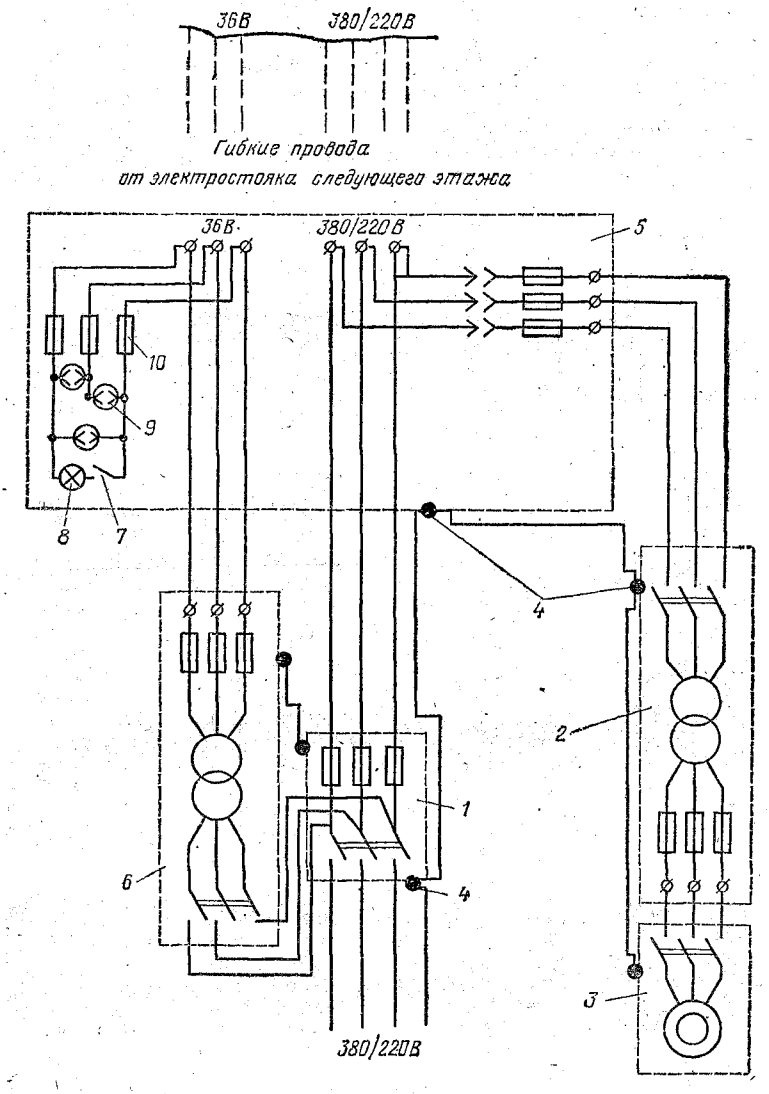


Рис. 59. Схема электроснабжения средств малой механизации и организации освещения в лестничной клетке

1 — пусковой ящик; *2* — инвентарный понизительный трансформатор на напряжение 380/220 В; *3* — ручная электрическая машина трехфазная на напряжение 220 В; *4* — болт заземления; *5* — инвентарный электростояк; *6* — инвентарный понизительный трансформатор мощностью не менее 2,5 кВ·А на напряжение 380/37,5 В; *7* — выключатель; *8* — светильник; *9* — штепсельная розетка; *10* — плавкие предохранители или автоматические выключатели

периодически проверять состояние осветительной установки (соответствие ее проекту; наличие стекол, решеток и сеток в светильниках; исправность уплотнения светильника специального исполнения и т. д.) в сроки, определяемые лицом, ответственным за электрохозяйство;

периодически чистить лампы и осветительную арматуру в сроки, определяемые ответственным за электрохозяйство, в зависимости от местных условий (табл. 212).

Смену перегоревших ламп проводят групповым или индивидуальным способом. Способ устанавливают конкретно для каждого предприятия в зависимости от доступности ламп и мощности осветительной установки на основании технико-экономического расчета. При групповом способе сроки очередной чистки арматуры должны быть приурочены к срокам групповой замены ламп.

При высоте подвеса светильников, не превышающей 5 м, допускается обслуживать осветительные установки с приставных специальных лестниц и стремянок не менее чем двум лицам. Если светильники расположены на бо́льшей высоте, разрешается их обслуживать с мостовых кранов, стационарных мостиков и передвижных специальных устройств при соблюдении правил техники безопасности, оговоренных местной инструкцией с обязательным снятием напряжения.

212. Рекомендуемая периодичность чистки светильников

Помещение	Срок чистки
Со значительным выделением пыли, дыма и копоти (цехи доменные, мартеновские, литейные, кузнечные, текстильных фабрик, обогатительных фабрик и др.)	2 раза в 1 мес
Со средним выделением пыли, дыма и копоти (цехи прокатные, механические, сборочные, металлоконструкций и др.)	1 раз в 3 мес
С незначительным выделением пыли (цехи предприятий легкой и пищевой промышленности, административно-конторские помещения, лаборатории, конструкторские и проектные залы)	1 раз в 3 мес
Установки наружного освещения	1 раз в 4 мес

Вышедшие из строя люминесцентные лампы, лампы ДРЛ и другие источники, содержащие ртуть, следует хранить упакованными в специальном помещении и периодически вывозить для уничтожения и дезактивации в специально отведенные места.

Запрещается применять для переносного освещения люминесцентные лампы, не укрепленные на жестких опорах.

В период между плановыми чистками осветительной арматуры и групповыми заменами ламп допускается эксплуатировать осветительные электроустановки с частично перегоревшими лампами в том случае, если освещенность в контрольных точках не снижается более чем на 10% по сравнению с проектной.

Светильники местного освещения, как и светильники общего освещения, обслуживает электротехнический персонал.

Осмотр и проверку осветительной сети проводят в следующие сроки:

исправность автомата и сети аварийного освещения — не реже одного раза в 3 мес (в дневное время);

исправность системы аварийного освещения — не реже одного раза в квартал;

состояние стационарного оборудования и электропроводки рабочего и аварийного освещения на соответствие номинальным токам расцепителей и плавких вставок расчетным — 1 раз в год;

измерение нагрузок и напряжения в отдельных точках электрической сети 1 раз в год;

испытание изоляции стационарных трансформаторов с вторичным напряжением 12—36 В — не реже одного раза в год, а переносных трансформаторов — 1 раз в месяц.

Установку и очистку светильников, смену перегоревших ламп и ремонт сети выполняет электротехнический персонал при снятом напряжении.

Во время замеров освещенности необходим контроль напряжения в сети со стороны питания и в наиболее удаленных точках.

6. ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ*

6.1. Типы электродвигателей, применяемые в электрифицированных средствах малой механизации:

асинхронные трехфазные с короткозамкнутым ротором, нормальной и повышенной частоты тока;

асинхронные однофазные с короткозамкнутым ротором, нормальной и повышенной частоты тока;

обращенные (т. е. вращается статор, а ротор закреплен неподвижно) асинхронные трехфазные с короткозамкнутым ротором, нормальной и повышенной частоты тока;

универсальные коллекторные;

возвратно-поступательного движения (электромагнитные).

В средствах малой механизации, как правило, использованы электродвигатели, специально изготовленные для них на напряжение тока 36 или 220 В (табл. 213).

В передвижных машинах используют также двигатели общего назначения, выпускаемые предприятиями Министерства электротехнической промышленности на напряжение тока 380/220 В.

213. Частота вращения электродвигателей (мин$^{-1}$), используемых в средствах малой механизации

	Асинхронный	*Коллекторный*
Частота тока, Гц:		
50	3 000	12 000
200	12 000	—

Условные обозначения электродвигателей, выпускаемых специализированными заводами по выпуску ручных машин:

КН — коллекторный нормальной частоты тока;

КНД — коллекторный нормальной частоты тока с двойной изоляцией;

АН — асинхронный нормальной частоты тока;

АП — асинхронный повышенной частоты тока.

Следующие за буквами цифры обозначают габарит двигателей (диаметр и длина активной стали статора или индуктора).

Коллекторные двигатели с двойной изоляцией, поставляемые

---

* В подготовке этой главы принимал участие В. Н. Бармаш.

Народной Республикой Болгарией, имеют буквенное обозначение ЕД, а цифры обозначают полезную мощность двигателя.

Указанные обозначения использованы в приведенных таблицах характеристик средств малой механизации.

6.2. Класс изоляции электрических машин и оборудования для подключения их к сети. В соответствии с ГОСТ 10084—73, ручные машины выпускают трех классов исполнения по напряжению и изоляции:

I класс — на номинальное напряжение 220 В, у которых хотя бы одна металлическая деталь, доступная для прикосновения, отделена от частей, находящихся под напряжением, только рабочей изоляцией;

II класс — на номинальное напряжение 220 В, у которых все металлические детали, доступные для прикосновения, отделены от частей, находящихся под напряжением, двойной или усиленной изоляцией;

III класс — на номинальное напряжение 36 В.

Машины I класса опасны в отношении поражения оператора электрическим током. При работе ими их необходимо надежно заземлять, использовать резиновые коврики и диэлектрические перчатки и даже при этом в строительных условиях их не везде разрешается эксплуатировать.

Полная электробезопасность работы с машинами I класса может быть обеспечена только при подключении их к сети через защитно-отключающее устройство (табл. 214), которое гарантирует отключение машины от сети в случае утечки тока и короткого замыкания обмоток двигателя. Время срабатывания защиты не более 0,05 с.

214. Защитно-отключающие устройства (ЗОУ)

Тип	Мощность подключаемого двигателя, кВт	Напряжение, В	Частота тока, Гц	Масса, кг
ИЭ-9801	4/2,2	380/220	50	3,5
ИЭ-9801А	4/2,2	380/220	50	5
ИЭ-9802	4/2,2	380/220	50	4
ИЭ-9806	2,2	220	200	3,5
ИЭ-9807	2,2	380/220	50	3

Машины II класса (с двойной изоляцией) — наиболее прогрессивны, так как они могут питаться от осветительной сети, их не нужно заземлять, и при этом обеспечивается полная электробезопасность работы при соблюдении правил эксплуатации.

Двойная изоляция машин осуществляется двумя основными способами:

1. Статор (индуктор с катушками) двигателя, щеточный механизм, выключатель и все токопроводящие (соединительные) провода размещены в корпусе и рукоятке из изоляционного материала (высокопрочная пластмасса), а вал ротора (якоря) имеет электроизоляционную втулку, изолирующую его от ротора (якоря) и коллектора (рис. 60).

2. Статор (индуктор с катушками) двигателя, щеточный механизм и все токопроводящие (соединительные) провода размещены в пластмассовом или алюминиевом корпусе, который монтируют в кор-

пусе из пластмассы (рис. 61). К корпусу крепится рукоятка, в которой установлен электровыключатель и закреплен токопроводящий кабель (как вариант пластмассовая втулка может быть помещена между статором и наружным металлическим корпусом). Вал двигателя не имеет промежуточной изоляционной втулки, вместо втулки второй изоляцией служит ведомая шестерня из электроизоляционного материала (пластмасса, текстолит). Шестерня может иметь только ступицу из электроизоляционного материала, а венец — стальной.

Машины II класса (с двойной изоляцией) на корпусе или на заводском щитке имеют специальный знак (см. рис. 61, *15*).

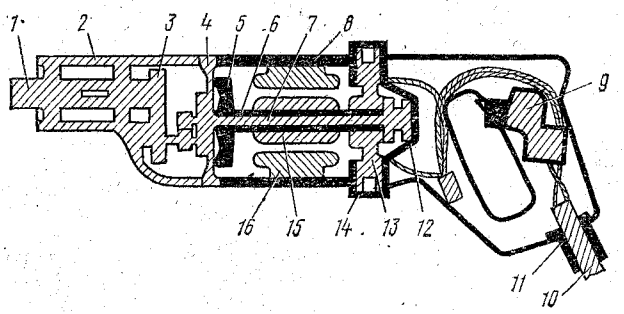


Рис. 60. Электрическая сверлильная машина с изолирующей втулкой на валу якоря

1 — шпиндель; *2* — корпус редуктора (металлический); *3* — редуктор; *4* — промежуточный щит (металлический); *5* — вентилятор из пластмассы; *6* — вал двигателя; *7* — электроизоляционная втулка; *8* — несущий корпус машины из пластмассы; *9* — выключатель; *10* — токоподводящий кабель, армированный вилкой; *11* — защитная гибкая трубка кабеля; *12* — задняя крышка; *13* — коллектор; *14* — колпачок щеткодержателя; *15* — якорь; *16* — индуктор

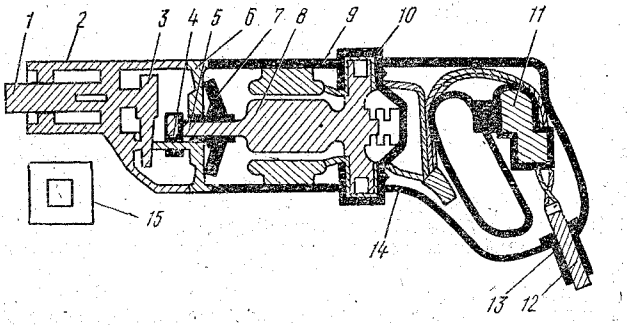


Рис. 61. Электрическая сверлильная машина с пластмассовой шестерней

1 — шпиндель; *2* — корпус редуктора (металлический); *3* — редуктор; *4* — комбинированная изоляционная шестерня из пластмассы и металла; *5* — вал двигателя; *6* — промежуточный щит из пластмассы; *7* — вентилятор из пластмассы; *8* — якорь; *9* — наружный корпус из пластмассы; *10* — колпачок щеткодержателя; *11* — выключатель; *12* — токоподводящий кабель, армированный вилкой; *13* — защитная гибкая трубка кабеля; *14* — выключатель; *15* — условное обозначение машин с двойной изоляцией (II класс)

Машины III класса в работе безопасны и должны получать питание от автономных источников тока или от сети через трансформаторы (табл. 215) или преобразователи частоты тока (табл. 216), если в машине встроен двигатель повышенной частоты тока.

215. Трансформаторы тока на 50 Гц (переносные)

Тип	Мощность, кВт	Напряжение, В		Масса, кг
		высокая сторона	низкая сторона	
ИВ-4	1	380/220	36	29
ИВ-8	1		220/127	30
ИВ-9	1,5		36	35
ИВ-10	0,5		36	24
ТСЗИ-0,6	0,63	600, 380, 220	380, 220, 127, 42, 36	16
ТСЗИ-1,0	1			18,5
ТСЗИ-1,6	1,6			25
ТСЗИ-2,5	2,5			32,5
ТСЗИ-4,0	4			45

216. Преобразователи частоты тока 50 на 200 Гц (переносные)

	ИЭ-9401	*ИЭ-9403*	*ИЭД-9401А*
Напряжение, В:			
первичное	380/220	380/220	380/220
вторичное	36	36	36
Мощность:			
потребляемая, кВт	5,8	2	6,2
отдаваемая, кВ·А	4	1,2	4
Масса, кг	63	39	73

Машины с двигателями повышенной частоты подключают к сети через соответствующие преобразователи частоты тока.

6.3. Электротехнические характеристики средств малой механизации (табл. 217—231). Одной и той же машиной при применении различных стандартных или специальных рабочих инструментов либо специализированных насадок можно выполнять различные технологические операции и обрабатывать различные материалы, поэтому машины сгруппированы в таблицы не по виду обрабатываемого материала, а по основному (паспортному) назначению, соответствующему названию машины.

В таблицах приводятся сведения о серийных машинах, выпускаемых специализированными заводами, о некоторых машинах, снятых с производства по различным причинам, но еще находящихся в эксплуатации, а также о некоторых машинах, изготовляемых строительными организациями для своих нужд.

Включить все машины, изготовляемые строительными организациями, не представляется возможным и нецелесообразно, поскольку они изготовлены на базе серийных машин (специализированных заводов) и по существу являются насадками или приставками к серийным машинам, а электрические характеристики их тождественны приведенным в таблицах (определяются типом электродвигателя).

217. Электрические сверлильные машины

Тип машины	Максимальный диаметр сверла, мм	Напряжение, В	Класс исполнения	Мощность, Вт		Сила тока, А	Частота, Гц	Тип двигателя	Масса, кг
				потребляемая	полезная				
А. Для сверления отверстий в металле средней твердости									
ИЭ-1025А	6	36	III	210	120	5	200	АП-21	1,6
ИЭ-1003Б	6	220	I	210	120	1,2	50	КН-22	1,4
ИЭ-1008А	9	220	I	210	120	1,2	50	КН-22	1,5
ИЭ-1031А	9	220	II	210	120	1,2	50	КНД-22	1,6
ИЭ-1019А	9	220	II	300	180	1,6	50	КНД-23	2
ИЭ-1026А	9	36	III	285	180	5,6	200	АП-22	1,6
ИЭ-1032	9	220	II	420	210	2	50	ЕД-210	1,7
ИЭ-1033	14	36	III	365	270	7,5	200	АП-23	2,6
ИЭ-1013	14	220	I	420	270	2,1	50	КН-31	2,8
ИЭ-1022А	14	220	II	400	250	1,9	50	КНД-31	3,2
ИЭ-1021	14	36	III	365	270	7,5	200	АП-23	3,6
ИЭ-1015	23	220	I	860	600	2,7	50	АН-51	9,6
ИЭ-1017А	23	36	III	860	600	17,8	200	АП-32	4,1
ИЭ-1023	23	220	II	600	370	2,9	50	КНД-32	6,5
Б. Для сверления отверстий в металле средней твердости (с комплектом насадок для выполнения различных операций)									
ИЭ-6008	9	220	II	420	210	2,0	50	ЕД-210	5
ИЭ-6006	14	220	II	450	250	1,9	50	КНД-31	3,2
ИЭ-6002	14	36	III	360	270	7,5	200	АП-23	17,6
В. Для сверления отверстий в древесине									
ЭСД-2	23	220	I	580	400	1,8	50	АН-43	10,2
Г. Для сверления отверстий в железобетоне									
СТД-927/1	15	36	III	1070	800	19,9	200	АП-33	5,5
ИЭ-1029	25	36	III	1070	800	19,9	200	АП-33	6,7
УМ-14	40	220	I	1450	1000	3,9	50	АН-53	60
СТД-955	50	36	III	860	600	17,8	200	АП-32	6,8

218. Электрические шлифовальные машины

Тип машины	Диаметр круга, мм	Напряжение, В	Класс исполнения	Мощность, Вт		Сила тока, А	Частота тока, Гц	Тип двигателя	Масса, кг
				потребляемая	полезная				
А. Для обработки металла и сварных швов									
ИЭ-2008	63	220	II	600	370	3,1	50	КНД-32	3,8
ИЭ-2010	80	220	II	600	370	3,1	50	КНД-32	5
ИЭ-2009	125	220	II	1150	750	5,0	50	КНД-41	6,5
ИЭ-2006А	125	36	III	2100	1600	33,2	200	АП-43	6,7
ИЭ-2004А	150	36	III	1070	800	19,9	200	АП-33	6,5
Б. Для резки металлических профилей, обработки металла и сварных швов									
ИЭ-2103А	180	36	III	2100	1600	33,2	200	АП-43	8,2
ИЭ-2102А	230	36	III	2100	1600	33,2	200	АП-43	8,2
В. Для мокрого шлифования цементных, мраморных и гранитных поверхностей, а также для обработки металла (машины с гибким валом и двумя сменными головками)									
ИЭ-6103	200 и 125	220	I	1020	800	3,3	50	ЭВ-147	34 (комплект); 3,7 (головка)
ИЭ-8201А	200 и 125	220	I	1020	800	3,3	50	ЭВ-147	26,5 (комплект); 2,7 (головка)
Г. Для снятия фасок на торцах труб									
ФЛДМ-3851	80	36	III	860	600	17,8	200	АП-32	12
ФЛДМ-60-83	80	36	III	860	600	17,8	200	АП-32	12

219. Электрические машины для резки стали средней твердости (ножницы)

Тип машины	Толщина стали, мм	Напряжение, В	Класс исполнения	Мощность, Вт		Сила тока, А	Частота тока, Гц	Тип двигателя	Масса, кг
				потребляемая	полезная				
СТД-3/6	6	36	III	2100	1600	17,5	200	АП-43	12,1
ИЭ-5404	1,6	220	II	230	120	1,1	50	КНД-22	3,5
ИЭ-5403	1,6	220	II	370	250	2,5	50	КНД-31	5
ИЭ-5502	1	220	II	230	120	1,1	50	КНД-22	3,2

220. Электрические машины для снятия фаски под сварку (кромкорезы)

Тип машины	Размер фаски по гипотенузе, мм	Напряжение, В	Класс исполнения	Мощность, Вт		Сила тока, А	Частота тока, Гц	Тип двигателя	Масса, кг
				потребляемая	полезная				
ИЭ-6501	12	36	III	2100	1600	17,5	200	АП-43	16,8
ЭД-21	12	36	III	2100	1600	17,5	200	АП-43	16
ИЭ-6501А	12	220	II	1900	1400	9,5	50	ЕД-1400	16

221. Электрические машины для резки стальных труб

Тип машины	Диаметр трубы, мм	Напряжение, В	Класс исполнения	Мощность, Вт		Сила тока, А	Частота тока, Гц	Тип двигателя	Масса, кг
				потребляемая	полезная				
ИЭ-6302	150—1200	36	III	2100	1600	17,5	200	АП-43	18,5
ИЭ-6302А	150—1200	220	II	1900	1400	9,5	50	ЕД-1400	18,5

222. Электрические машины для распиловки древесины (дисковые пилы)

Тип машины	Глубина пропила, мм	Напряжение, В	Класс исполнения	Мощность, Вт		Сила тока, А	Частота тока, Гц	Тип двигателя	Масса, кг
				потребляемая	полезная				
ИЭ-5102Б	70	220	I	820	600	2,7	50	АН-51	10,5
ИЭ-5106	45	220	II	600	370	3,1	50	КНД-32	5
ИЭ-5107	65	220	II	1150	750	4,8	50	КНД-41	6,8

223. Электрические машины для выборки отверстий и гнезд в древесине (долбежники)

Тип машины	Напряжение, В	Класс исполнения	Мощность, Вт		Сила тока, А	Частота тока, Гц	Тип двигателя	Масса, кг
			потребляемая	полезная				
ИЭ-5601А	220	I	1070	800	3,3	50	АН-52	22
ИЭ-5602	220	I	1070	800	3,3	50	АН-52	23
ИЭ-5605	220	III	1070	800	3,3	200	АН-33	21

Примечание. Размер гнезда, мм: 8×40×100; 12×60×160; 16×60×160; 20×60×160.

224. Электрические машины для строгания древесины (рубанки)

Тип машины	Ширина строгания, мм	Глубина строгания, мм	Напряжение, В	Класс исполнения	Мощность, Вт		Сила тока, А	Частота тока, Гц	Тип двигателя	Масса, кг
					потребляемая	полезная				
И-25	60	1,5	220	I	300	220	1,5	50	Обращенный	14
ИЭ-5701А	75	2	220	II	600	370	3,1	50	КНД-32	6
И-24Б	100	2	220	I	600	400	3	50	Обращенный	22,5
ИЭ-5707А	100	3	220	I	820	550	2,7	50	АН-51	14,5
ИЭ-5708	100	3	220	II	1160	750	5,7	50	КНД-41	8

225. Электрические машины для выборки борозд в бетоне и кирпиче

Тип машины	Размер борозды, мм	Напряжение, В	Класс исполнения	Мощность, Вт		Сила тока, А	Частота тока, Гц	Тип двигателя	Масса, кг
				потребляемая	полезная				
ИЭ-6401	7×22	36	III	400	270	7,5	200	АП-23	5,3
	(двигатель пылесоса)	36	III	210	120	5	200	АП-21	
ИЭ-6403	8×30	220	II	600	370	3,1	50	КНД-32	5
МВБ-2	8×20	220	I	400	270	2,6	50	КН-31	5

226. Электрические гайковерты и шуруповерты

Тип машины	Диаметр резьбы, мм	Момент затяжки, Н·м	Энергия удара, Дж	Напряжение, В	Класс исполнения	Мощность, Вт		Сила тока, А	Частота тока, Гц	Тип двигателя	Масса, кг
						потребляемая	полезная				
ИЭ-3602*	6	—	—	220	II	420	210	1,9	50	ЕД-210	2,3
ИЭ-3601Б	6	—	—	36	III	210	120	5	200	АП-21	2,3
ИЭ-3106	12	63	—	220	II	210	120	1,1	50	КНД-22	3
ИЭ-3116	12	63	—	220	II	210	120	1,1	50	КНД-22	3,5
ИЭ-3117	12	63	—	36	III	210	120	5	200	АН-21	3,3
ИЭ-3113	16	125	—	220	II	285	180	1,6	50	КНД-23	3,5
ИЭ-3114А	16	125	—	36	III	285	180	5,6	200	АП-22	3,5
ИЭ-3108	16	125	—	220	II	300	180	1,6	50	КНД-23	3,2
ИЭ-3111	20	250	—	220	II	400	250	1,9	50	КНД-31	5,5
ИЭ-3109	22	250	—	36	III	365	270	7,5	200	АП-23	5,6
ИЭ-3115А	12—30	700	25	220	II	420	210	1,9	50	ЕД-210	5
ИЭ-3118	12—30	700	25	36	III	365	270	7,5	200	АП-23	5,2
ИЭ-3112	22—42	2100	100	220	II	210	120	1,1	50	Обращенный	12

227. Электромеханические машины ударного действия (трамбовки, молотки и перфораторы)

Тип машины	Основное назначение	Производительность, м³/ч	Энергия удара, Дж	Напряжение, В	Класс исполнения	Мощность, Вт		Сила тока, А	Частота тока, Гц	Тип двигателя	Масса, кг
						потребляемая	полезная				
ИЭ-4506	Уплотнение грунта в стесненных условиях	7,8	—	220	I	350	270	1,5	50	АН-42	17,6
ИЭ-4505	То же	13	—	220	I	600	400	2,8	50	АН-43	27
ИЭ-4502	»	45	—	220	I	1800	1500	6	50	АН	77,5
ИЭ-4504	»	80	—	220	I	2800	2400	11,5	50	АН	164
ИЭ-4203	Пробивка борозд и отверстий в кирпичной кладке и бетоне	—	10	220	I	500	270	1,2	50	АН-42	12
ИЭ-4207	Пробивка борозд и отверстий в бетоне и кирпичной кладке	—	4	220	II	600	200	1	50	Электромагнитный	7
ИЭ-4210	Пробивка борозд и отверстий в бетоне и кирпичной кладке	—	6,2	220	II	700	300	1,5	50	Электромагнитный	8,5
ИЭ-4212	Пробивка борозд и отверстий в кирпичной кладке и бетоне	—	10	220	I	500	270	1,5	50	АН-42	12
ИЭ-4211	Разработка каменистого и мерзлого грунта, асфальтобетона и кирпичной кладки	—	24	220	I	1050	800	3,5	50	АН-52	22
ИЭ-4209	Разрушение бетона, железобетона, мерзлого грунта и др.	—	39	36	I	1520	1200	26,4	200	АН-42	22
ИЭ-4701	Бурение отверстий в стенках и перекрытиях по бетону и кирпичу	—	10	220	I	650	400	1,8	50	АН-43	14
ИЭ-4709	То же	—	2,4	220	II	900	500	2,3	50	Электромагнитный	7
ИЭ-4708	Образование отверстий в кирпичной кладке, бетоне, в скальных породах и граните	—	10	220	I	650	400	1,8	50	АН-43	15,5
ИЭ-4707	Образование отверстий и шпуров в кирпиче, бетоне и граните	—	24	220	I	1350	1000	4,35	50	АН-53	28
ИЭ-4710	Образование отверстий и шпуров в кирпиче, бетоне и др.	—	4	220	II	450	250	2,1	50	ЕД-250	7

228. Электрические машины для производства окрасочных работ, обработки полов, штукатурных и цементных поверхностей

Тип машины	Основное назначение	Производительность, м²/ч	Напряжение, В	Класс исполнения	Мощность, Вт		Сила тока, А	Частота тока, Гц	Тип двигателя	Масса, кг
					потребляемая	полезная				
СО-62А	Получение сжатого воздуха для краскораспылителей	0,5*	380/220	I	5500	4000	8,3/14	50	АО-2-41-4	160
СО-45А	То же	0,05*	220	I	390	270	8/1,4	50	АОЛБ-31-4	21
СО-7А	»	0,5*	380/220	I	5500	4000	8,3/14	50	АО-2-41-4	140
СО-101	Окраска водно-меловыми и водно-известковыми составами	260	380/280	I	270	180	0,54/0,95	50	АОЛ-12-4	14
СО-22	Окраска водно-меловыми и водно-известковыми составами	250	380/220	I	270	180	0,54/0,95	50	4А56А2У3	15
СО-61	То же	250	220	I	400	270	0,8/1,4	50	АОЛБ-22-2	20
ИЭ-2201	Шлифование шпатлевки	30	220	I	300	180	1,6	50	КН-23	2,5
ЗМД	То же	30	36	III	210	120	5	200	АП-21	2,2
СО-40А	Строжка паркетных и деревянных полов	25	380/220	I	2100	1500	3,7/6,4	50	Обращенный специальный	96
СО-97	То же	40	380/220	I	2450	2200	4,3/7,5	50	АОЛ-2-22-2	110
СО-60	Шлифование паркетных и деревянных полов	60	380/220	I	2450	2200	4,3/7,5	50	АОЛ-2-22-2	100
СО-84	То же	40	220	I	1850	1500	3,2/5,6	50	АОЛ-2-21-2	80
СО-91	Шлифование мозаично-терращиевых покрытий	12	380/220	I	3400	3000	6,4/11,2	50	АОЛ-2-32-4	130
СО-111	Шлифование мозаично-терращиевых покрытий	20	380/220	I	3400	3000	6,4/11,2	50	4А1004У3	150
СО-86	Разравнивание и затирка штукатурных составов	50	36	III	210	120	5,2	200	АП-21	2,7
СО-112	То же	50	36	III	210	120	5,2	200	АП-21	24
СО-103	Заглаживание и железнение бетонных оснований	40	380/220	I	1850	1500	3,2/5,6	50	4АХ80В4	100
СО-89	Затирка цементных стяжек при укладке полов и синтетических ковров и плитки	50	36	III	860	600	17,8	200	АП-32	13

* Производительность в кубических метрах (м³).

229. Электрические вибраторы общего назначения

Тип	Напряжение, В	Номинальная мощность, кВт	Сила тока, А	Частота колебания вибратора, Гц	Вынуждающая сила, *Н*		Масса, кг
					мин	макс	
С круговыми колебаниями							
ИВ-19	220/380	0,27	1,5/0,87	50	1 250	1 600	12
ИВ-21	220/380	0,6	2,8/1,6	50	4 000	5 000	26
ИВ-21А	36	0,6	15	50	4 000	5 000	26
ИВ-22	220/380	0,8	3,2/1,83	50	8 000	10 000	51
ИВ-24	220/380	1,5	5,5/3,2	50	16 000	2 000	80
ИВ-61	220/380	0,4	2,3/1,3	25	2 500	3 150	30
ИВ-68	36	0,4	13,5	25	—	5 000	31
ИВ-70	220/380	0,4	1,9/1,1	50	2 000	3 150	27
ИВ-70А	36	0,4	11	50	2 000	3 150	27
ИВ-76	220	0,6	3,2	100	3 500	4 350	13
ИВ-77	220/380	0,6	3/1,73	25	5 000	6 000	57
ИВ-81	220/380	1,1	4,85/2,8	25	10 000	12 500	90
С направленными колебаниями							
ИВ-35	220/380	0,27	1,5/0,87	50	1 250	1 600	15
ИВ-38А	220/380	0,8	3,2/1,83	50	8 000	10 000	81
ИВ-53	220/380	0,8	3,2/1,83	50	8 000	10 000	85
ИВ-63	220/380	1,5	5,5/3,2	50	16 000	2 000	130
ИВ-74	220/380	0,4	1,97/1,1	50	2 500	3 150	27
ИВ-92	36	0,6	17,8/9,2	50	4 000	6 300	30

Примечания: 1. Вибраторы общего назначения (прикрепляемые) имеют специальные встроенные электродвигатели, изготовленные заводом (при заказе двигателя нужно ссылаться на тип вибратора).
2. Сила тока и возмущающая сила в таблице даны для длительного режима работы (ПВ=100%).
3. Частота тока для ИВ-76 составляет 200 Гц, для остальных — 50 Гц.

6.4. Эксплуатация, ремонт и испытание ручных электрических машин. Эксплуатация, соблюдение правил техники безопасности, а также ремонт и испытание после ремонта электрической части — общие для всех видов машин и оборудования с электрическим приводом и даны в соответствующих главах Справочника.

Дополнительные требования предъявляют к ручным электрическим машинам, в особенности к машинам с двойной изоляцией (II класса). Эти требования приведены в настоящем разделе.

При определении мощности источника питания и сечения токоподводящих проводов, в случае одновременной эксплуатации нескольких ручных машин, необходимо учитывать возможность увеличения потребляемой мощности по сравнению с указанной в табл.

230. Электрические глубинные вибраторы с гибким валом

Тип вибратора	Номинальная мощность, кВт	Сила тока, А	Частота колебаний, Гц	Вынуждающая сила, Н	Масса, кг
ИВ-47	1,2	28	167	4000	59
ИВ-66	0,8	20	333	1500	26
ИВ-67	0,8	20	267	3000	29
ИВ-75	0,8	20	333	800	20

Примечания: 1. Привод осуществляется от специального двигателя, изготовляемого заводом (при заказе двигателя нужно ссылаться на тип вибратора).
2. Указана масса комплекта: электродвигатель — 1; гибкий вал — 2; вибронаконечник — 2.
3. Напряжение 36 В, частота тока 50 Гц.

231. Электрические глубинные вибраторы со встроенным электродвигателем

Тип	Номинальная мощность, кВт	Сила тока, А	Частота колебаний Гц	Вынуждающая сила, Н	Масса, кг
ИВ-56	0,8	26	200	5 500	15
ИВ-59	0,6	25	97	5 000	22
ИВ-60	1,1	45	97	8 000	30
ИВ-78	0,27	10	200	2 500	10
ИВ-79	0,8	26	200	5 500	16
ИВ-80	1,5	36	200	10 000	22
ИВ-90	2,8	12	133	20 000	130

Примечания: 1. Специальные обращенные электродвигатели, изготовляемые заводом, встроены в вибронаконечник (при заказе ссылаться на тип вибратора).
2. Напряжение для ИВ-90 составляет 380/220 В, для остальных — 36 В; частота тока для ИВ-90—50 Гц, для остальных—200 Гц.

217—231, так как в процессе работы почти всегда машины бывают перегружены.

Дополнительные требования, предъявляемые при эксплуатации к ручным машинам всех классов изоляции:

1) ручные машины (вне рабочего времени) должны храниться в сухих отапливаемых помещениях;

2) должен быть организован учет времени работы машин;

3) при выдаче машины в работу ее необходимо осмотреть, проверить на холостом ходу четкость работы выключателя, а также исправность (сопротивление) изоляции мегомметром на 500 В при включенном выключателе;

4) запрещается выдавать в работу машину, а также необходимо прекратить работу в случае обнаружения трещин на корпусных деталях и рукоятке; повреждения крышек щеткодержателя; нечеткой работы выключателя; повреждения штепсельного соединения, кабеля или его защитной трубки; кругового огня на коллекторе; дыма или запаха, характерного для горящей изоляции;

5) запрещается работать в помещениях взрывоопасных или с химически активной средой, разрушающей изоляцию, а также на открытых площадках во время выпадения осадков (дождь, снег);

6) оператор должен соблюдать предельно допустимую продолжительность работы и не допускать перегрузок, сверх указанных в паспорте, а также не подвергать машину ударам. Следует иметь в виду, что при увеличении нагрузки (усиление подачи) сверх паспортной на машину с асинхронным двигателем, имеющим «жесткую» характеристику, он будет опрокидываться (останавливаться), что вызовет в конечном счете преждевременное сгорание обмотки. Коллекторный двигатель имеет «мягкую» характеристику, поэтому он будет снижать обороты. При этом увеличивается потребляемая мощность, в результате двигатель будет перегреваться сверх допустимой нормы, а производительность снизится, так как обороты шпинделя не будут оптимальными;

7) необходимо следить за температурой корпуса двигателя, которая не должна превышать 60° С (практически, если ладонь руки не выдерживает прикосновения к корпусу двигателя, то он перегрелся сверх нормы);

8) ежедневно после окончания работы машины нужно очищать от загрязнений, а при необходимости подтягивать крепежные детали.

При эксплуатации ручных машин с двойной изоляцией (II класса) необходимо помнить, что:

а) заземлять их нельзя;

б) применения индивидуальных средств защиты (резиновые коврики, диэлектрические перчатки) не требуется;

в) разрешается производить работы в помещениях и на открытых площадках с земляным, бетонным, асфальтовыми, металлическими, деревянными и другими полами, а также на металлоконструкциях, в котлах, трубах и т. п.;

г) машины можно использовать при температуре от минус 35°С до плюс 35° С и относительной влажности до 90° при температуре 20° С;

д) через каждые 50 ч работы рекомендуется очищать коллектор и щеточный механизм от скопившейся угольной пыли; машину продувают очищенным сжатым воздухом под давлением до 0,15 мПа;

е) необходимо периодически проводить контроль машин.

Контроль ручных машин с двойной изоляцией необходимо проводить через каждые 100 ч работы, но не реже одного раза в 3 мес. Контроль необходим также при каждой смене щеток.

При контроле машину с двойной изоляцией разбирают и при этом:

1) удаляют скопившуюся токопроводящую пыль; проверяют рабочую и дополнительную изоляцию (мегомметром); сопротивление каждой из них должно быть не менее 2 МОм (токопроводящую пыль удаляют сжатым воздухом при давлении до 0,15 мПа и протирают изоляционные поверхности технической салфеткой, смоченной в бензине);

2) осматривают корпусные детали, токоподводящий кабель и штепсельное соединение;

3) после сборки машины проводят испытание электрической прочности изоляции машины при включенном выключателе напряжением 2500 В, частоты 50 Гц в течение 1 мин на высоковольтной установке, например прибором УПУ-1М (электроды при испытании прикладывают к одному из контактов штепсельной вилки и к металлическим деталям машины, доступным для прикосновения во время работы);

4) если при контроле машины будут обнаружены какие-либо дефекты, то она должна быть сдана в ремонт.

Ремонт ручных машин. Если при эксплуатации ручных машин или при контроле машин с двойной изоляцией обнаружены дефекты, то машину сдают в ремонтные мастерские.

Ремонт машин проводится только в специализированной мастерской подготовленным для этого персоналом.

При ремонте машин необходимо восстановить все поврежденные детали, особо внимательно при ремонте необходимо соблюдать следующие требования:

1) в случае повреждения токоподводящего кабеля в машинах I и III классов изоляцию восстанавливают. В машинах II класса не разрешается изолировать место повреждения: необходимо заменить весь кабель, а если повреждено штепсельное соединение у кабеля, армированного вилкой, то нужно заменить весь кабель с вилкой. Устанавливать на армированный кабель другую вилку воспрещается. Кабель и защитная гибкая трубка в месте ввода в машину должны быть надежно закреплены от перекручивания и вытягивания их из машины;

2) все изоляционные прокладки и втулки на внутренних проводниках обязательно должны быть восстановлены;

3) запрещается использовать поврежденные корпусные детали, изоляционные прокладки и втулки (особенно в машинах с двойной изоляцией). Запрещается ставить самодельные корпусные пластмассовые детали. Их необходимо приобретать на заводе—изготовителе машины;

4) винты, изготовленные из изоляционных материалов, воспрещается заменять металлическими;

5) рабочая изоляция внутренней электропроводки в машинах I и II классов не должна касаться металлических частей, доступных при эксплуатации машин для прикосновения;

6) шестерни (или детали шестерен) машин II класса, изготовленные из электроизоляционных материалов, нельзя заменять металлическими;

7) при выходе из строя электровыключателя машины устанавливают новый того же типа;

8) пути утечки тока, толщина изоляции и воздушные зазоры должны быть не менее указанных в табл. 232 и тщательно проверены при сборке машины;

232. Пути утечки тока

Места измерений	Класс машины		
	I	II	III
Расстояния по поверхности изоляции и воздушные зазоры, мм:			
между деталями, находящимися под напряжением различной полярности, и между металлическими деталями, отделенными рабочей изоляцией из керамики	3	3	2
между металлическими деталями, отделенными рабочей изоляцией, выполненной не из керамики	4	4	2
между металлическими деталями, отделенными:			
дополнительной изоляцией	—	4	—
усиленной изоляцией	—	8	—
между пропитанными обмотками и металлическими деталями:			
доступными для прикосновения	2	6	2
недоступными для прикосновения	—	2	—

Примечание. Дополнительная изоляция предусматривается дополнительно к рабочей изоляции (толщина ее не менее 1 мм). Усиленная изоляция — улучшенная рабочая изоляция (толщина ее не менее 2 мм). Обе изоляции обеспечивают защиту рабочего от поражения током в случае повреждения рабочей изоляции.

9) запрещается устанавливать в машинах устройства для защиты от перегрузок с автоматическим повторным включением после их срабатывания;

10) при перемотке якоря или катушек индуктора (статора) электродвигателя необходимо применять обмоточные провода (марка и сечение) те же, что были заложены в данном двигателе (обмоточные данные специальных двигателей приводятся в паспортах машин);

11) пропитку обмоток машин с двойной изоляцией осуществляют эпоксидным лаком;

12) после пропитки и сушки якорь должен быть динамически отбалансирован. Остаточная неуравновешенность по ГОСТ 12327—66.

При несоблюдении основных указанных требований при ремонте машина не будет надежна в отношении защиты рабочего от поражения электрическим током.

После проведения ремонта каждую машину подвергают испытаниям в лабораторных условиях.

Испытание ручных машин. Применяемые приборы должны быть класса точности не ниже: 0,5—для измерения всех электрических величин; 1,5—для измерения частоты вращения, частоты ударов и т. п.

Двигатель машины испытывают в полностью собранной ручной машине вместе с токопроводящим кабелем и штепсельным соединением (вилкой).

Номинальные данные машин (мощность, напряжение, ток и др.) должны относиться к работе машин при температуре окружающей среды 20±5° С.

Пуск машин должен быть возможен при напряжении от 0,85 до 1,1 номинального значения.

Последовательность и методы испытания электрической части машины в части электробезопасности:

1) проверка качества сборки заключается во внешнем осмотре и проверке четкости работы выключателя;

2) обкатка машин проводится в течение 30 мин на холостом ходу, при этом у коллекторных машин проверяют степень искрения щеток. Степень искрения не должна быть более 2;

3) испытание изоляции на электрическую прочность проводится напряжением переменного тока частотой 50 Гц для машин: класса I — 1500 В; класса II — 4000 В; класса III — 500 В. Электроды испытательной установки прикладывают к одному токоведущему контакту штепсельной вилки и к шпинделю, а затем к металлическому корпусу или фольге, наложенной на пластмассовый корпус. Выключатель при этом должен быть включен. Изоляция машины должна выдержать напряжение в течение 1 мин;

4) испытание на пуск проводится включением машины на холостом ходу 10 раз при напряжении, равном 0,85 номинального;

5) проверка потребляемых мощности, тока и частоты вращения двигателя проводится при номинальном напряжении и нормальной нагрузке. Машину устанавливают в устройство, позволяющее создавать и измерять создаваемую нагрузку. После 30-минутной работы машины в таких условиях измеряют потребляемые мощность, ток и частоту вращения двигателя.

Результаты испытаний считают положительными, если потребляемая мощность не превышает номинальной на 30% — при номинальной мощности до 150 Вт; 45% — при номинальной мощности свыше 150 до 300 Вт; 15% — при номинальной мощности свыше 300 Вт.

Ток не должен превышать номинального на 15%, а частота вращения может иметь отклонение ±12% номинала. *Номинальная нагрузка* — условная нагрузка, имитирующая средние нагрузки, воспринимаемые машиной во время выполнения производственной операции;

6) измерение тока утечки из частей, находящихся под напряжением, в нетоковедущие металлические детали проводят на нагретой машине. Испытание проводят при включенном и выключенном выключателе. Машины должны быть изолированы от земли. Машины I и III классов подключают по схеме рис. 62, а машины II класса по схеме рис. 63 на напряжение, равное 1,1 номинального. Ток утечки должен быть не более:

0,5 мА — к доступным для прикосновения металлическим частям (или металлической фольге, наложенной на пластмассовый корпус);

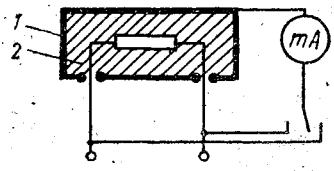


Рис. 62. Схема подключения машин I и III классов

1 — доступная для прикосновения металлическая деталь; *2* — рабочая изоляция

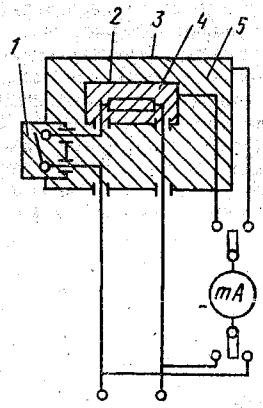


Рис. 63. Схема подключения машин II класса

1 — усиленная изоляция; *2* — металлическая деталь, недоступная для прикосновения; *3* — металлическая деталь, доступная для прикосновения; *4* — рабочая изоляция; *5* — дополнительная изоляция

3,5 мА — к недоступным для прикосновения металлическим частям машин II класса;

7) измерение сопротивления изоляции проводят мегомметром на 500 В по истечении 1 мин с момента приложения полного напряжения. Сопротивление изоляции машин в нагретом состоянии должно быть не менее 2 МОм, а в холодном состоянии — не менее 10 МОм.

Машина, прошедшая испытания по всем приведенным пунктам и механические испытания, может быть передана в эксплуатацию. Если машина не удовлетворяет хотя бы одному требованию, то ее возвращают на доработку, после чего подвергают повторным испытаниям.

7. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СВАРОЧНЫХ УСТАНОВОК

7.1. Требования к источникам питания. Свойства потребителя, которым при сварке является дуга, характеризуются зависимостью изменения напряжения на дуге от потребляемого тока.

Устойчивость горения дуги зависит от соответствия формы внешней характеристики источника заданной форме статической характеристики дуги.

Внешняя характеристика источника питания, как и характеристика дуги, может быть падающей, жесткой или возрастающей.

Для ручной дуговой сварки и автоматической сварки под слоем флюса с автоматическим регулированием напряжения на дуге, когда статическая характеристика дуги жесткая (рис. 64, *а*, кривая *1*), внешняя характеристика источника питания должна быть крутопадающей (рис. 64, *а*, кривая *2*). Чем больше крутизна падения внешней характеристики в рабочей части (рис. 64, *а*, точка *К*), тем меньше колебания тока при изменении длины дуги. При таких характеристиках напряжение холостого хода источника питания всегда больше напряжения на дуге ($U_0 > U_д$), что облегчает первоначальное и повторные зажигания дуги, особенно при сварке на переменном токе. Кроме того, при крутопадающей внешней характеристике ограничивается сила тока короткого замыкания, которая по отношению к рабочей силе тока находится в пределах

$$1{,}25 < I_к / I_д < 2.$$

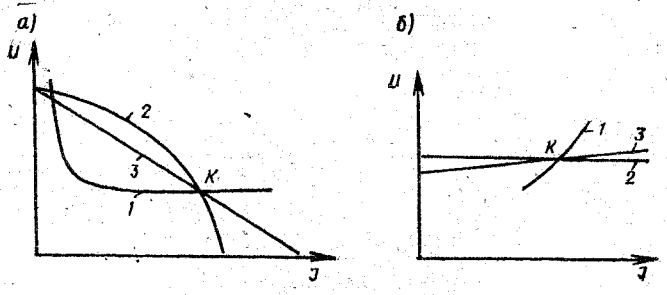


Рис. 64. Статические характеристики дуги

а — при автоматической сварке под флюсом; *б* — при сварке в среде защитных газов

При автоматической сварке под флюсом с саморегулированием дуги, когда статическая характеристика дуги также жесткая, внешняя характеристика источника питания для повышения интенсивности саморегулирования должна быть пологопадающей (рис. 64, *а*, кривая *3*).

При сварке в среде защитных газов на постоянном токе при большой плотности тока в электроде статическая характеристика дуги возрастающая (рис. 64, *б*, кривая *1*). В этом случае внешняя характеристика источника для еще большей интенсивности саморегулирования может быть жесткой или возрастающей (рис. 64, *б*, кривые *2* и *3*).

Номинальная сила сварочного тока различна при различных режимах работы источника питания дуги. Режим работы характеризуется отношением длительности сварки к сумме длительности сварки и холостого хода, выраженной в процентах. Обычно режим работы источников тока при дуговой сварке обозначают знаком ПР% или ПВ%:

$$\text{ПВ}\% = \frac{t_{\text{св}}}{t_{\text{св}} + t_{\text{п}}} 100,$$

где $t_{\text{св}}$ — время сварки; $t_{\text{п}}$ — время пауз.

За номинальный режим работы однопостовых сварочных генераторов, трансформаторов и выпрямителей принят режим при ПВ=65% или ПВ=60% и многопостовых источников питания при ПВ=100%. Длительность рабочего цикла ($t_{\text{св}}+t_{\text{п}}$) в этих случаях принимают 5 мин. Номинальный режим работы источников для автоматической сварки с номинальной силой тока 500 и 1000 А принят ПВ=60%, установок с номинальной силой тока 2000 А— ПВ=50%. В этих случаях продолжительность цикла 10 мин.

Время восстановления напряжения от нуля до напряжения горения дуги у сварочных генераторов не должно превышать 0,03 с.

Эксплуатация контактной машины при номинальных значениях силы сварочного тока и ПВ исключает перегрев частей машины, главным образом первичной обмотки трансформатора, выше допустимых температур. Если один из этих параметров необходимо увеличить, второй соответственно снижают. Расчет проводят по формуле

$$I_{\text{экв}} = I_{\text{ном}} \sqrt{\frac{\text{ПВ}_{\text{ном}}}{\text{ПВ}_{\text{экв}}}},$$

где $I_{\text{ном}}$, $\text{ПВ}_{\text{ном}}$ — номинальные значения силы тока и продолжительности включения; $I_{\text{экв}}$, $\text{ПВ}_{\text{экв}}$ — эквивалентные значения силы тока и продолжительности включения, при которых части машины нагреваются до тех же температур, что и при работе в номинальном режиме.

Длительную силу тока $I_{\text{дл}}$ определяют по формуле

$$I_{\text{дл}} = I_{\text{ном}} \sqrt{\frac{\text{ПВ}_{\text{ном}}}{100\%}}.$$

Продолжительность включения (ПВ%) определяется отношением суммарного времени включения тока в течение одного сварочного цикла $t_{\text{св}}$ к полному времени цикла $t_{\text{ц}}$ в %, т. е.

$$\text{ПВ}\,\% = \frac{t_{\text{св}}}{t_{\text{ц}}}\,100\%.$$

Сопротивление контактной машины при сварке $Z_{\text{св}}$ равно геометрической сумме ее внутренних активного $R_{\text{м}}$ и индуктивного $X_{\text{м}}$ сопротивлений, а также сопротивления свариваемых заготовок $R_{\text{св}}$, $X_{\text{св}}$:

$$Z_{\text{св}} = \sqrt{(R_{\text{м}} + R_{\text{св}})^2 + (X_{\text{м}} + X_{\text{св}})^2},$$

Внутренние сопротивления машины оказывают большое влияние на другие ее параметры. Так, с ростом активного сопротивления, происходящим при увеличении длины элементов вторичного контура и ухудшении состояния переходных контактов в нем, снижается КПД машины, уменьшается сила сварочного тока. Увеличение индуктивного сопротивления, происходящее при увеличении площади вторичного контура и введении в этот контур ферромагнитных масс свариваемых заготовок, вызывает снижение коэффициента мощности машины и силы сварочного тока.

7.2. Сварочные трансформаторы (табл. 233—235) подразделяют на две основные группы. К первой группе относят трансформаторы с нормальным магнитным рассеянием и дополнительной реактивной катушкой — дросселем. Дроссель может иметь с трансформатором как общий (трансформаторы со встроенным дросселем), так и отдельный (трансформаторы с отдельным дросселем) магнитопровод. Ко второй группе относят трансформатор с повышенным магнитным рассеянием. По способу регулирования индуктивного сопротивления трансформаторы второй группы можно разделить на три основных типа: трансформаторы с магнитными шунтами, трансформаторы с подвижными катушками и трансформаторы с витковым (ступенчатым) регулированием.

7.3. Сварочные преобразователи и агрегаты (табл. 236—238). Сварочные преобразователи в основном используют для сварки и резки металлов в полевых условиях строительства. Сварочные преобразователи типа САМ, ПАС предназначены для дуговой сварки и резки на воздухе и под водой; агрегаты типов АСД, АСБ, АДБ, АДД — для ручной дуговой сварки в полевых условиях; агрегаты типа АСДП — для питания постоянным током трех сварочных постов при ручной дуговой сварке стыков стальных труб трубопроводов в полевых условиях; однопостовые сварочные преобразователи типа ПСО — для ручной дуговой сварки электродами, автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом; однопостовый сварочный преобразователь типа ПСГ предназначен для полуавтоматической сварки и автоматической сварки в среде защитных газов.

7.4. Сварочные выпрямители с падающей внешней характеристикой (табл. 239—242) в зависимости от вида сварки, для которого они предназначены, разделяют на две группы: для ручной и автоматической сварки под флюсом и для дуговой сварки в среде защитных газов.

К первой группе относят сварочные выпрямители типов ВСС, ВКС, ВД-101 и ВД-301. Ко второй группе сварочных выпрямителей в основном относят источники питания малоамперной дуги, горящей в аргоне.

7.5. Осцилляторы (табл. 243).

233. Сварочные трансформаторы с нормальным магнитным рассеянием

Тип	Напряжение, В			Номинальный сварочный ток, А	Пределы регулирования сварочного тока, А	Режим работы ПВ, %	Номинальная потребляемая мощность, кВ·А	КПД, %	Коэффициент мощности	Габарит, мм	Масса, кг
	сети	номинальное	холостого хода								
СТЭ-24 / РСТЭ-24	220, 380	30	65	350	70—500	65	24	83	0,52	646×314×660 / 594×320×545	140 / 90
СТЭ-34 / РСТЭ-34		30	60	500	150—700	65	34	85	0,52	690×370×660 / 669×320×545	200 / 120
СТН-450		30	70—90	450	80—800	65	40	85	0,40	840×420×850	320
СТН-500		30	60	500	150—700	65	38,5	85	0,54	796×410×840	270
СТН-700		35	60	700	200—900	60	43,5	85	0,66	796×429×840	380
ТСД-500-1		40	80	500	200—600	60	48,5	85	0,55	950×818×1215	420
ТСД-1000-4		42	69 и 78	1000	400—1200	60	78	87	0,62	950×818×1215	510
ТСД-2000-2	380	53	72 и 84	2000	800—2200	50	186	89	0,64	1050×900×1300	675

234. Сварочные трансформаторы с увеличенным магнитным рассеянием

Тип	Напряжение, В			Номинальный сварочный ток, А	Пределы регулирования сварочного тока, А	Режим работы ПВ, %	Номинальная потребляемая мощность, кВ·А	КПД, %	Коэффициент мощности	Габарит, мм	Масса, кг
	сети	номинальное	холостого хода								
ТС-300		30	63	300	30—395	60	20	84	0,51	765×524×1010	180
ТС-500		30	60	500	40—650	60	32	85	0,53	845×600×1100	250
ТСК-500	220, 380	30	60	500	165—650	60	27	83	0,65	872×566×1090	280
ТД-300		30	61—79	300	60—380	60	19,4	86	0,51	640×490×715	137
ТД-304		35	61—79	300	60—350	50	19,4	87	0,6	640×490×885	157
ТД-500		30	60—76	500	90—650	60	32	87	0,53	720×580×850	210
ТДП-1		26,4	68	160	55—175	20	11,3	72	0,5	435×290×535	38
ТСП-2		30	62	300	90—300	20	19,4	78	0,6	510×370×590	65
СТАН-0	220, 380	30	63—83	140	25—150	65	10	83	0,51	698×429×485	80
СТАН-1	220, 380	30	60—70	350	60—480	65	24	83	0,52	870×520×800	185
СТШ-250	380	25	61	250	80—260	20	15,3	72	0,57	420×310×425	44
СТШ-300	220, 380	30	63	300	110—405	60	20,5	88	0,52	545×720×750	158
СТШ-500	220, 380	30	60	500	145—650	60	33	90	0,53	670×666×753	220
СТШ-500-80	380	50	60	500	60—800	60	44,5	92	0,53	965×762×750	323
ТФД-1800	380	40 и 70	94 и 113	1800	500—1850	100	215	94	—	900×1300×1350	1100
ТС-350	220	30	60—70	350	60—450	65	24	85	0,52	—	185
ТФД-1001	220, 380	44	68—71	1000	400—1200	100	82	87	—	1200×830×1200	740
ТФД-1601	380	60	95—105	1600	600—1800	100	182	88	—	1200×820×1200	1000

235. Трансформаторы для электрошлаковой сварки

Тип	Число фаз	Соединение обмоток: первичной	Соединение обмоток: вторичной	Номинальный фазный ток ПВ=100%, А	Номинальное напряжение, В	Пределы регулирования напряжения	Число ступеней регулирования напряжения	Номинальная потребляемая мощность, кВ·А	Габарит, мм	Масса, кг
Трансформаторы с воздушно-принудительным охлаждением										
ТШС-600-3	3	В треугольник	В звезду	600	54	38—62	18	100	1160×1010×1382	1160
		Однофазное		1200				67		
ТШС-1000-1	1	»		1000	56	38—62	18	56	980×690×1150	510
ТШС-100-3	3	В треугольник	В звезду	1000				170		
ТРМК-3000-1	1	—	»	3000	18—57	—	3	190	1060×1040×1050	1100
Трансформаторы с водяным охлаждением										
ТШС-3000-1	1	Однофазное		2 000	56	38—62	18	112	1470×900×1715	1400
		»		3 000	46	13—46				
		»		6 000	23	13—23	10	138	960×705×780	600
ТШС-3000-3	3	В треугольник	В звезду	3 000	56	8—63	48	500	1360×1835×1505	2200
		Однофазное		6 000				340		
ТШС-10000-1	1	—	—	10 000	28—41	28—41	4	410	1370×1300×900	1050
ТШН-15/1	1	—	—	15 000	—	20—65	13	980	1680×1310×1940	2850
ТШП-10-1	1	—	—	10 000	72	40—72	4	724	1740×1100×1840	3050
		В треугольник	В звезду	10 000	61	36—61		610		
ТШП-15-3	3	—	—	1 500	30	14—50	10	1370	1450×1300×1300	3250
ТШП-20-1	1	—	—	21 000	36	21—54	10	760	1800×1050×1380	3100
А-1006	3	—	—	5 125	41—69	—	4	615	1345×1380×1651	2200
ТРМК-3000-1	1	—	—	3 000	18—57	—	3	190	1060×1040×1050	1100

236. Сварочные преобразователи и агрегаты с электродвигателями

Тип			Мощность приводного двигателя, кВт	КПД, %	Частота вращения, $мин^{-1}$	Коэффициент мощности	Габарит, мм	Масса, кг
преобразователя или агрегата	генератора	приводного двигателя						
ПД-101	ГД-101	АВ2-42-2В	7,5	60	2910	—	806×490×625	222
ПД-303	—	АВ2-51-2	2	60	2890	—	1031×608×996	331
ПС-300М	СГ-300М	А-62/4	14	57	1450	0,87	1200×755×1170	570
ПС-500	ГС-500	А-72/4	28	55	1450	0,88	1400×770×1140	940
ПС-1000-Ш	ГС-1000-II ГС-1000-III	АВ-82/74	55	0,69	1460	0,87	1465×770×1600	1600
ПСО-120	ГСО-120	АВ-42/2	7,3	55	2900	0,83	1055×550×730	155
ПСО-300	ГСО-300	АВ2-62-4	14	70	1450	0,88	1015×590×980	400
ПСО-300-3	ГСО-300-3	АВ-61-4	13	—	1450	—	1069×590×800	400
ПСО-300А	ГСО-300А	А-62/4	12,5	60	2890	—	1020×608×996	305
ПСО-300М	ГСО-300М	—	14	70	2920	—	550×645×1150	300
ПСО-500	ГСО-500	АВ2-71-2	30	54	2930	0,89	1075×650×1085	540
ПСГ-500-1	ГСГ-500-1	АВ2-71-2	30	—	2930	—	1050×590×870	460
ПСМ-1000-11	СГ-1000	АД-91/4	75	74	1450	0,89	1520×820×910	1600
ПСМ-1000-4	ГСМ-1000-4	А2-82/2	75	73	2925	0,9	1430×620×820	950
ПСУ-300	ГСУ-300	АВ2-82/2	10	63	2890	0,83	1160×490×740	300
ПСУ-500-2	ГСУ-500-2	АВ2-52/2	30	63	2930	0,9	1075×1085×650	545
ПС-1000	СГ-1000-11	АВ2-82-4	55	69	1470	0,89	1465×770×910	1600
АСУМ-400	ГСУМ-400	АМ-82-2	—	90	2925	0,84	1860×620×920	875
АСО-2000	СГ-1000-II (2 шт.)	А101-4	125	60	1460	0,89	4000×935×1190	4000
САМ-300	ГСО-300М	П62М	16	68	1560	—	1435×600×832	635
СДАУ-1	ГСГ-100-5	А-71/2	28	—	2930	—	1950×900×1500	1000

237. Агрегаты с бензиновыми и дизельными двигателями

Тип			Мощность приводного двигателя, кВт	Частота вращения, $мин^{-1}$	Габарит, мм	Масса, кг	Исполнение
агрегата	генератора	приводного двигателя					
АБ-8-АСБ-300М	ПГС-300	407-Д1	14,7	3000	1690×810×1080	515	На общей раме с крышей и съемными стенками
АД-301	ГСО-300-12	Д-37М	29,4	1600	1914×895×1250	900	
АД-302	ГСО-300-12	Д-22	22	1600	1915×895×1250	840	
АДБ-306	ГСО-300-5	320-01	29,4	2000	1915×895×1250	650	
АДБ-309	ГД-303	320Б	29,4	2000	1890×880×750	750	
АДБ-318	ГД-312	320-01	29,4	2000	1895×880×1655	710	
АДД-303	ГСО-300-12	Д-37Е	29,4	1600	1915×895×900	900	
АДД-304	ГД-307	1Р2-10	13,2	1800	1820×930×850	850	На общей раме с крышей и съемными стенками. Смонтирован на двухколесном прицепе
АДД-305	ГД-310	Д-37Е	29,4	1600	1915×895×1140	900	На общей раме с крышей и съемными стенками
АСБ-120	ГСО-120-2	УД-2	6,6	2900	1290×645×935	300	На общей раме с крышей
АСБ-300М	ГСО-300М	408	14,7	3000	1660×1095×935	565	На общей раме с крышей и съемными стенками
АСБ-300-7	ГСО-300-5	ГАЗ-320	29,4	2000	1915×895×1250	640	
АСБ-300-8	ГСО-300-8	ГАЗ-320	29,4	2000	1915×895×1250	640	
АСБГ-3000	ГСО-300-5	ГАЗ-320Ж	18,4	2000	1915×895×1655	860	
АСД-3-1	СГП-3-VIII	ЯАЗ-М69-204Г	44	1500	2820×1100×2115	2500	На общей раме с крышей и откидными стенками

АСД-300 АСД-300М	ГСО-300 ГСО-300	5П4-44-8,5/11 5П4-44-8,5/11	17,7 17,7	1500 1500	1885×875×1470 1885×875×1470	980 980	То же
АСДП-500 АСДП-500Г-3М АСДП-1000Г	СГП-3-VIII ГСМ-500 ГС-1000-III	ЯАЗ-М204Г ЯАЗ-М204Г У1Д-6-С2	44 44 121	1500 1500 1500	5380×1930×2600 6400×2500×2800 6350×2250×2900	4 400 5 000 6 250	На общей раме с крышей и съемными стенками. Смонтирован на четырехколесном прицепе
ПАС-400-VII ПАС-400-VIII	СГП-3-VI СГП-3-VI	ЗИЛ-164А ЗИЛ-164А	48 48	1600 1600	2950×1900×880 2950×1920×880	1 900 1 900	На общей раме с крышей и откидными стенками
ПЭГП-2×250	ГСГМ-5000	ГАЗ-320	29,4	200	—	—	На общей раме с крышей и съемными стенками. Смонтирован на прицепе
САК-2MVI	СМГ-2М-VI	ГАЗ-МК	22	1430	2080×810×1730	900	На общей раме с крышей и откидными стенками
СДУ-2В	ГСО-300-5 (2 шт.)	Д-108	79,5	2000	5235×2460×3040	13 500	На общей раме с крышей и откидными стенками. Смонтирован на базе трактора Т-100М
СДУ-2Б-1	ГСО-300-5 (2 шт.)	Д-108	79,5	2000	5730×3250×3040	15 400	То же, на базе трактора Т-100МБ
С4УА	ГСО-300-5 (4 шт.)	Д-108	79,5	2000	5770×2460×3040	14 600	То же, на базе трактора Т-100М

238. Генераторы постоянного тока

Тип	Номинальный сварочный ток, А	Пределы регулирования сварочного тока, А	Напряжение, В		Режим работы ПВ, %	Номинальная мощность, кВт
			номинальное	холостого хода		
Генераторы однопостовые с падающей характеристикой, независимым возбуждением и последовательной размагничивающей обмоткой						
ГСО-120	120	30—120	25	48—65	65	3
ГСО-300А	300	75—300	30	65	65	9
ГСО-300-3	315	115—315	32	90	60	9,6
ГСО-500	500	120—600	40	62—80	65	20
ГС-1000-II	1000	300—1200	45	90	65	45
ГС-1000-III	1000	300—1200	45	90	65	45
СГ-1000-II	1000	300—1000	45	90	100	45
ПГС-300*	300	75—340	30	65	65	9
Генератор однопостовой с жесткой характеристикой, независимым возбуждением и последовательной подмагничивающей обмоткой						
ГСГ-500-1	500	60—500	40 / 16—40	18—42	60	20
Генераторы однопостовые с универсальной характеристикой и независимым возбуждением						
ГД-304	300	15—350 / 80—300	32 / 16—45	75—80	65 / 60	9,6
ГД-502	500	15—500 / —	40 / 15—50	90	65 / 60	20
ГСУ-300	300	75—300 / —	30 / 10—35	48 / 16—36	65 / 60	9
ГСУ-500-2	500	120—500 / 60—500	40 / 16—40	65 / 60	65 / 60	20
ГСУМ-400	400	100—400 / —	70	100 / 25—70	65	28
Генераторы однопостовые с падающей характеристикой и самовозбуждением от дополнительной щетки						
ГД-101	125	15—135	25	80	60	3,12
ГД-303	315	15—350	32	76—80	60	9,6

Продолжение табл. 238

Тип	Номинальный сварочный ток, А	Пределы регулирования сварочного тока, А	Напряжение, В		Режим работы ПВ, %	Номинальная мощность, кВт
			номинальное	холостого хода		
ГД-307	250	100—250	30	—	60	7,5
ГД-310	315	60—350	33,6	90	60	—
ГС-500	500	120—600	40	62—80	65	20
ГСО-120-2	120	30—120	25	40—85	65	3
ГСО-300	300	75—320	30	75	65	9
ГСО-300М	300	80—300	32	65	65	9,6
ГСО-300-4	300	75—320	30	—	65	9,6
ГСО-300-5	300	100—300	32	52—80	60	9,6
ГСО-300-8	300	100—300	32	52—80	60	9,6
ГСО-300-12	300	100—300	32	90	60	9,6
СГП-3-VI	400	120—600	40	100	65	16
СГП-3-VIII	500	120—600	40	80	65	20
Генераторы однопостовые с падающей характеристикой, с расщепленными полюсами и самовозбуждением от дополнительной щетки						
СГ-300М	300	80—340	35	72	65	11,9
СМГ-2М-VI	300	75—340	30	65	65	9
Генераторы многопостовые						
ГСГМ-500*	500	Два поста до 250 А	30	16—35	60	15
ГСМ-500	500	Два поста до 300 А	50	55	100	27,5
ГСМ-1000-4	1000	До 6 постов по 300 А	60	60	100	60
СГ-1000	1000	То же	60	60	100	60
Генераторы однопостовые с падающей характеристикой, вентильные, индукторного типа						
ГД-308	315	40—315	33	—	60	10,5
ГД-312	315	40—350	32	85	60	10,1

Примечания: 1. Звездочкой отмечены генераторы, имеющие независимое возбуждение от дополнительного источника питания.
2. В числителе приведены значения при падающих характеристиках, в знаменателе — при жестких.

239. Однопостовые сварочные выпрямители с падающими характеристиками

Тип	Номинальный сварочный ток, А	Пределы регулирования тока, А	Напряжение*, В		ПВ, %	Номинальная потребляемая мощность, кВ·А	КПД, %	Коэффициент мощности	Габарит, мм	Масса, кг
			номинальное	холостого хода						
ВД-101	125	20—125	25	65—68	60	9	62	0,53	1200×750×820	170
ВД-301	300	45—300	32	65—68	60	21	72	0,58	1200×756×820	230
ВД-302	300	40—320	32	50—60	60	21	67	0,67	1200×756×830	220
ВКС-120	120	15—130	25	55—65	65	9	73	—	785×628×953	142
ВКС-300	300	30—340	30	55—65	60	22	63	0,65	785×628×953	235
ВКС-500	500	60—550	40	65—74	60	36	75	0,74	785×528×953	410
ВКС-500-1	500	80—550	40	78	60	37	74	0,65	870×650×1215	385
ВКСУ-500-1	500	75—595	40	78	60	36	74	0,75	870×870×1220	420
ВКСУ-500-2	1000	150—1150	40	78	60	65	74	0,75	1850×870×1220	850
ВПС-300	300	35—350	25—30	58—64	65	—	—	—	850×550×972	220
ВСС-210-4	120	15—130	25	57—63	65	8,6	68	0,58	805×630×953	180
ВСС-300-3	300	40—320	30	58—61	65	21,5	66	0,6	805×630×953	240

* Напряжение сети для ВКС-500-1 380 В, для остальных — 220, 380.

240. Однопостовые сварочные выпрямители с пологопадающими и жесткими характеристиками

Тип	Номинальный сварочный ток, А	Пределы регулирования тока, А	Напряжение* холостого хода, В	Пределы регулирования рабочего напряжения, В	Число ступеней регулирования напряжения	ВР, %	Номинальная потребляемая мощность, кВ·А	КПД, %	Коэффициент мощности	Индуктивность дополнительного дросселя, мГ	Габарит, мм	Масса, кг
ВДГ-301	300	40—300	—	15—32	3	60	—	72	0,88	0,16—0,56	960×700×775	210
ВДГ-302	315	50—315	—	16—38	3	60	18	75	—	0,16—0,56	1015×748×853	275
ВЖ-2М	200	—	21—40	11—29	9	25	8,5	70	—	—	590×390×540	47
ВС-200	150	30—200	—	17—21	5	100	—	70	—	0,22—0,26	—	190
ВС-300	300	30—300	—	20—40	24	65	—	70	0,9	0,25—0,35	560×720×965	250
ВС-500	500	50—500	21—53	16—41	27	65	31	75	—	0,25—0,35	770×600×1150	350
ВС-600	500	100—500	21—53	20—40	27	65	31	75	0,95	0,22—0,43	1000×865×1510	490
ВС-1000	1000	—	28—63	17—48	4	60	75	78	0,85	—	880×700×1375	600
ВС-1000-2	1000	—	38—85	20—65	4	60	92	78	0,85	—	880×700×1575	650
ВСЖ-302	315	50—315	18—44	9—33	5	60	—	76	0,78	—	1020×670×7555	220
ВСК-150	150	15—200	70	17—23	—	—	—	67	0,82	—	—	72
ВСК-300	300	75—400	70	14—34	—	—	—	75	0,82	—	—	135
ВСК-300-1А	300	50—400	70	15—51	—	100	—	—	0,82	—	745×760×1410	400
ВСК-500	500	125—675	70	26—38	—	—	—	76	0,82	—	—	—
ВСЖ-301	300	50—300	—	9—32	5	—	—	76	0,78	0,3	—	—
ИПП-120П	120	40—120	25	14—24	2	65	3	73	0,94	—	800×640×915	180
ИПП-300П	300	50—300	40	16—40	2	65	13	75	0,9	—	956×700×1045	255
НПП-500П	500	80—500	50	17—50	4	65	30	76	0,91	—	956×700×1045	450
ИПП-1000П	1000	100—1000	66	20—60	—	55	65	81	0,92	—	925×925×1300	850

* Напряжение сети для ВДГ-302 составляет 220/380, для остальных 380 В.

241. Однопостовые сварочные выпрямители с универсальными характеристиками

Тип	Номинальный сварочный ток при ПВ=60%, А	Пределы регулирования тока, А	Напряжение, В			КПД, %	Коэффициент мощности	Габарит, мм	Масса, кг
			сети	номинальное	холостого хода				
ВСУ-300	240 300	40—260 50—330	220/380	30 18—35	60 40—60	63 68	0,62 0,72	910×612×960	300
ВСУ-500	350 500	50—360 100—550	220/380	30 20—40	67 49/68	60 67	0,63 0,75	1186×953×1017	440
ВДУ-504	500	70—500 100—500	220, 380	45 18—50	72—76 —	82	—	1275×816×940	400

Примечание. В числителе приведены значения для выпрямителей с падающими характеристиками, в знаменателе — с жесткими характеристиками.

242. Многопостовые сварочные выпрямители

Тип	Номинальный сварочный ток при ПВ=100%, А	Число сварочных постов, до	Номинальный ток одного поста, А	Напряжение*, В		Номинальная потребляемая мощность, кВ·А	КПД, %	Коэффициент мощности	Габарит, мм	Масса, кг
				номинальное	холостого хода					
ВКСМ-1000-1	1000	6	300	60	70	76,5	88	0,89	1055×820×1500	550
ВДМ-1601	1000	9	300	60	70	122	88	0,89	1035×820×1630	750
ВДМ-3001	3000	18	300	60	70	230	88	0,89	2175×835×1650	1750
ВМГ-5000**	5000	30	300	30, 35, 40	30, 35, 40	317	94	—	1850×1150×1880	3200
ИДГМ-1001/1601***				50, 60	50, 60					
ВДГМ-1001	1000	9	200	26	24—28	—	—	0,97	1035×820×1630	520
ВДГМ-1601	1600	9	300	40	37—43	—	—	0,73	1035×820×1630	700
ВДГМ-1602	1600	10	250	30	—	—	—	—	—	750
ВДГМ-1602-1	1600	6	400	50	—	—	—	—	—	1000
ВДГМ-1602-2	1600	4	630	60	—	—	—	—	—	1000

* Напряжение сети для ВКСМ-1000-1, для остальных — 220, 380.
** Для охлаждения вентиля необходима вода.
*** Состоит из двух выпрямителей: ВДГМ-1001 и ВДГМ-1601.

243. Осцилляторы

Тип	Напряжение, В		Потребляемая мощность, В·А	Частота, кГц	Данные колебательного контура		Габарит, мм	Масса, кг
	первичное	вторичное			емкость конденсатора, мкФ	индуктивность, мГ		
ОСПЗ-1	65	2500	200	250—300	0,0025	—	230×340×310	14,5
ОСЦВ-2	220	2300	80	260	4700—5000 (пф)	—	300×215×296	16
М-3	40—65	2500	150	250	0,0025	0,17	350×290×240	15
ОС-1	65	2500	130	250	0,0025	0,16	350×290×240	15
ОСПЗ-2М-1	220	6000	20	440	0,25	—	110×176×250	3,8

7.5. Оборудование для автоматической и полуавтоматической сварки (табл. 244—246).

244. Сварочные головки для электродуговой сварки.

Марка	Диаметр электрода, мм	Скорость подачи электродной (или сварочной проволоки)		Скорость сварки		Номинальный сварочный ток при ПВ=65%, А	Напряжение питающей сети, В	Габарит, мм			Масса, кг
		$1 \cdot 10^{-3}$ м/с	м/ч	$1 \cdot 10^{-3}$ м/с	м/ч			длина	ширина	высота	
Однодуговые головки для сварки под флюсом:											
АБС	2—6	8—60	29—220	4—30	14—110	1500	380—220	760	710	1750	160
А-1215	2—5	14—136	50—490	3,3—33	12—120	1000	380	975	850	1730	270

АДК-500	1,6—2,5	25—267	90—960	5,6—20	20—70	500	220, 380	1747	2200	1300	650
ПТ-56	1,6—2	28—140	100—500	—	—	600	380	400	480	400	34,5
СГФ-601	2	53—160	192—572	—	—	600	380	800	380	520	37
СГФ-1003	3—5	12,5—74	45—265	—	—	1200	380	885	430	530	50
СГФ-1004	2—3	53—160	192—572	—	—	1000	380	825	380	660	40
ИК-47	3	53—160	192—572	—	—	1000	380	870	470	620	55
Двухдуговые головки для сварки под флюсом											
А-1185	2—5	14—136	50—490	7—67	24—240	1600Х2	380	975	920	1725	До 400
А-1156	3—5	42—180	155—650	22—70	80—250	1500Х2	380—220	3175	820	820	985
А-639	2—5	8—60	29—220	4—30	14—110	1000Х2	380	550	1375	1965	250
Однодуговые головки для сварки в защитных газах											
А-1150У	2,5—3,5	50—60	180—220	0,8—2,8	3—10	500	220, 380	470	280	875	31,6
А-1237	3—5	14—111	50—400	0,28—2,8	1—10		380	540	325	740	85
А-1381	2—4	42—83	150—300	1,12—3,4	4—12	500 (при ПВ=100%)	380	800	445	440	58
А-1325	3	39—78	140—280	4—12,5	14—45	1000	380	850	500	1200	150
УДГ-502	1—2,5	—	—	28—500	100—1800	500	220	260	330	470	17
ТСГ-7	1—2,2	70—240	250—850	—	—	450	220/380	270	230	600	20 (с кассетой)
АРК-1	1—6	2,8—140	10—500	2,8—28	10—100	400 500	220/380	3800	1400	3100	2520
АРК-2	1—6	2,8—222	10—800	2,8—24	10—85	400 500	220/380	4780	2700	4865	2900
АТВ	1—3	4—25	15—90	2,8—11	10—40	250	220, 380	—	—	—	12—26
ТАМ-3	3—4	2,8—14	10—50	1,4—4	5—14	250	220	Радиус вращающихся частей 155 мм			35
ОКА	3—4	—	—	1,4—5,6	5—20	250	220	То же, 180 мм			11,5 (ОКА-1) 18 (ОКА-2)
АДФГ-501	1—2,5	25—266	90—960	5,6—20	20—70	500	220/380	1350	850	1450	400

245. Полуавтоматы для электродуговой сварки

Марка	Диаметр электродной проволоки, мм	Номинальный сварочный ток при ПВ=65%, А	Скорость подачи электродной проволоки		Длина рукава, м	Габарит механизма подачи, мм			Масса механизма подачи, кг
			$1 \cdot 10^{-3}$ м/с	м/ч		длина	ширина	высота	
Полуавтоматы для сварки под флюсом									
ПШ-5-1	1,6—2	630	22—166	80—600	3,5	440	300	340	20
ПШ-54	1,6—2	500	22—166	80—600	3,5	330	280	325	23
ПДШМ-500, ПДШР-500	1,6—2,5	500	27,7—177	100—420	4	400	345	343	13
Полуавтоматы для сварки в защитных газах плавящимся электродом									
А-537У, А-537Р	1,6—2	520	22—166	80—600	3,5	330	280	325	25
А-547У	0,8—1,1	200	27,7—70	100—250	1,5	350	118	245	6
А-825	1—1,2	250	33—172	120—620	2,5	900	660	420	20
А-929	1—2	350	33—172	120—620	3,1	900	660	420	20
А-920М	1,6—2	450	16,5—161	60—580	3,5	900	660	420	25,5
А-1230М	0,8—1,2	315	39—186	140—670	3	64	280	130	11
А-1503П	1,6—3	630	25—255	90—920	3	960	660	560	25,5
ПШП-10	1—2,5	300	44—180	160—650	—	325	85	200	1,7
ПШП-21	0,8—2	300	27,7—277	100—1000	—	650	180	398	14,5
ПШП-31	0,4—0,8	120	83—277	300—1000	—	295	56	160	0,8
ПДА-300	1,6—2	300	33—117	120—420	3	625	425	350	10,4
ПДГ-301	0,8—1,2	300	50—200	180—720	3	450	240	275	6
ПДГ-302	0,8—2	300	50—200	180—720	3	380	330	100	5
ПДГ-303	0,8—1,2	300	50—200	180—720	3	450	240	275	7
ПДГ-304	0,8—1,6	300	50—200	180—720	3	380	330	100	7
ПДПГ-300	0,8—2	500	25—266	90—960	—	—	—	—	—
ПДПГ-500	0,8—2	500	41,6—200	150—720	3	625	425	350	10,5
ПРМ-2	0,8—2,8	420	27,7—194	100—700	0,8	—	—	—	—
ПРМ-4	0,8—2	500	27,8—222	100—800	—	—	—	—	5 (с ранцем)

Полуавтоматы для сварки в защитных газах неплавящимся электродом

А-533	1,6—2*	150	3,6—11,1	13,2—40,2	—	350	85	190	5,5
АП-4	—	0,5—30 ($T_{ц}$=600 с)	—	—	—	565	300	340	35 (аппарата)
АП-5	—	1,5—100 ($T_{ц}$=600 с)	—	—	—	660	350	385	50 (аппарата)
АП-6	—	5—300 ($T_{ц}$=600 с)	—	—	—	850	410	485	100 (аппарата)
ПШВ-1М	1—2*	400	2,8—22	10—80	—	—	—	—	3,8 (с ранцем)
ПШВ-3	1—2,5*	300	2,8—22	10—80	—	—	—	—	23

Полуавтоматы для сварки под флюсом и в защитных газах

А-1035	1,6—3,5	450	16,1—161	58—580	3,5	900	660	420	25,5
А-1197П	1,6—3	500	25—250	90—900	3	960	660	560	35
А-1197С	1,6—3	500	25,5—255	92—920	3	960	660	560	35

Полуавтоматы для сварки без внешней защиты

А-765	1,6—2	440	16,1—161	58—580	3,5	760	500	550	52
А-1114М	1,6—2	500	30—119	106—428	2,5	364	290	130	10,5
А-1234	1,6—2	350	30—119	106—428	—	364	290	130	10,5
«Луч»	0,6—1	80 (ПВ=25%)	—	—	3	370	180	320	2

Полуавтоматы для сварки чугуна

А-1074М	2,8—3,5	1200	25,5—256	92—926	3,5	1132	560	1300	54
А-1072С	2,8—3,5	2000	25,5—256	92—926	3,5	1132	560	1250	100

Примечание. Звездочкой отмечен диаметр сварочной проволоки.

246. Сварочные тракторы для электродуговой сварки

Марка	Диаметр электрода, мм	Скорость подачи электродной (или сварочной) проволоки		Скорость сварки		Пределы регулирования сварочного тока, А	Габарит, мм			Масса, кг
		$1 \cdot 10^{-3}$ м/с	м/ч	$1 \cdot 10^{-3}$ м/с	м/ч		длина	ширина	высота	
ТС-17МУ	1,6—5	14—112	52—403	4,4—35	16—126	200—1200	740	350	520	42
ТС-17Р	1,6—5	16—128	57—440	4,4—35	16—126	400—1200	740	300	520	42
ТС-32	2—5	30—80	137—284	6,6—14	24—50	400—1000	765	500	550	77
ТС-33	1,2—3	24—186	86—668	2,2—17	8—60	120—500	800	400	465	45
А-1370 (ТС-42)	2—5	17—277	60—1000	3,3—33	12—120	До 1000	700	310	450	40
АДС-1000-2	3—6	8,3—33	30—120	4,3—19,5	15—70	До 1000	1010	344	662	65
АДС-1000-4	2—5	8,3—33	30—120	3,3—33	12—120	400—1200	1010	370	665	65
АДФ-500	1,6—2,5	—	150—720	—	15—70	До 500	590	265	425	28
АДФ-1601	3—6	17—100	60—360	3,3—33	12—120	600—1800	—	—	—	70
ТС-41	2—3,5	39—390	140—1400	3,1—31	11,2—112	200—800	800	400	770	80
ДТС-24М	1,6—4	13,2—114	47,6—410	4,3—23,6	15,3—85	До 1000	1070	375	670	62
ДТС-38	2—5	16,1—161	58—580	4,4—44	16—160	До 1500	900	410	930	85
АДСП-1	1—3	28—280	100—1000	3,3—28	12—100	До 400	710	560	600	38,5
АДСП-2	1—3	28—222	100—800	3,3—22	12—80	До 400	560	600	480	63
ТС-49	0,8—1,2	60—90	210—320	14—21	50—75	50—250	500	230	440	21
АДПГ-500	0,8—2,5	41,7—200	150—720	4,2—19,5	15—70	До 500	570	265	425	22
АДСВ-2	1—6	2,8—21,7	10—78	2,8—22	10—80	До 400	560	600	480	70
АДСВ-5	1—4	2,8—280	10—1000	2,8—25	10—90	До 300	825	450	790	65
АДН-300	2—6	5—7,3	18—26,4	4,2—22	15—80	До 300	740	420	550	37
ТС-35	1,6—5	14—140	50—500	3,3—33	12—120	400—1000	850	365	490	48
ТС-35П										
А-1181 (ТС-42)	1,2—3	27,7—277	100—1000	3,3—33	12—120	До 500	570	310	440	36

7.6. Оборудование для контактной сварки (табл. 247—255).

247. Точечные машины с педальным приводом

Величина, единица величины	Марка			
	АТП-25	АТА-40-8	АТП-50	АТП-75
Номинальная мощность, кВ·А	25	40	50	75
Напряжение питающей сети, В	220, 380	220, 380	220, 380	220, 380
Номинальный сварочный ток, А	9000	9500	11 500	14 000
соответственно при ПВ, %	20	12,5	12,5	12,5
Максимальные:				
толщина свариваемых деталей из низкоуглеродистой стали, мм	3+3	2+2	4+4	5+5
диаметр стержней при крестовом соединении, мм	12+12	8+8	16+16	20+20
Полезный вылет электродов, мм	250	360	350	350
Габарит, мм:				
длина	980	1040	1025	1025
ширина	460	690	635	635
высота	1110	1750	1290	1290
Масса, кг	225	720	450	500

248. Стыковые машины с пружинным или рычажным приводом

Марка	Номинальная мощность, кВ·А	ПВ, %	Напряжение питающей сети, В	Номинальный сварочный ток, А	Максимальное сечение свариваемых изделий, мм		Максимальное усилие, даН или кгс		Число сварок в 1 ч	Габарит, мм	Масса, кг
					из стали	из меди	зажатия	осадки			
АСИФ-5	5	20	220, 380	3200	60	25	—	125	120	660×400×670	100
МС-301 (взамен АСП-10)	5	12,5	220/380	3200	50	20	500	120	200	970×755×1180	170
МС-501 (взамен АСП-10)	10	12,5	380	5000	78	28	500	240	200	1170×955×1180	180
МСР-25	25	20	220, 380	—	300	—	150	2000	110	880×1250×1270	260
МС-1202 (взамен МСР-50 и МСР-75)	55	20	220/380	12 500	600	—	5000	3200	100	1000×775×1700	720
МС-1602 (взамен МСР-100)	96,5	20	220/380	16 000	1000	—	7500	5000	60	1000×775×1700	750

249. Стыковые машины с механизированным приводом

Тип, марка, модель	Номинальная мощность, кВ·А	Напряжение питающей сети, В	Максимальное			Наибольшая скорость осадки, $1 \cdot 10^{-3}$ м/с	Число сварок в 1 ч	Габарит, мм	Масса, кг
			сечение свариваемых изделий, мм	усилие, даН или кгс					
				зажатия	осадки				
МС-50-1	50	220, 380	600	2 000	3 000	—	180	2060×750×1050	550
АСАМ-100	100	380	300	—	—	—	60	—	1360
МС-1604	100	380	1 500	10 000	5 000	—	100	1928×1100×1415	1750
МСМУ-150	150	380	2 000	10 000	6 500	30	80	2000×1580×1300	2000
МС-200	150	380	1000	10 000	6 300	80	100	1467×2278×1247	2860
К-135	150	380	10 000	120 000	45 000	—	20	2370×1000×2300	7300
К-228	150	380	Труба (100×10) мм	—	—	—	50	5025×1950×1175	3350
К-600	150	380	4 000	26 000	13 000	40	60	1660×3000×2020	3000
К-190ПА	170	380	18 000	180 000	80 000	25	12	2200×1060×2330	7500
МСТ-200	200	380	1 000	20 000	15 000	50	—	—	—
МСГА-300	300	380	5 000	35 000	25 000	—	20	—	7500
МСЛ-300-2	300	380	3 000	50 000	22 000	200	70	4200×2035×2500	6700
К-340	300	380	10 000	115 000	50 000	200	18	2220×1150×2850	7890
К-163	500	380—500	25 000	200 000	100 000	30	12	3067×1000×2395	7000
МСГА-500	500	380	8 000	35 000	25 000	—	20	—	8000
МСЛ-500-2	500	380	4 000	50 000	22 000	200	70	4200×2035×2500	7000

250. Точечные машины с механическим приводом

Марка	Номинальная мощность, кВ·А	Напряжение питающей сети, В	Сварочный ток, кА	Режим работы ПВ, %	Толщина свариваемых изделий, мм	Максимальное усилие сжатия электродов, даН или кгс	Полезный вылет электродов, мм	Число сварок		Габарит, мм	Масса, кг
								в 1 с	в 1 мин		
МТ-501 (взамен АТП-5)	9,2	220/380	5	20	От 0,2+0,2 до 1+1	100	250	2,5	150	830×452×1237	210
МТ-601 (взамен АТП-10)	14,2		6,3	20	От 0,2+0,2 до 2+2	200	250	2,5	150	830×452×1237	215
МТ-809 (взамен МТПР-25)	20		8	20	От 0,2+0,2 до 3+3	300	200—315	2,5	150	1083×410×1400	325
МТП-50	50	380	10	—	От 2+2 до 5+5	200	350	1	50	—	—
МТ-1209 (взамен МТПР-50)	50		12,5	—	От 0,5+0,5 до 4+4	500	250—420	2,5	150	1230×380×1538	440
МТ-1207 (взамен МТП-75-13)	54		12,5	20	От 1,6+1,6 до 5+5	500	500	3	200	1400×450×1820	435
МТ-1609 (взамен МТПР-75)	85	220/380	16	20	От 0,5+0,5 до 5+5	630	350—600	2,5	150	1340×430×1574	540
МТ-1606	86	380	16	20	От 0,8+0,8 до 2,5+2,5	630	500	6	350	1400×450×1820	450
МВТ-1601	100		16	50	Сечение 6400 мм²	5 000	—	—	0,2	1330×1200×1960	890
МТ-1610	100		16	20	До 4+4	700	500	—	—	1370×780×2120	750
МТ-2707	170		25	20	От 1+1 до 4,5+4,5	1 600	500	2,5	150	. . .	615
МС-2507	170		25	20	От 4,5+4,5 до 10+10	1 400	500	2,5	150	. . .	. . .
МТ-2510	170		25	20	От 4,5+4,5 до 10+10	1 400	500	2,5	150	. . .	. . .
МТП-200/1200	190		25	20	До 4+4	2 400	1200	—	—	2280×780×2270	1 650
МТПУ-300	300		32	8	От 0,3+0,3 до 1,5+1,5	—	500	1,5	90	1395×716×2070	850
МТП-400	400		37	20	До 8+8	3 250	500	0,6	40	1610×840×2550	1 360
МТПТ-400	400	380	78,5	8	От 0,8+0,8 до 2,5+2,5	—	1500	0,6	40	3820×1240×3190	7 200
МТПР-500/3100	500		—	20	До 2,5+2,5	850	3100	—	—	4900×1000×2160	2 950
МТВ-63	500		63	32	До 12+12	—	1200	—	—	3910×1440×3430	8 700
МТВ-80	—		80	20	От 0,8+0,8 до 5+5	6 300	1500	—	20	3750×1150×3455	8 000
МТВ-160	—		160	12,5	От 3+3 до 8+8	16 000	1500	—	10	4000×1160×3635	15 000
МТПТ-600	600		100	8	От 1,5+1,5 до 4+4	2 600	1500	—	20	—	13 500

251. Подвесные точечные машины

Марка	Номинальная мощность, кВ·А	Напряжение питающей сети, В	Номинальный сварочный ток, кА	Режим работы ПВ, %	Число ступеней регулирования вторичного напряжения	Пределы регулирования вторичного напряжения, В	Толщина свариваемых изделий, мм	Максимальное усилие сжатия электродов, даН или кгс	Вылет электродов, мм	Габарит, мм	Масса, кг
К-201М	25	—	7,5	20	—	—	2+2	220	—	—	Клещи 22
МТПП-75	75	220 и 380	8	20	—	5,06—19	От 0,5+0,5 до 1,5+1,5	—	—	1300×660×2050	350
Клещи:											
КТП-1	—	—	—	—	—	—	Пруток от 5+5 до 16+16	320	50	512×150×316	10,4
КТП-2	—	—	—	—	—	—	Пруток от 5+5 до 10+10	250	140	365×296×285	9,8
МТПГ-75-6	75	220 и 380	8,2	20	16	—	—	—	—	Трансформатор 1300×660×2050	350
Клещи:											
КТГ-75-1-1	—	—	—	—	—	—	1,5+1,5	275	42	433×390×120	12,5
КТГ-75-2	—	—	—	—	—	—	1,5+1,5	200	125	460×325×125	12,5
КТГ-75-3-1	—	—	—	—	—	—	1,5+1,5	260	140	315×212×255	9
КТГ-75-5	—	—	—	—	—	—	1,5+1,5	325	42	472×275×100	14,5
К-243В	90	380	...	8	—	3,05—6,36	Прутки 14+40 или 18+18	750	—	895×265×360	75
МТПГ-150-2	150	—	...	20	—	4+4	4+4	800	280	—	475
МТП-1202	170	380	12,5	20	6	—	—	—	—	—	—
МТПГ-1203	170	380	12,5	20	—	—	Пруток от 4+4 до 10+10	—	—	—	480
Клещи:											
КТГ-12-3-1	—	—	—	—	—	—	От 0,5+0,5 до 4+4	500	150	340×50	20
КТГ-12-3-2	—	—	—	—	—	—	От 0,5+0,5 до 2,5+2,5	250	300	270×90	25
МТПГ-200	200	—	—	25	—	5,85—21,1	Лист 6+6, пруток 20+20	800	280	—	—
МТП-1601	220	380	16	20	6	—	—	—	35	—	—
МТГА-500	500	—	—	6	—	4,44—13,5	Пруток 60+60	12 800	160	—	—

252. Машины для рельефной и точечной сварки

Марка	Номинальная мощность, кВ·А	Напряжение питающей сети, В	Номинальный сварочный ток, кА	Режим работы ПВ, %	Толщина детали, мм	Число одновременно свариваемых рельефов на деталях из низкоуглеродистой стали	Максимальная толщина деталей при точечной сварке, мм	Число сварок в 1 мин	Вылет электродов, мм	Максимальное усилие сжатия электродов, даН или кгс	Габарит, мм	Масса, кг
МР-1607	70	—	16	—	—	—	2,5+2,5	160	300	800	—	430
МР-2507	131	220/380	25	20	—	—	4,5+4,5	150	300	1600	500×1470×2100	615
МРП-150	130	—	20	—	—	—	5+5	65	350	1400	—	885
МРП-200	180	—	25	—	—	—	6+6	65	350	1400	—	910
МРП-300	260	—	32	—	—	—	7+7	40	320	3500	—	1280
МРП-400	370	—	40	—	—	—	8+8	40	320	3500	—	1350
МРВ-63	450	380	63	32	6+6 4+4 2+2 1+1	2 3 5 8	От 2+2	—	—	—	3130×1090×3375	7000
МР-6303	500	380	63	—	4+4 2+2 1+1	5 10 15	—	—	300	3200	—	—
МР-8002	800	380	80	—	4+4 2+2 1+1	7 12 19	—	—	300	5000	—	—
МР-10003	1200	380	100	—	4+4 2+2 1+1	9 15 23	—	—	300	8000	—	—

253. Специализированные машины для сварки арматуры железобетонных конструкций

Марка	Номинальная мощность, кВ·А	Номинальный сварочный ток, кА	Режим работы ПВ, %	Число ступеней регулирования вторичного напряжения	Пределы регулирования вторичного напряжения, В	Диаметр свариваемых прутков, мм	Максимальное усилие сжатия электродов, даН или кгс	Производительность машины, м/мин	Габарит, мм	Масса кг
Машины для сварки сеток										
МТМ-32	200	20	20	4	От 4,6 до 5,8	—	1000	—	—	—
МТМС-10Х35	225	8	12,5	8	—	От 3+6 до 3+8	200	2	2950×1400×1650	3800
К-567	300	—	—	8	—	2+2,5	3240 (суммарное)	0,25	2750×2000	—
АТМС-14Х75-7	1350	12,5	8	8	От 2,87 до 6,31	От 3+10 до 3+12	460	4,5	5200×3432×1716	800
Машины для сварки каркасов										
МТ-603	—	6,3	20	—	—	—	250	—	—	—
МТМ-33	100	16	12,5	—	—	—	630	—	—	—
МТМ-0,9	175	12,5	20	8	От 2,87 до 6,31	3+10	500	—	—	—
МТМК-3Х100-3	270	12,5	20	16	От 2,32 до 7,25	От 4+12 до 5+25	1250	6	3400×1340×1970	2700
МТМК-2Х150	300	—	20	16	—	24	700	3	3285×2140×1650	3500
МТМ-35	1000	25	32	8	От 4,85 до 9,71	От 6+12 до 12+40	1000	—	—	—

Примечание. Напряжение питающей сети для приведенных машин равно 380 В.

254. Машины для шовной сварки

Марка	Номинальная мощность, кВ·А	Напряжение питающей сети, В	Номинальный сварочный ток, кА	Режим работы ПВ, %	Толщина свариваемых изделий, мм	Вылет электродов, мм	Максимальное усилие сжатия электродов, даН или кгс	Габарит, мм	Масса, кг
МШ-1001 (взамен МШМ-25М)	27	220/380	10	50	От 0,2+0,2 до 1,2+1,2	400	250	1404×520×1256	500
МШ-1601 (взамен МШМ-500М)	75	220/380	16	50	От 0,25+0,25 до 1,5+1,5	400	500	1455×510×1770	620
МШВ-16	120	380	16	50	От 0,3+0,3 до 2,5+2,5	—	2000	3360×760×2940	3500
МШ-2001	130	380	20	50	От 0,5+0,5 до 1,8+1,8	800	800	2250×900×2150	1250
МШШИ-400	400	380	—	—	2,5+2,5	1200	800	2650×1420×3350	6500

255. Игнитронные контакторы (прерыватели)

Марка		Мощность, кВ·А	Ток, А	ПВ, %	Расход охлаждающей воды, л/с	Масса, кг
прерывателя	лампы					
ПИТ-50-4	ИГ-70/0,8	0,25	500	20	0,07	120
ПИТ-100-4	ИГ-140/0,8	0,25	1000	20	0,1	120
ПИТ-200-4	ИГ-350/0,8	0,25	2000	20	0,2	120
ПИШ-50-4	ИГ-70/0,8	0,25	250	50	0,07	120
ПИШ-100-4	ИГ-140/0,8	0,25	400	50	0,1	120
ПИШ-200-4	ИГ-350/0,8	0,25	800	50	0,2	120
КИА-20	И-20/1,5	73	200	20	0,02	7
КИА-50	И-70/0,8	180	500	20	0,05	12
КИА-100	И-140/0,8	380	1050	20	0,07	24
КИА-200	И-350/0,8	650	1800	20	0,14	38

8. ЭЛЕКТРОПРОГРЕВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

8.1. Способы электротермообработки (табл. 256—258).

256. Методы электротермообработки бетона и рациональные области их применения

Метод электротермообработки бетона	Краткая характеристика и рациональная область применения	Ориентировочный расход электроэнергии на 1 м³ бетона, кВт·ч	Примечание
	Электропрогрев		
Электродный (сквозной)	Прогрев сборных и монолитных бетонных и малоармированных железобетонных изделий и конструкций путем пропускания тока через всю толщу бетона. Применение наиболее эффективно для ленточных фундаментов, а также колонн, стен и перегородок толщиной до 50 см, блоков, стен подвалов	80—120	Режимы прогрева — мягкие. Скорость подъема температуры не должна превышать 20° С/ч. В качестве электродов используют стержни и струны диаметром не менее 6 мм или полосы шириной не менее 15 мм, выполненные из листовой стали и нашиваемые на внутреннюю поверхность опалубки
Периферийный	Прогрев периферийных зон бетона массивных и средней массивности бетонных и железобетонных сборных изделий и монолитных конструкций. Применяется в качестве одностороннего прогрева изделий и конструкций, имеющих толщину не более 20 см, и двустороннего прогрева при толщине изделий и конструкций более 20 см (ленточные фундаменты,	80—120	При прогреве массивных конструкций необходимо поддерживать температуру в периферийных слоях на 5—10° С ниже или на уровне температуры в ядре. Режимы прогрева — мягкие. Скорость подъема температуры — не выше 10° С/ч,

Продолжение табл. 256

Метод электротермообработки бетона	Краткая характеристика и рациональная область применения	Ориентировочный расход электроэнергии на 1 м³ бетона, кВт·ч	Примечание
	бетонные подготовки и полы, плоские перекрытия и доборные элементы, стены и перегородки и т. д.)		В качестве электродов применяют стержни, полосы, ленты из сплошного или напыленного металла, закрепленные (напыленные) на опалубку или на специальные щиты, устанавливаемые на неопалубленную поверхность конструкций (при прогреве бетона в конструкциях с большой открытой поверхностью)
С использованием в качестве электродов арматуры	Прогрев сборных изделий и монолитных конструкций, армированных отдельными, не связанными между собой стержнями, плоскими каркасами и пр.	80—120	Режимы прогрева — мягкие. Скорость подъема температуры — не выше 10° С/ч.
	Электронагрев		
Нагрев в электромагнитном поле (индукционный)	Нагрев железобетонных конструкций линейного типа с равномерно распределенной по сечению арматурой путем устройства индуктора вокруг элемента. Применяют при прогреве практически всех видов сборных изделий и монолитных конструкций, таких как колонны, ригели, балки, прогоны, элементы рамных конструкций	120—150	Режимы прогрева — мягкие. Скорость подъема температуры — не выше 20° С/ч. Нагрев бетона происходит от нагреваемой в электромагнитном поле арматуры или от металлической формы
Обогрев в камерах с излучающими поверхностями	Обогрев сборных железобетонных изделий в камерах, оборудованных индукторами. Применяют преимущественно при изготовлении плит перекрытий и покрытий, панелей стен	100—180	—
	Электроразогрев		
Предварительный	Бетонную смесь быстро разогревают вне формы, укладывают и уплотняют в горячем состоянии	50—90	Для конструкций с $M_п$ = =6 требуемая прочность достигается путем термосного выдерживания

Продолжение табл. 256

Метод электротермообработки бетона	Краткая характеристика и рациональная область применения	Ориентировочный расход электроэнергии на 1 м³ бетона, кВт·ч	Примечание
	Применяют при возведении монолитных бетонных и железобетонных конструкций с $M_п$=12 и при изготовлении изделий в заводских условиях		Для конструкций с $M_п$=6...12 необходим дополнительный прогрев или обогрев бетона (что увеличит расход электроэнергии)
В форме с повторным уплотнением	Бетонную смесь в холодном состоянии укладывают и уплотняют в форме, а затем быстро разогревают и повторно уплотняют. При изготовлении сборных и возведении монолитных бетонных и малоармированных железобетонных конструкций	50—70	То же
В процессе виброформования	При изготовлении тонкостенных слабоармированных конструкций и линейных элементов с одиночной арматурой	50—60	Отформованные изделия целесообразно сразу же помещать в среду с повышенной температурой

257. Ориентировочные значения удельной электрической мощности при разогреве бетонной смеси от 10 до 70° С, кВт/м³

Продолжительность разогрева, мин	*В заводских условиях*	*В построечных условиях*
5	550	625
10	275	313
15	184	213
20	138	156

258. Удельная мощность, необходимая для прогрева бетона полосовыми электродами с односторонним размещением, кВт/м³

Напряжение, В	Среднее удельное сопротивление, Ом·см	Расстояние между осями электродов, см							
		10		20		30		40	
		Ширина электродов, см							
		2	5	2	5	2	5	2	5
		Толщина конструкции 30 см							
51	200	13,8 / 10,6	19,1 / 14,8	6,22 / 4,9	8,3 / 6,65	3,79 / 3,04	4,92 / 4,03	2,62 / 2,13	3,34 / 2,78
	800	3,45 / 2,65	4,78 / 3,7	1,56 / 1,23	2,08 / 1,66	—	—	—	—
	1600	1,73 / 1,33	2,39 / 1,85	—	—	—	—	—	—
60	200	19,1 / 14,62	2,62 / 20,2	8,58 / 6,76	11,42 / 9,17	5,24 / 4,2	6,8 / 5,56	3,62 / 2,94	4,61 / 3,84
	800	4,77 / 3,66	6,6 / 5,11	2,15 / 1,7	2,87 / 2,29	—	—	—	—
	1600	2,39 / 1,84	3,3 / 2,55	—	—	—	—	—	—
70	200	26 / 19,9	35,91 / 27,9	11,68 / 9,22	15,6 / 12,49	7,12 / 5,72	9,25 / 7,56	4,92 / 4,01	6,27 / 5,22
	800	6,48 / 4,98	9 / 6,95	2,93 / 2,32	3,91 / —	—	2,31 / 1,9	—	—
	1600	3,25 / 2,49	4,5 / 3,44	—	—	—	—	—	—
87	200	—	—	18,12 / 14,27	24,17 / 19,34	11,02 / 8,85	14,29 / 11,17	7,63 / 6,19	9,72 / 8,1
	800	10,05 / 7,72	13,92 / 10,74	4,54 / 3,58	6,05 / 4,83	2,76 / 2,21	3,57 / 2,94	—	2,44 / 2,02
	1600	5,04 / 3,87	6,95 / 5,38	2,27 / 1,79	3,02 / 2,41	—	—	—	—
106	200	—	—	26,85 / 21,19	35,84 / 28,73	16,33 / 13,1	21,2 / 17,4	11,3 / 9,2	14,4 / 11,98
	800	14,96 / 11,5	20,6 / 15,93	6,65 / 5,32	8,98 / 7,16	4,1 / 3,28	5,32 / 4,36	2,84 / 2,28	3,62 / 3,02
	1600	7,48 / 6,55	10,3 / 7,99	3,37 / 2,64	4,49 / 3,58	2,05 / 1,64	2,66 / 2,18	—	—

Продолжение табл. 258

Напряжение, В	Среднее удельное сопротивление, Ом·см	Расстояние между осями электродов, см							
		10		20		30		40	
		Ширина электродов, см							
		2	5	2	5	2	5	2	5
127	200	—	—	38,55 30,38	51,5 41,21	23,48 18,82	30,43 24,98	16,24 13,2	20,62 17,23
	800	21,4 16,43	29,6 22,94	9,68 7,56	12,88 10,2	6,84 4,82	7,64 6,25	4,09 3,28	5,21 4,34
	1600	10,7 8,72	14,8 11,47	4,84 3,78	6,44 5,25	2,92 2,36	3,82 3,12	2,05 1,64	2,61 2,17
Толщина конструкции 5 см									
51	200	—	—	25,46 23,74	30,75 30,2	12,97 11,59	13,92 13,75	7,14 6,86	7,9 7,83
	800	20,92 18,71	29,17 28,2	6,37 5,94	7,69 7,55	3,24 2,9	3,48 3,44	1,79 17,2	1,98 1,96
	1600	10,46 9,35	14,58 14,1	3,18 2,97	3,84 3,78	1,62 1,45	1,74 1,72	0,89 0,86	0,99 0,98
60	200	—	—	—	—	17,95 16,04	19,26 19,03	9,88 9,49	10,94 10,84
	800	28,95 25,89	40,37 39,03	8,81 8,22	10,64 10,45	4,49 4,01	4,82 4,76	2,47 2,37	2,73 2,71
	1600	14,48 12,94	20,18 19,52	4,41 4,12	5,32 5,23	2,24 2,0	2,41 2,38	1,24 1,19	1,37 1,36
70	200	—	—	—	—	24,44 21,84	26,22 25,9	13,45 12,92	14,89 14,75
	800	—	—	11,99 11,18	14,48 14,23	6,11 5,46	6,56 6,48	3,36 3,23	3,72 3,69
	1600	19,71 17,62	27,47 26,57	6 5,59	7,24 7,11	3,06 2,73	3,28 3,24	1,68 1,62	16,86 1,84
87	200	—	—	—	—	—	—	20,77 19,96	22,99 22,78
	800	—	—	18,52 17,27	22,37 21,97	9,44 8,43	10,13 10,0	5,19 4,99	5,75 5,7
	1600	—	—	9,26 8,64	11,19 10,99	4,72 4,22	5,06 5,0	2,6 2,5	2,83 2,85

Продолжение табл. 258

Напряжение, В	Среднее удельное сопротивление, Ом·см	Расстояние между осями электродов, см							
		10		20		30		40	
		Ширина электродов, см							
		2	5	2	5	2	5	2	5
106	800	—	—	—	—	14,01 12,52	15,03 14,85	7,71 7,41	8,53 8,46
	1600	—	—	13,75 12,82	16,61 16,31	7 6,26	7,52 7,43	3,86 3,71	4,27 4,23
127	800	—	—	—	—	20,12 17,97	21,58 21,32	11,07 10,64	12,25 12,14
	1600	—	—	—	—	10,05 8,98	10,79 10,66	5,53 5,32	6,13 6,07

Примечание. В числителе приведена мощность для трехфазного тока, в знаменателе — для однофазного.

8.2. Расчет электрической мощности установок электротермообработки (табл. 259, 260).

259. Формулы расчета электрической мощности при электротермообработке бетона и железобетонных изделий

Наименование	Формула
Удельная электрическая мощность при прогреве бетона	$P = P_1 + P_2 + P_3 - P_4$
Удельная мощность, необходимая для разогрева бетона	$P_1 = c_i \gamma_i (t_1 - t_2)/3600\ \tau_i$
Удельная мощность, необходимая для разогрева формы или опалубки	$P_2 = \dfrac{\Sigma c_i \gamma_i \delta_i M_п}{3600\tau_1} \dfrac{t_1 - t_2}{2}$
Мощность, необходимая на восполнение теплопотерь в окружающую среду	$P_3 = [kM_п(t_1 + t_2 - 2t_3)]/(864 \cdot 2)$

Наименование	Формула
Удельный расход электроэнергии для прогрева бетона	$W_h = P\tau_1 + P_и\,\tau_2$
Удельная мощность, требуемая в период изотермического прогрева	$P_и = 1{,}16\cdot10^{-3}kM_п(t_1 - t_3)\alpha$
Удельное сопротивление бетона по экспериментальной методике	$\rho = Us/Ib = Rs/b$
Начальное удельное сопротивление при нормальной температуре (20° С)	$\rho_{нач} = \dfrac{1400 - B}{0{,}4B}\left(44 - 76\lg\dfrac{kII}{B}\right)$
Удельное сопротивление бетона, определяемое способом «амперметра-вольтметра»	$\rho = [(U/I - R_а)]\,s/l = (Us/II) - (R_а s/l)$
Расчетное удельное сопротивление бетона	$\rho_э = (\rho_1 + \rho_2)/2$, при известном ρ_1 можно принять: для тяжелых бетонов — $\rho_э$=0,85; для легких бетонов $\rho_э$=0,8; при неизвестном ρ_1 можно принять для бетонов, приготовленных на плотных заполнителях, $\rho_э$=5 Ом·м, на пористых заполнителях — $\rho_э$=8,0 Ом·м
Электродный прогрев	
Удельная электрическая мощность при прогреве бетона с помощью пластинчатых электродов. Электрическую мощность P при сквозном электропрогреве полосовыми электродами с двусторонним размещением определяют по номограмме рис. 65 умножением на коэффициент z (см. табл. 258)	$P = U^2\cdot10^{-3}/(b^2\rho_э)$ $z = \dfrac{1}{1 + (\alpha b/\pi B)\ln(b/2a)}$.
Удельная электрическая мощность при периферийном прогреве бетона полосовыми электродами, расположенными с каждой стороны конструкции	$P = \dfrac{1{,}57\,U^2\cdot10^{-3}}{\rho_э bB\left(\alpha\ln\dfrac{4B}{\pi a} + \dfrac{\pi b}{2B}\right)}$, α=3/2 — при трехфазном токе; α=2 — при однофазном токе
Удельная электрическая мощность при прогреве бетона плоскими группами стержневых электродов. При диаметре электродов 6 мм удельную мощность можно определить по номограмме рис. 66	$P = \dfrac{3{,}14U^2\cdot10^{-3}}{\rho_э bh[\alpha\ln h/(\pi d_1) + \pi b/h]}$
Удельная электрическая мощность при электропрогреве конструкций с сильно насыщенной арматурой. Для стержневых электродов диаметром 6 мм удельную мощность можно определить по графику рис. 67	$P = \dfrac{3{,}14U^2\cdot10^{-3}}{\rho_э b^2[\alpha_1\ln b/(\pi d) + \pi]}$
Удельная электрическая мощность при электропрогреве бетонных элементов малого сечения (стыки шириной до 3—4 см) и использовании одиночных стержневых электродов, подключенных к разным фазам сети	$P = \dfrac{3{,}14U^2\cdot10^{-3}}{\rho_э bB[\alpha\ln B/(\pi d) + \pi b/B]}$

Наименование	Формула
Удельная мощность при электропрогреве монолитных или сборных железобетонных конструкций и изделий квадратного сечения, армированных продольными стержнями и изготавливаемых в форме с металлическими бортами или в деревянной опалубке с внутренней поверхностью бортов, обитой кровельной сталью. Номограмма (рис. 68) дана применительно к диаметру арматурных стержней, равному 16 мм	$$P = \frac{6{,}28U^2 \cdot 10^{-3}}{\rho_3 B^2 \ln (b/d_2)}$$ Для конструкций прямоугольного сечения, армированных четырьмя продольными стержнями: $$P = \frac{6{,}28U^2 \cdot 10^{-3}}{\rho_3 B^2 \ln \frac{2b}{d_2} \sqrt{\frac{b}{2d_3}}}$$
Условие замены одиночной струны эквивалентным пучком электродов. Диаметр окружности пучка и диаметр электродов можно определить по графику рис. 69	$$D_1 = D_2^{n-1} \sqrt{d_1/(d_2^n)}$$
Фактическая мощность при отклонении удельного сопротивления от расчетного или табличного	$$P = P_m \rho_m/\rho_\Phi$$
Пауза между импульсами подачи напряжения	$$\tau_4 = \tau_3 (U_1/U^2 - 1)$$
Индукционный нагрев	
Удельная активная мощность для термообработки конструкций с активной поверхностью металла	$$\Delta P = 10^3 P_{as}/S_a$$
Активная мощность, выделяемая с поверхности металла. Зависимости ΔP и ρ_H от напряженности H магнитного поля даны на рис. 70	$$\Delta P = \rho_H H^2; \quad \rho_H = \rho_S/(\Delta S)$$
Толщина поверхностного слоя (глубина проникания тока в металл)	$$\Delta S = 5030 \sqrt{\rho_S/(\mu_1 f)}$$
Для схемы индуктивной катушки с железом: число витков индукционной обмотки (индуктора). F_S и Q_S — функции, зависящие: для стального листа толщиной Δ — от аргумента $2\Delta/\Delta_S$ (рис. 71); для стального цилиндра радиусом r — от аргумента $r\sqrt{2}/\Delta_T$ (рис. 72; m — безразмерный коэффициент, определяемый по графику рис. 73;	$$N = U/(z_0 \text{H}),$$ где $$z = \sqrt{r_0^2 + (\omega L_0)^2}$$ $$r_0 = 1{,}1 \rho_H \Sigma \Pi_S F_S$$ $$\omega L_0 = 4 \cdot 10^{-6} S_i m + \rho_H \Sigma \Pi_S Q_S$$
сила тока в индукторе	$$I = Hh/N$$

Наименование	Формула
коэффициент мощности системы	$\cos\varphi = r_0/z_0$
полная мощность системы	$P_s = P_{as}/\cos\varphi$
Для наиболее распространенных условий термообработки индукционным методом параметры системы можно определить по номограммам рис. 74.	
Для схемы трансформатора с сердечником:	
число витков индуктора	$N = 1{,}4\cdot 10^{-3} HhU/P_G$
полная мощность системы	$P_G = \sqrt{1{,}2\,P_{as}^2 + \left(1{,}1P_{as} + 1{,}6\cdot 10^{-6} hfF_s H^2\right)^2}$
сила тока в индукторе	$I = 10^3 P_s/U$
коэффициент мощности системы	$\cos\varphi = 1{,}1P_{as}/P_G$

Контактный электрообогрев

Для проволочных нагревателей, греющих шнуров и кабелей:	
длина нагревателя	$l_2 = (L + a_1)\left(\frac{B}{a_1} - 1\right)$
диаметр нагревателя	$d = \frac{35{,}7}{U}\sqrt{Pl_2\rho_0\,(1 + \beta t_5)}$
уточненная длина нагревателя	$l_2 = \frac{7{,}85\cdot 10^{-4} d^2 U^2}{P\rho_0\,(1 + \beta t_5)}$
поверхностная нагрузка	$W_0 = 318/(dl_2)$
ток, протекающий по нагревателю	$I = \frac{0{,}785Ud^2}{l_2\rho_0\,(1 + \beta t_5)}$
Для сетчатых и пластинчатых электронагревателей:	
ширина ленты:	
для сетчатого нагревателя	$b = \frac{1{,}26\cdot 10^3 Pl_2 c\rho_0\,(1 + \beta t_5)}{U^2 d^2}$; $\rho_0 = \frac{0{,}785d^2R\left(\frac{b}{c} + 1\right)}{l\,(1 + \beta t_5)}$
для пластинчатого нагревателя	$b = \sqrt{\frac{Pl_2 k\rho_0\,(1 + \beta t_5)}{U^2}}$; $k = \frac{b}{\delta}$; δ — толщина ленты, мм

Наименование	Формула
длина (свободная) выпрямленного нагревателя:	
для сетчатого нагревателя	$l_2 = \dfrac{7{,}85 \cdot 10^{-4} U^2 d^2 b}{P c \rho_0 (1 + \beta t_5)}$
для пластинчатого нагревателя	$l_2 = \sqrt[3]{\dfrac{2{,}5 P U^2 R}{(R+1)^2 W_0^2 \rho_0 (1 + \beta t_5)}}$
удельная поверхностная мощность:	
для сетчатого нагревателя	$W_0 = 100P/(bl_2)$
для пластинчатого нагревателя	$W_0 = \dfrac{100P}{(b + 2\delta) l_2}$
ток, проходящий по нагревателю:	
для сетчатого нагревателя	$I = \dfrac{1{,}26 \rho_0 (1 + \beta t_5) U l_2 c}{bd^2}$
для пластинчатого нагревателя	$I = \dfrac{Ub\delta}{l_2 \rho_0 (1 + \beta t_5)}$
Для стержневых, коаксиальных трубчато-стержневых нагревателей:	
глубина проникания магнитного поля (может быть определена по графику рис. 75)	$\Delta_5 = 712 \sqrt{\dfrac{\rho_0 (1 + \beta t_5)}{\mu_1}}$
мощность активных потерь в стальном нагревателе при переменном токе	$P_6 = \dfrac{4 I^2 l_2 \rho_0 (1 + \beta t_5) 10^{-3}}{3 q_0}$
мощность активных потерь в стальном нагревателе при постоянном токе	$P_6 = \dfrac{I^2 l_2 \rho_0 (1 + \beta t_5) 10^{-3}}{q}$
коэффициент поверхностного эффекта (рис. 76)	$k_f = \dfrac{P}{P_1} = \dfrac{4q}{3q_0}$ при $g > 4$
напряженность электромагнитного поля	$H = I/(10\Pi)$
коэффициент площади	$g = q/q_0$
сопротивление нагревателя при прохождении постоянного тока	$R = l_2 \rho_0 (1 + \beta t_5)/q$
сопротивление нагревателя при прохождении переменного тока	$R_a = R k_f$
ток нагрузки одной фазы	$I = 10^3 P/(\sqrt{3}\, U \cos\varphi)$
мощность нагревателя	$P = 10^{-3} I^2 R_a$

Продолжение табл. 259

Наименование	Формула
	Обогрев инфракрасными лучами
Энергетическая освещенность: на стадии подъема температуры	$E_1 = 0{,}75P_1/(\varepsilon F_н)$
на стадии изотермического прогрева	$E_2 = 1{,}25P_з/(\varepsilon F_н)$
Мощность, требуемая для обогрева инфракрасными лучами	$P_1 = \frac{c_i \gamma_i V_i (t_1 - t_з)}{864\tau_1} + c_з\gamma_з \bar{\delta}_1 F_н \frac{t_1 - t_з}{2} + [(\alpha_л + \alpha_к) F_{от} + kF_{оп}] \left(\frac{t_з + t_1}{2} - t_н\right) - ЦЭ_1V_1$
Мощность, требуемая на период изотермического прогрева	$P_з = [(\alpha_л + \alpha_к) F_{от} + kF_{оп}] (t_1 - t_4) - ЦЭ_2V_1$
Мощность инфракрасной установки	$W_у = 1{,}453 \frac{W_m}{\varphi} F_н$, где φ — коэффициент облученности
	Предварительный разогрев бетонной смеси
Удельная электрическая мощность, необходимая для разогрева смеси	$P = P_i \alpha$, α — коэффициент, учитывающий потери тепла: для заводских условий — $\alpha = 1{,}1$; для построечных условий — $\alpha = 1{,}25$

Основные условные обозначения:

t_1, t_2 — температура разогрева или изотермического прогрева бетона соответственно начальная перед прогревом и наружного воздуха, °С;

t_5 — рабочая температура нагревателя, °С;

τ_0 — продолжительность предварительной выдержки, ч;

τ_1, τ_2 — продолжительность соответственно подъема температуры от $t_з$ до t_1 и изотермического прогрева при t_1, ч;

τ_3, τ_4 — продолжительность соответственно импульса и паузы при импульсном способе прогрева, ч;

τ_5 — максимально допустимое время разогрева, ч;

ρ_1, ρ_2, ρ_3 — удельное электрическое сопротивление бетона или бетонной смеси соответственно начальное, минимальное и расчетное, Ом·м;

ρ_s — удельное электрическое сопротивление металла, Ом·см;

$\rho_н$ — удельное поверхностное электрическое сопротивление металла, Ом;

R_0 — электрическое сопротивление материала нагревателя при 0° С, Ом;

R — электрическое сопротивление бетона (бетонной смеси), проводника, нагревателя, индуктора, Ом;

z_0, r_0, ωL_0 — приведенное сопротивление индукционной системы соответственно полное, активное и реактивное, Ом;

$U_з$ $U_і$ — напряжение в сети при обычном и импульсном прогреве, В;

I — сила тока, А;

f — частота переменного тока, Гц;

H — напряженность магнитного поля, А/см;

μ_1 — относительная магнитная проницаемость металла;

μ_2 — коэффициент насыщения сечения конструкции металлом;

F_s, Q_s — функции, зависящие от относительной толщины металла;

S — площадь сечения электрода при электропрогреве, м²;

$S_а$ — активная поверхность металла, с которой выделяется тепло при индукционном прогреве, см²;

$S_і$ — площадь сечения индуктора, см²;

$F_з$ — площадь зазора между индуктором на магнитопроводе и нагреваемым изделием, см²;

$F_н$ — площадь поверхностей, воспринимающих инфракрасное излучение, м²;

$F_{оп}$, $F_{от}$ — площадь соответственно опалубленной и открытой поверхностей конструкции, м²;

q — площадь поперечного сечения проводника нагревателя, м²;

q_2 — площадь поперечного сечения нагревателя, занимаемая слоем, равным Δ при переменном токе, мм²;

Δ_1 — толщина стального листа, см;

Δ_2 — глубина проникания магнитного поля в проводнике, мм;

δ_1, δ_2 — толщина соответственно опалубки и утеплителя, м;

B — толщина (ширина) прогреваемого (обогреваемого) изделия, м;

m — коэффициент формы индуктора;

ε — степень черноты поверхностей;

L — длина прогреваемого (обогреваемого) изделия, м;

l — расстояние между одноименными электродами, м;

l_1 — длина электрода, м;

l_2 — длина (свободная) нагревателя, м;

a — ширина плоских электродов, м;

$a_і$ — шаг нагревателя, м;

b — расстояние между разнофазными электродами, м;

α — коэффициент при электропрогреве, равный $^3/_2$ при трехфазном и 2 при однофазном токе;

d_1, d_2, d_3 — диаметр соответственно электродного стержня, струны и рабочей арматуры, м;

D_1, D_2 — диаметр соответственно окружности пучка и эквивалентный расчетный диаметр пучка струн, см;

n — число струнных электродов в пучке;

n_2 — число участков бетона при групповом импульсном прогреве;

N — число витков индукционной обмотки (индуктора);

c_1, c_2, c_3, c_4 — удельная теплоемкость соответственно бетона, деревянной опалубки, стальной арматуры или стальной опалубки, кДж/(кг·К);

γ_1, γ_2, γ_3, γ_4 — объемная масса бетона, древесины, стали и материала утеплителя, кг/м^3;

V_1 — объем одновременно прогреваемого бетона, м^3;

$h_к$ — высота конструкции или индуктора, см;

$h_р$ — высота зоны разогрева бетона инфракрасной установки, м;

$h_{из}$ — высота зоны изотермического прогрева бетона инфракрасной установки, м;

$h_у$ — высота инфракрасной установки, м;

$h_л$ — высота подвижных строительных лесов, м;

$M_п$ — модуль открытой поверхности конструкции, м$^{-1}$;

$П$ — периметр поперечного сечения проводника, по которому электромагнитная волна проникает в проводник, мм;

$П_1$ — производительность оборудования за период формования изделия, м^3/ч;

$П_i$ — периметр сечения конструкции или индуктора, см;

$П_s$ — периметр сечения металла, с поверхности которого происходит выделение тепла, см;

$Э_1$, $Э_2$ — удельное тепловыделение цемента соответственно в период подъема температуры и изотермического прогрева, кДж/кг;

P — удельная электрическая мощность, необходимая для прогрева 1 м^3 бетона, кВт/м^3;

P_1 — электрическая мощность, необходимая для разогрева бетона, кВт/м^3;

P_2 — удельная электрическая мощность, необходимая для нагрева формы или опалубки, кВт/м^3;

P_3 — электрическая мощность, расходуемая на восполнение теплопотерь в окружающую среду, кВт/м^3;

P_4 — электрическая мощность, эквивалентная экзотермическому теплу, кВт/м^3;

P_5, P_6 — мощность активных потерь в стальном нагревателе, соответственно при переменном и постоянном токе, кВт;

ΔP — удельная активная мощность индуктора, Вт/см^2;

P_{as} — электрическая активная мощность индуктора, кВт;

$P_с$ — полная электрическая мощность индукционной системы, кВ·А;

$Q_н$ — мощность конденсаторной батареи, квар;

$W_о$ — удельная поверхностная мощность нагревателя, Вт/см^2;

$W_у$ — мощность инфракрасной установки, Вт/м^2;

$W_м$ — требуемая мощность инфракрасной установки, Вт.

260. Значения коэффициента Z при сквозном прогреве бетона с двусторонним расположением полосовых электродов

Расстояние между электродами, см	Значение коэффициента Z при отношении $B/(2a)$							
	0,3		0,4		0,6		0	
	Ширина электрода, см							
	2	5	2	5	2	5	2	5
10	0,944 / 0,925	—	0,885 / 0,847	—	0,754 / 0,704	0,952 / 0,934	—	0,85 / 0,806
20	0,862 / 0,825	0,971 / 0,971	—	0,916 / 0,841	—	0,8 / 0,752	—	0,695 / 0,63
30	—	0,925 / 0,9	—	0,854 / 0,818	—	0,73 / 0,671	—	—
40	—	0,884 / 0,854	—	0,82 / —	—	—	—	—
60	—	0,846 / 0,806	—	—	—	—	—	—

Примечание. В числителе приведены значения Z для трехфазного тока, в знаменателе — для однофазного тока.

8.3. Электрооборудование для разогрева бетонной смеси и грунта. Выбор, монтаж и эксплуатацию электрооборудования и энергоснабжение при электротермообработке бетона и грунта выполняют согласно Правилам устройства электроустановок.

Если стенд (секция) или захватка, на которой укладка всего бетона или формовка всех изделий продолжается не более 1—1,5 ч, имеет большую протяженность, то в целях экономии проводов и удобства производства работ рекомендуется разбить его (ее) на отдельные участки. Электропитание этих участков осуществляется от специальных распределительных щитов путем разводки проводов непосредственно к прогреваемому бетону.

Для разводки в пределах захватки или стенда применяют провода с водонепроницаемой гибкой изоляцией или софиты (рис. 77) с проводами или шинами. Разводящие изолированные провода подвешивают на крюках (рис. 78, *а*) к опалубке прогреваемых конструкций либо укладывают на инвентарные козлы (рис. 78, *б*) или изолирующие прокладки.

При изготовлении сборных конструкций толщиной до 20 см в зависимости от требуемой линейной мощности, выделяемой на 1 м длины нагревателя или удельной мощности на 1 м^2 поверхности, рекомендуется применять нагреватели:

стержневые — от 100 до 1000 Вт/м;
трубчатые (ТЭН) — от 2500 до 3500 Вт/м;
коаксиальные — от 100 до 1500 Вт/м;
трубчато-стержневые — от 200 до 300 Вт/м;
индукционные — от 100 до 600 Вт/м;
сетчатые — от 1000 до 3500 Вт/м^2;
пластинчатые — от 1000 до 3500 Вт/м^2.

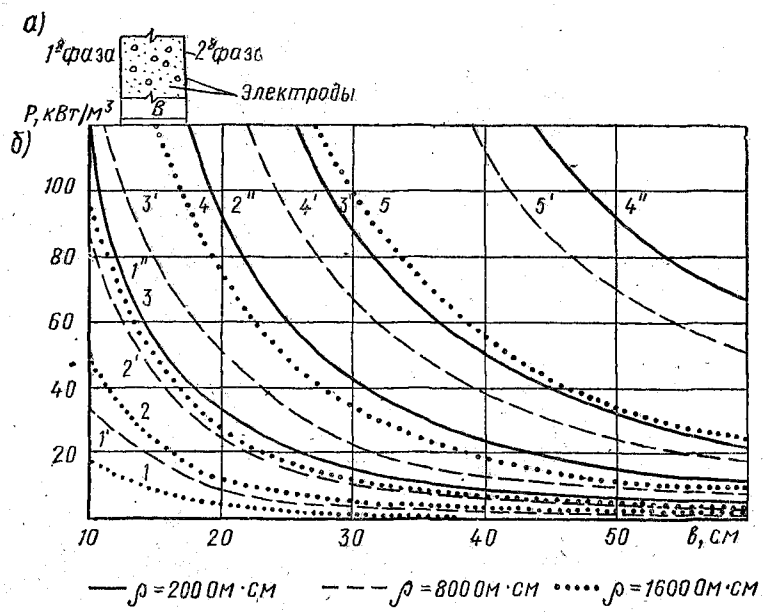


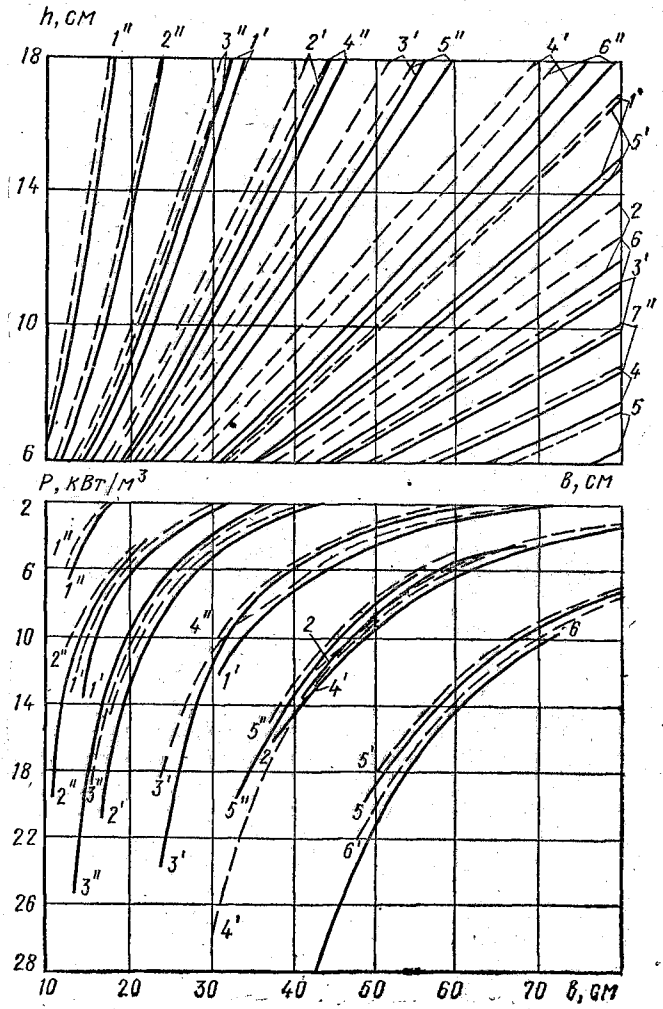
Рис. 65. Прогрев бетона пластинчатыми электродами

а — схема размещения электродов; *б* — график электрической мощности в зависимости от расстояния между электродами; *1*, *1′*, *1″*—51 В (ρ_3 соответственно 16, 8 и 2 Ом·м); *2*, *2′*, *2″*—87 В; *3*, *3′*, *3″*—127 В; *4*, *4′*, *4″*—220 В; *5*, *5′*, *5″*—380 В; *P* — удельная мощность; *b* — расстояние между электродами



Рис. 66. Номограмма для определения электрической мощности при прогреве бетона плоскими группами стержневых электродов

1, *1′*, *1″*—51 В (ρ_3 соответственно 2, 8 и 16 Ом·м); *2*, *2′*, *2″*—60 В; *3*, *3′*, *3″*—70 В; *4*, *4′*, *4″*—87 В; *5*, *5′*, *5″*—103 В; *6*, *6′*, *6″*—127 В; *h* — расстояние между одноименными электродами; *b* — то же, разноименными; *P* — удельная мощность


h, см
18
14
10
6
P, кВт/м³
2
6
10
14
18
22
26
28
10
20
30
40
50
60
70
в, см

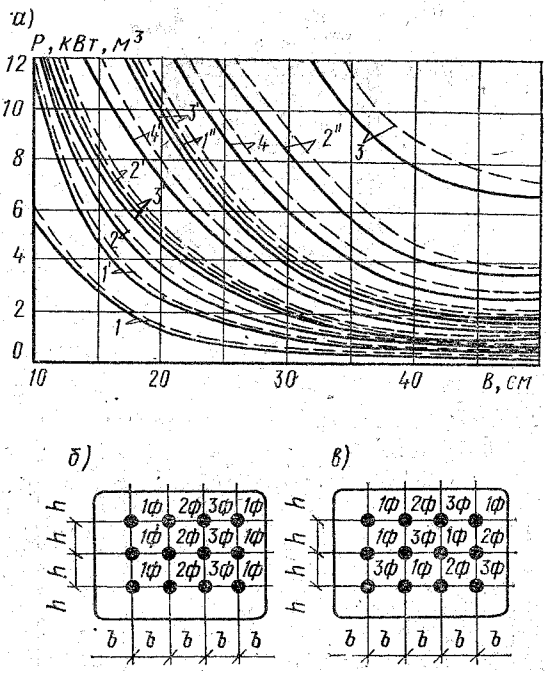


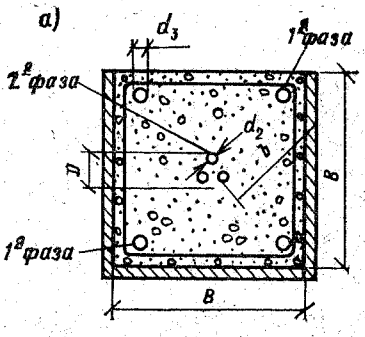
Рис. 67. Прогрев бетона стержневыми электродами, размещенными в шахматном порядке (сплошная линия — однофазный ток; пунктир — трехфазный)

а — график электрической мощности при напряжении на электродах: *1*, *1'*, *1''*—36 В (ρ_3 соответственно 16, 8 и 2 Ом·м); *2*, *2'*, *2''*—51 В; *3*, *3'*, *3''*—70 В; *4*, *4'*, *4''*—87 В; *б* — рекомендуемая схема подключения электродов; *в* — то же, нерекомендуемая; *P* — удельная мощность; *b* — расстояние между электродами

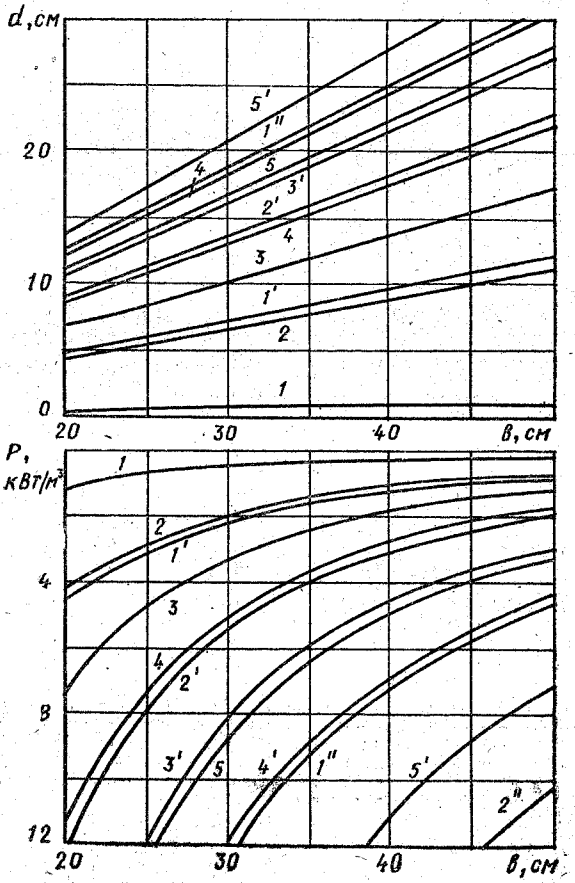
Рис. 68. Схема (*а*) размещения электродов и номограмма (*б*) для определения электрической мощности при прогреве струнными электродами конструкций квадратного сечения с четырьмя арматурными стержнями в углах

1, *1'*, *1''*—38 В (ρ_3 соответственно 16, 8 и 2 Ом·м); *2*, *2'*, *2''*—51 В; *3*, *3'*, *3''*—60 В; *4*, *4'*, *4''*—70 В; *5*, *5'*, *5''*—87 В; *d* — диаметр струны; *P* — мощность; *b* — расстояние между разноименными электродами

а)


d_3
1 фаза
2 фаза
d_2
D
B
1 фаза
B

б)


d, см
20
10
0
5'
1''
4''
5
3'
2'
4
3
1'
2
1
20
30
40
в, см
P, кВт/м³
4
8
12
1
2
1'
3
4
2'
3'
5
4'
1''
5'
2''
20
30
40
в, см

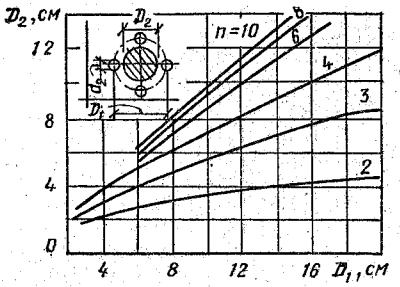


Рис. 69. Эквивалентные диаметры электродов (для d_2 = =0,6 см)

n — число струнных электродов

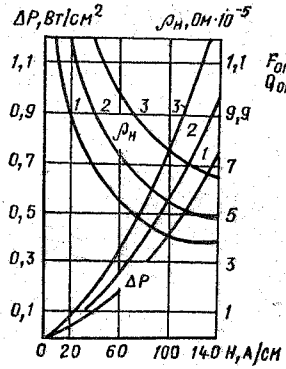


Рис. 70. Зависимость $\rho_н$ и $\Delta P_н$ от напряженности магнитного поля H

1 — $\rho_н = 10 \cdot 10^{-6}$ Ом·мм²/м;
2 — $\rho_н = 20 \cdot 10^{-6}$ Ом·мм²/м;
3 — $\rho_н = 30 \cdot 10^{-6}$ Ом·мм²/м

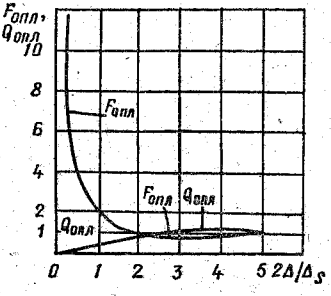


Рис. 71. Функции F_S и Q_S для металлической плиты в зависимости от относительной толщины плиты $2\Delta/\Delta_S$ ($F_{опл} = F_S$; $Q_{опл} = Q_S$)

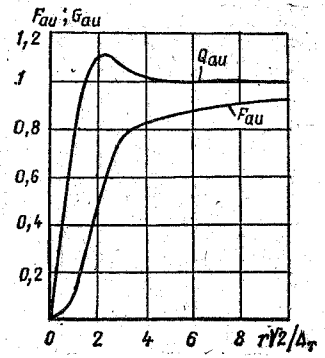


Рис. 72. Функции F_S и Q_S для металлического стержня в зависимости от аргумента $r\sqrt{2}\Delta_т$ ($F_{аи} = F_S$; $Q_{аи} = Q_S$)

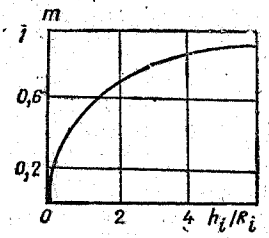


Рис. 73. Коэффициент формы индуктора в зависимости от отношения высоты индуктора h_i к его радиусу R_i

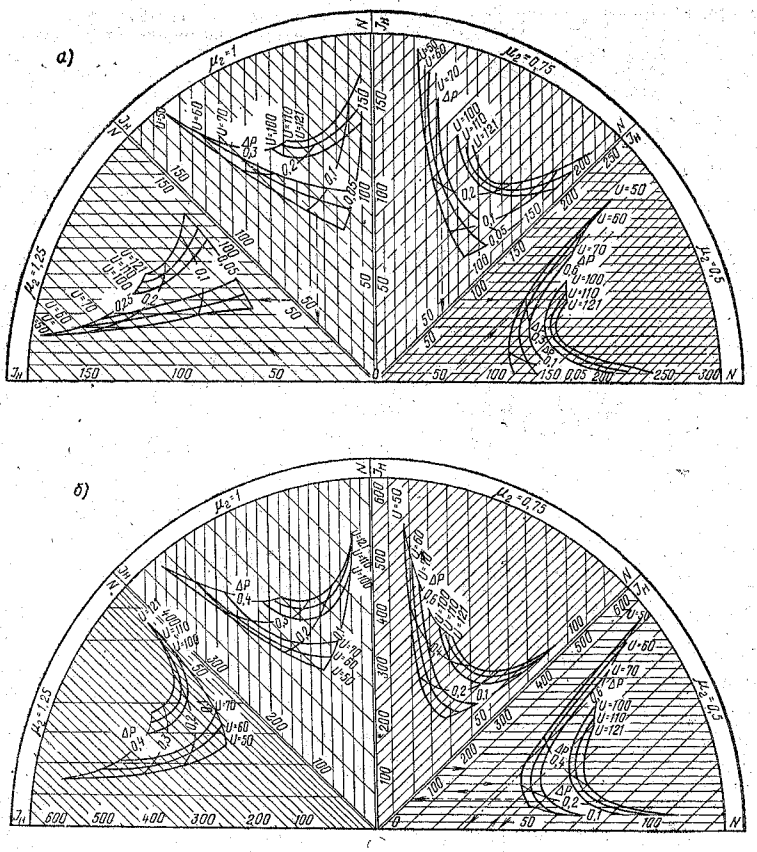


Рис. 74. Номограммы для определения параметров индукционного нагрева конструкций

а — $П_s$=150 см ($0{,}5 \leqslant M_2 \leqslant 1{,}25$); *б* — $П_s$=250 см ($0{,}5 \leqslant M_2 \leqslant 1{,}25$)

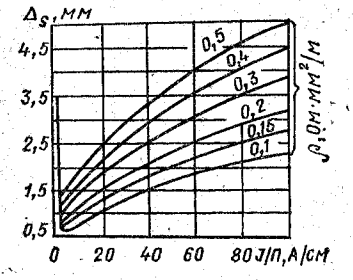


Рис. 75. Зависимость глубины проникания магнитного поля Δ_s в проводниках от их удельного сопротивления и плотности тока $I/П$

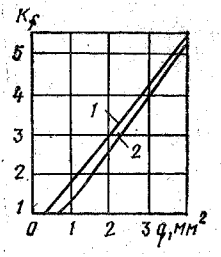


Рис. 76. Зависимость коэффициента поверхностного эффекта K_f от площади поперечного сечения проводника q

1 — для стержней; *2* — для труб

Инфракрасные излучатели в комплекте с отражателями и поддерживающими устройствами составляют инфракрасную установку. Конструктивно установки представляют собой сферические или трапецеидальные отражатели, во внутренней полости которых размещены излучатели с поддерживающими устройствами.

Сферические отражатели применяют при передаче энергии излучением на расстояние до 3 м, а трапецеидальные — до 1 м.

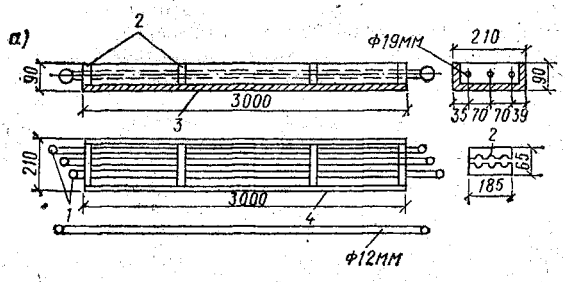
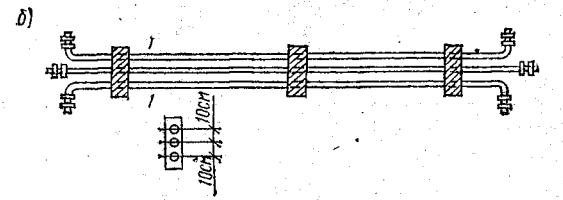


Рис. 77. Конструкции софитов со стальными шинами (*а*) и из железных стержней, скрепленных деревянными клещами (*б*)

1 — шины из арматурной стали диаметром 16 мм; *2* — деревянные клинцы; *3* — тес толщиной 25 мм; *4* — тес толщиной 12 мм



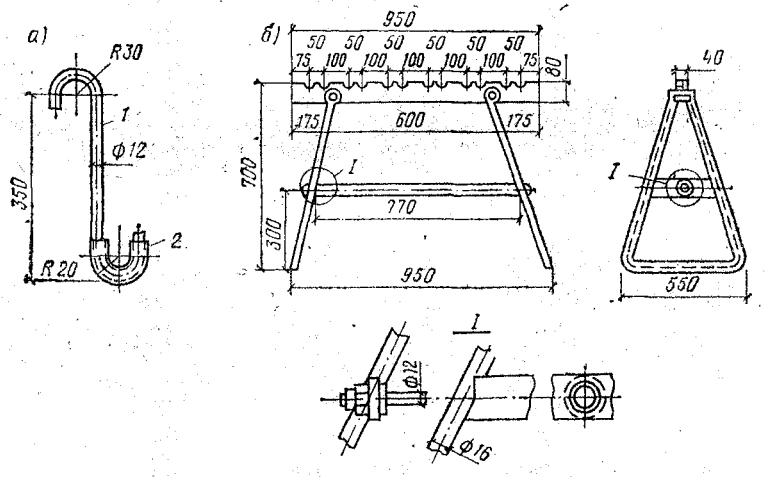


Рис. 78. Устройство для прокладки проводов

а — крючки; *б* — инвентарные козлы; *1* — стальной крюк; *2*—резиновая трубка

В зависимости от конструктивных особенностей термообрабатываемых элементов имеется ряд модификаций установок (рис. 79):

1) *«короб»* — при термообработке монолитных междуэтажных плит перекрытий и покрытий, дорожных плит, для обогрева промороженного бетона и грунта и т. д.;

2) *двухстенчатая плоская опалубка* — при термообработке линейных элементов;

3) *сферические и плоские «нащельники»* — для предварительного разогрева зоны стыка и термообработки бетона заделки;

4) *камера щелевидного типа с генераторами инфракрасных лучей* — при термообработке сборных плит, расположенных в один ряд;

5) *камера с излучающими поверхностями, нагреваемыми индукционным или каким-либо другим методом* — при термообработке сборных плит;

6) *«колпак»* — для термообработки объемных элементов;

7) *стержни, вводимые в каналы элемента,*—при термообработке многопустотных плит;

8) *установки столбчатого типа* — для термообработки трубчатых элементов и др.

Энергетические и геометрические параметры инфракрасных установок должны обеспечивать на поверхности нагрева необходимую энергетическую освещенность, определенную расчетом.

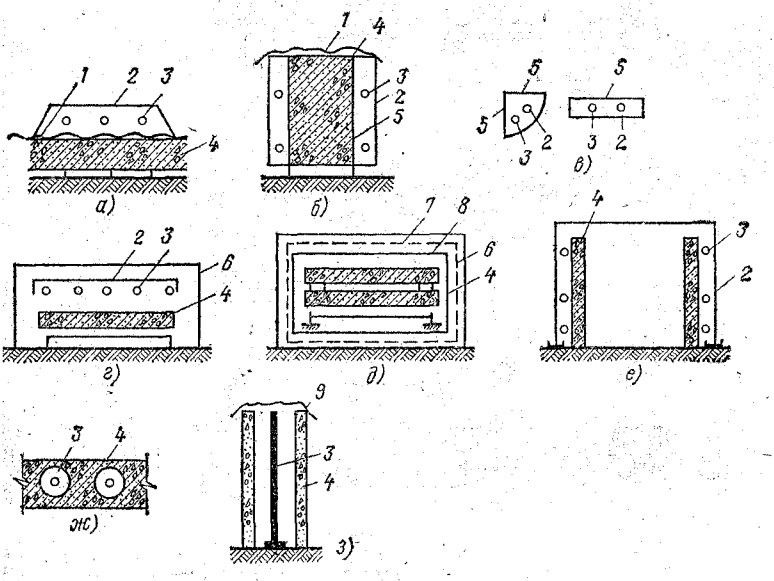


Рис. 79. Некоторые модификации установок инфракрасного нагрева закрытого типа

а — «короб»; *б* — плоская опалубка; *в* — нащельник; *г* — камера щелевидного типа; *д* — камера с излучающими поверхностями, нагреваемыми индукционным методом; *е* — «колпак»; *ж* — одиночные излучатели; *з*—излучатели столбчатого типа; *1* — синтетическая пленка; *2* — рефлектирующая поверхность; *3* — инфракрасный излучатель; *4* — бетон; *5* — воспринимающая поверхность; *6* — ограждение; *7* — индуктор; *8* — излучающая поверхность; *9* — укрытие

При электротермообработке бетона для поддержания на установке постоянного или изменяющегося напряжения в соответствии с заданным режимом прогрева используют трансформаторы со ступенчатым регулированием напряжения (табл. 261, 262), автотрансформаторы (табл. 263—265), индукционные регуляторы (табл. 266), а также различные приборы для контроля процесса тепловой обработки (табл. 267).

При электропрогреве целесообразно применять передвижные установки из одного или нескольких трансформаторов и распределительного щита.

При отсутствии специальных понизительных трансформаторов возможно использование сварочных трансформаторов, серийно выпускаемых промышленностью.

261. Трансформаторы с многоступенчатым регулированием напряжения

Тип	Мощность, кВ·А	Напряжение на высокой стороне, кВ	Напряжение на низкой стороне, кВ
ТМН-63/10	63	10±6×1,67	0,4—0,23
ТМН-100/10	100	10±6×1,67	0,4—0,23
ТМН-160/10	160	10±6×1,67	0,69—0,23
ТМН-250/10	250	10±6×1,67	0,69—0,23
ТМН-400/10	400	10±6×1,67	0,69—0,23
ТМН-630/10	630	10±6×1,67	3,16—0,23
ТМН-1000/10	1000	10±6×1,5	6,3—0,69
ТМН-1600/10	1600	10±6×1,5	6,3—0,69
ТМН-2500/10	2500	10±6×1,5	6,3—0,69
ТМН-4000/10	4000	10±6×1,5	6,3—0,69
ТМН-6300/10	6300	10±6×1,5	6,3—0,69

262. Сухие трансформаторы и автотрансформаторы

Тип	Ступени вторичного напряжения и мощности, В/кВ·А	Примечание
ТПТ-100	$\frac{5,45}{40}$; $\frac{7,46}{60}$; $\frac{9,8}{100}$; $\frac{11}{100}$; $\frac{12,6}{110}$; $\frac{14,6}{125}$; $\frac{17,6}{140}$	С переключателем
ТПТ-1000А	$\frac{114,8}{68,8}$; $\frac{190}{77,8}$; $\frac{139}{83,3}$; $\frac{149,3}{89,5}$; $\frac{159}{95,3}$; $\frac{172}{108}$; $\frac{184}{110}$	То же
ТПО-602	$\frac{10}{12}$; $\frac{20}{24}$; $\frac{30}{36}$; $\frac{35}{42}$; $\frac{40}{48}$; $\frac{45}{54}$; $\frac{50}{60}$	Без переключателя
ТПТ-350	$\frac{6,52}{19,4}$ . . . $\frac{17,25}{42}$ (6 ступеней)	С переключателем

Продолжение табл. 262

Тип	Ступени вторичного напряжения и мощности, В/кВ·А	Примечание
ТПТ-600	$\frac{17,4}{94} \ldots \frac{5,5}{15}$ (7 ступеней)	С переключателем
ТПО-502, ТПО-503	$\frac{5,5}{12,4}; \frac{7,85}{24,7}; \frac{10}{45}; \frac{11,15}{50}; \frac{12,65}{57}; \frac{14,6}{65,7}; \frac{17,25}{77,7}$	То же
ТПО-773/772	$\frac{11}{13}; \frac{15,7}{25}; \frac{20}{44,8}; \frac{22,3}{50}; \frac{25,3}{56,5}; \frac{29,2}{65,5}; \frac{34,5}{76,3}$	»
АПТ-703/702	$\frac{93}{48,5}; \frac{100}{53}; \frac{106}{56}; \frac{114,5}{60,7}; \frac{125}{66}; \frac{134}{71}; \frac{145}{77}$ $\frac{93}{92} \ldots \frac{145}{135}$ (9 ступеней)	С переключателем Без переключателя
АПТ-642	$\frac{65}{30}; \frac{112}{66}; \frac{112}{64}; \frac{132}{64}; \frac{143}{64}; \frac{153}{64}; \frac{163}{60}$	То же

263. Автотрансформаторы общего назначения серии ТС

Тип	Мощность, кВ·А	Напряжение, В	
		высокое	низкое
ТС-63/05	63	380—500	133—400
ТС-100/05	100	380—500	133—400
ТС-160-05	160	380—500	133—400

264. Автотрансформаторы со ступенчатым регулированием напряжения серии АНТ

Тип	Мощность, кВ·А	Напряжение, В	
		высокое	низкое
АНТ-50$А_3$	50	380	105; 110; 117; 124,5; 133; 142,5; 153,5
АНТ-75$А_3$	75	380	165; 174; 184; 196; 209; 224; 241
АНТ-100$А_3$	100	380	240—350

265. Автотрансформаторы с плавным регулированием напряжения

Тип	Напряжение, В		Мощность кВ·А
	первичное	вторичное	
АОСУ-25/0,5	220 и 380	230—0 и 400—0 230—90 и 400—150	16

Продолжение табл. 265

Тип	Напряжение, В		Мощность, кВ·А
	первичное	вторичное	
АОМК-100/0,5 и АТМК-100/0,5	220 и 380	230—0 и 400—0	75
		230—90; 400—90 и 400—150	100
АОМК-250/0,5 и АТМК-250/0,5	220 и 380	230—0 и 400—0	180
		230—90 и 400—150	250

266. Индукционные регуляторы серии МА-195

Тип	Число фаз	Напряжение сети, В	Напряжение нагрузки, В	Ток нагрузки, А	Внутренняя мощность, кВ·А	Ток сети, А
МА-195-56/24	1	220	0—380	55	550	1450
	1	380	0—650	52	292	
	3	220	0—380	100	560	
	3	380	0—550	115	320	
	3	380	0—650	320	320	
	3	380	0—860	63	230	
МА-195-56/32	1	220	0—380	68	680	1700
	1	380	0—650	68	390	
	1	500	0—860	68	295	
	3	320	0—380	130	730	
	3	380	0—650	130	420	
	3	380	0—860	83	300	
	3	500	0—860	130	320	
МА-195-74/25	1	220	0—380	88	880	2550
	1	380	0—650	91	510	
	3	220	0—380	170	960	
	3	380	0—380	200	375	
	3	380	0—650	170	550	
	3	380	0—860	115	405	
	3	500	0—500	200	290	
МА-195-74/32	1	220	0—380	110	1090	2900
	1	380	0—650	114	645	
	3	220	0—380	220	1220	
	3	380	0—550	260	700	
	3	380	0—650	230	725	
	3	380	0—860	145	500	
МА-195-118/60	3	6000	0—650	900	1010	2900
МА-195-118/60	3	6000	0—380	1500	990	
МА-195-118/45	3	6000	0—380	1150	760	
МА-195-118/45	3	6000	0—650	650	730	
МА-195-99/45	3	380	0—650	950	630	
МА-195-99/45	3	6000	0—380	770	510	
МА-195-99/45	3	6000	0—650	450	510	

267. **Приборы для контроля и автоматического регулирования процесса тепловой обработки бетона**

Наименование	Тип	Шкала градуировки	Применение
Термометры сопротивления медные; монтажная глубина 20 мм; материал арматуры — сталь 1Х18Н10Т	ТСМ-6098 (ТСМ-Х)	Град. 23	Дистанционный контроль температуры. Датчики в системе автоматического регулирования температуры
Термометры сопротивления медные; монтажная глубина 160 мм; материал арматуры — латунь Л62Т	ТСМ-6097 (ТСМ-XI)	Град. 23	То же
Термометры сопротивления платиновые малоинерционные; монтажная глубина 100 мм	ТСП-753	Град. 21	Датчики в системе автоматического регулирования температуры
Термометры сопротивления платиновые малоинерционные; монтажная глубина 20 мм	ТСП-309	0—100 °С	То же
Логометр щитовой профильный показывающий (ТУ 25-07-305-68)	Л-64	Град. 23, 0—100 °С, 0—150 °С	Дистанционный контроль температуры
Мосты автоматические электронные показывающие малогабаритные с трехпозиционным регулирующим устройством	ЭВМ-2-211А	Град. 23, 0—150 °С, град. 21	В системах контроля и регулирования температуры
Потенциометр одноточечный с самопишущим и регулирующим устройством	ПС-1, ПСР-1, 0—150 °С	Град. ХК, 0—100 °С 0—150 °С	То же
Потенциометр автоматический электронный с записью на ленточной диаграмме с трехпозиционным регулирующим устройством	ЭПП-09М2	Град. ХК, 0—100 °С, 0—150 °С	»
Электрический автоматический регулятор температуры ЭРА (в комплекте с датчиком температуры ДТ-1)	ЭРА	0—100 °С, 0—150 °С	»

Продолжение табл. 267

Наименование	Тип	Шкала градуировки	Применение
Программный регулятор температуры электронный	ПРТЭ-2М	0—100 °С	В системах контроля и регулирования температуры
Программный электронный регулятор	ЭРП-61	0—100 °С	То же
Автоматический десятиканальный регулятор	МРТЭ-10	0—100 °С	»
Мосты автоматические электронные с записью на дисковой диаграмме с трехпозиционным регулирующим устройством	ЭМД, модель 4805	0—180 °С, град. 23, 0—150 °С, град. 21	»
Мосты уравновешенные автоматические электронные с записью на ленточной диаграмме многоточечные с трехпозиционным регулирующим устройством на каждой точке с независимым дистанционным заданием	ЭМП-209РДМЗ, модель Р-209РД-6	0—150 °С, град. 21	»

9. СВЯЗЬ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ

9.1. Производственная телефонная связь служит для переговоров работников отдельных участков между собой, а также с абонентами других телефонных станций.

Для производственной телефонной связи, осуществляемой по абонентским или соединительным линиям, используют телефонные станции: ручные, автоматические релейные, автоматические декадно-шаговой системы, автоматические координатной системы, автоматические малогабаритные (телефонные коммутаторы типа АТК-6 и АТК-9ц).

Учрежденческая автоматическая телефонная станция декадно-шаговой системы типа УАТС-49 предназначена для внутренней связи на отдельных учреждениях, предприятиях и стройках с возможностью связи с междугородной и городской телефонными станциями. Емкость станции от 100 до 900 номеров.

Станция обеспечивает:

связь между абонентами станции;

входящую связь от МТС;

полноавтоматическую с преимуществом для междугородной связи по прямым сл от МТС;

то же, через городскую АТС типа АТС-47 по входящим сл;

полуавтоматическую через передаточный стол по входящим или прямым сл от МТС без преимущества для междугородной связи; входящую и исходящую связь со встречными телефонными станциями.

Все приборы автоматного зала размещены на стативах. Отдельные стативы крепят на рядовых каркасах напольного типа.

Высота всех стативов 2465 мм, общая высота каркаса с опорными тумбами и желобами для кабеля 2890 мм.

268. Автоматическая телефонная станция координатной системы типа УПАТС-100/400

Емкость станции, номеров	от 100 до 400
Станция рассчитана на включение:	
спаренных и удаленных абонентов, % от общей емкости станции, не более	10
привилегированных абонентов на каждые 200 номеров	1
выделенных абонентов на каждые 200 номеров	19
Число шнуровых комплектов:	
для всех абонентов, кроме привилегированного	14
для каждого привилегированного абонента	1
Число соединительных линий на станции емкостью 400 номеров, не более:	
исходящих	20
входящих	20
Число транзитных линий:	
исходящих	10
входящих	10
Число подключаемых к станции:	
диктофонов, до	3
линий односторонней громкоговорящей связи	1
линий контрольных вызовов в ночное время	10

9.2. Оперативная (громкоговорящая, директорская, диспетчерская) телефонная связь служит для обеспечения прямой двусторонней связи руководителя предприятия, начальника управления строительства, диспетчера с кругом лиц, связанных с ними административной подчиненностью или единым технологическим процессом в целях повышения оперативности руководства подразделениями и осуществления контроля за ходом работ и исполнением заданий.

Оперативная связь может быть:

телефонной (обеспечивается коммутаторами всех типов);

громкоговорящей со стороны руководителя и телефонной со стороны абонентов (передача со стороны руководителя ведется через микрофон или обратимый громкоговоритель, а прием осуществляется либо громкоговорителем, встроенным в коммутатор, либо через дополнительно устанавливаемое усилительное устройство;

двусторонней громкоговорящей (передача и прием с обеих сторон осуществляются с помощью микрофонов и обратимых громкоговорителей через усилительные устройства).

Громкоговорящая связь служит для производственных переговоров и трансляции распоряжений руководителя предприятия, начальника управления строительства, а также для трансляции широковещательных программ.

Громкоговорящая связь используется в тех случаях, когда организация непосредственной связи между отдельными рабочими ме-

стами или должностными лицами, размещенными на больших площадках или в значительном отдалении друг от друга, с помощью обычных средств проводной телефонной связи невозможна или малоэффективна.

Система унифицированной громкоговорящей связи «Березка» используется на строительных площадках и на предприятиях различных отраслей промышленности. Применение ее ограничивается малой величиной сопротивления шлейфа между коммутаторами.

В состав аппаратуры «Березка» входит трансляционный радиоприемник «Волна-К» и выпрямитель В-1.

Установки *директорской связи* характеризуются улучшенным конструктивным оформлением и более высокими электрическими характеристиками. Как правило, установки *директорской связи* работают по четырех-, а установки диспетчерской связи — по двухпроводной схеме.

Соединение во всех установках оперативной связи осуществляется путем нажатия руководителем ключа, кнопки или клавиши либо снятием микротелефонной трубки.

Линии коммутаторных установок оперативной связи, как правило, организованы по кабелям комплексной телефонной сети промышленных предприятий, учреждений и строек.

Директорский коммутатор СТУ-20/30 (табл. 269, 270; рис. 80) предназначен для организации прямой связи руководителя предприятия или строительной организации с местными абонентами, а также станциями АТС и РТС системы ЦБ.

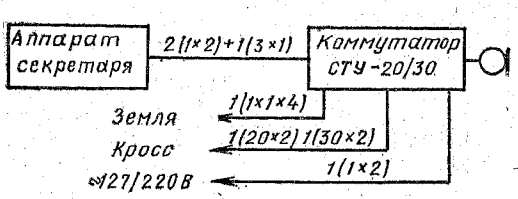


Рис. 80. Схема соединений коммутатора типа СТУ-20/30

269. Техническая характеристика директорского коммутатора СТУ-20/30

	СТУ-20	*СБУ-30*
Емкость коммутатора, линий:		
абонентских	20	30
с секретарем	1	1
Число соединительных линий со станциями АТС и РТС системы ЦБ	9	9
Проводность абонентских и соединительных линий	2	2
Проводность линии секретаря	7	7
Электропитание	от сети переменного тока напряжением 127/220 В	
Сопротивление шлейфа абонентской линии, Ом, не более	600	
Температура	работает при отсутствии резких колебаний температуры	
Относительная влажность, %, не более	80	

Установка обеспечивает:

двустороннюю телефонную связь между руководителем и прямыми абонентами;

громкоговорящую связь со стороны руководителя;

циркулярную связь со всеми абонентами или группой абонентов;

телефонную связь с абонентами телефонных станций АТС и РТС системы ЦБ;

прямую связь с секретарем.

270. Комплектация установки СТУ-20/30

Оборудование	Количество	Габарит, мм			Масса, кг
		ширина	глубина	высота	
Коммутатор в корпусе с усилителем АУ-59 и блоком питания	1	678	370	835	60
Телефонный аппарат секретаря	1	140	190	130	2,1
Микрофон	1	33	—	51	0,2

Коммутатор изготовляют в деревянном корпусе напольного исполнения по отдельным заказам для внутриведомственного распределения.

Станция административной связи «Темп-40» (табл. 271, 272, рис. 81) предназначена для обеспечения телефонной связью руководителя предприятия или строительной организации с подчиненными.

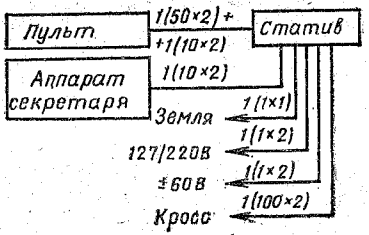


Рис. 81. Схема соединений станции административной связи «Темп-40»

271. Техническая характеристика станции «Темп-40»

Емкость станции, линий	40
В том числе:	
абонентских	39
с секретарем	1
Число соединительных линий со станциями АТС и РТС системы ЦБ	4
Проводность линий:	
абонентской	4
с секретарем	17
соединительной	2

272. **Комплектация станции «Темп-40»**

Оборудование	Количество	Габарит, мм			Масса, кг
		ширина	глубина	высота	
Пульт	1	390	285	140	8,5
Статив	1	644	300	1654	99
Телефонный аппарат ЦБ для четырехпроводных линий	39	225	207	108	1,8
Телефонный аппарат секретаря	1	225	207	108	1,8

Пульт и аппарат секретаря изготовлены в пластмассовом корпусе настольного исполнения, статив — напольного исполнения. Выпускается серийно.

Концентратор административной связи КАС-2 (табл. 273, 274; рис. 82) предназначен для включения в коммутаторы директорской и диспетчерской связи, а также для организации прямой связи с абонентами, расположенными в пределах предприятия или стройплощадки.

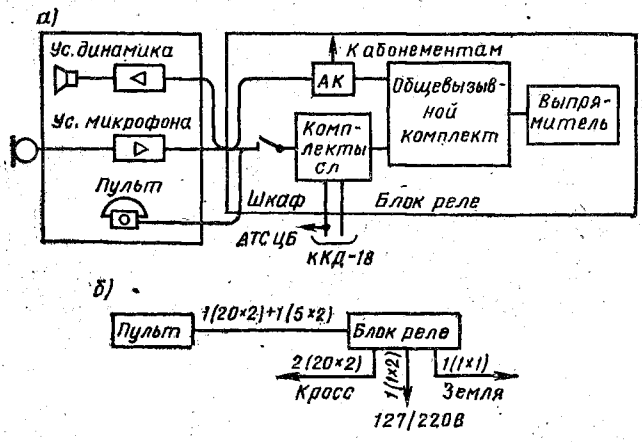


Рис. 82. Концентратор административной связи КАС-2
а — структурная схема; *б* — схема соединений

273. **Техническая характеристика концентратора КАС-2**

Емкость коммутатора, линий	12
Число универсальных сл с коммутаторными установками и станциями АТС или РТС системы ЦБ	5
Проводность линий:	
абонентской	4
соединительной	2 или 4

Пульт изготовляют в пластмассовом корпусе настольного исполнения, а шкаф блок-реле — в металлическом корпусе настенного исполнения. Выпускается серийно.

274. Комплектация концентратора КАС-2

Оборудование	Количество	Габарит, мм			Масса, кг
		ширина	глубина	высота	
Пульт	1	225	250	112	2,3
Шкаф блок-реле	1	500	195	668	40
Телефонный аппарат ЦБ	12	130	205	105	1,4

Станция диспетчерской связи СДМ-М-50/100 (рис. 83) предназначена для организации на предприятиях и в строительных организациях диспетчерской связи как с прямыми абонентами, так и с абонентами УАТС.

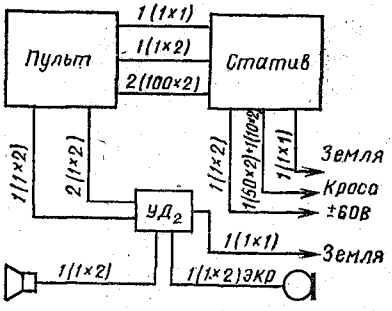


Рис. 83. Схема соединений станции диспетчерской связи СДС-М-50/100

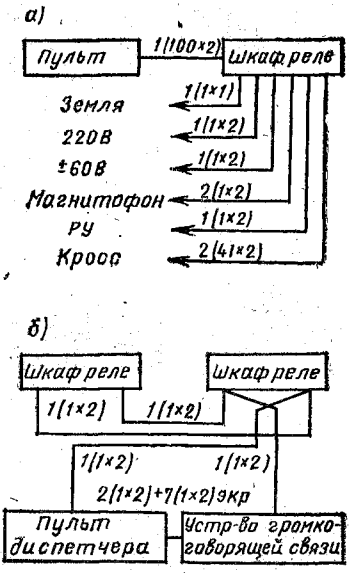


Рис. 84. Схемы соединений коммутаторов диспетчерской связи КД-60 (*а*) и КД-120 (*б*)

Емкость линий: абонентских — 50, соединительных со станциями АТС и РТС системы ЦБ—4, выхода с динамического микрофона диспетчера на радиоузел — 1, выхода с рабочего места на магнитофон для записи — 1.

Коммутаторы диспетчерской связи КД-60 и КД-120 (табл. 275; рис. 84) предназначены для организации диспетчерской связи на промышленных предприятиях, строительных площадках.

275. Техническая характеристика коммутаторов КД-60 и КД-120

	КД-60	*КД-120*
Емкость линий:		
абонентских	60	120
соединительных с АТС и РТС любой системы	4	8
передаточных для связи с однотипными коммутаторами сети диспетчерской связи предприятия	5	10
к усилителю местного радиоузла	1	2
к гнездам «Запись» и «Воспроизведение» магнитофона	2	4
Проводимость всех линий	2	2

Пульты оператора, диспетчера и установка громкоговорящей связи изготовлены в пластмассовых корпусах напольного исполнения, шкафы релейных устройств — в металлическом корпусе настенного исполнения. Выпускаются серийно.

Коммутатор оперативной связи КОС-22М (табл. 276; рис. 85),

276. Техническая характеристика коммутатора КОС-22М

Рабочих мест	22
Емкость линий	22
В том числе:	
абонентских	19
к аппарату начальника	1
соединительных со станциями АТС или РТС	2
Относительная влажность, %, не более	65±15
Габарит (ширина×глубина×высота), мм	614×306×212
Масса, кг	22

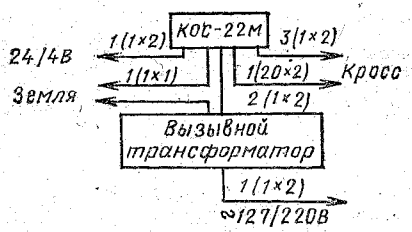


Рис. 85. Схема соединений коммутатора оперативной связи КОС-22М

В комплект коммутатора входят один коммутатор КОС-22М и один вызывной трансформатор. Коммутатор изготовлен в металлическом корпусе, в настольном исполнении. Выпуск серийный.

Установки оперативной телефонной связи «Псков» (табл. 277) предназначена для организации телефонной связи руководителей строительных организаций, предприятий и учреждений с прямыми абонентами и абонентами других станций и коммутаторных установок. Выпуск серийный.

277. Техническая характеристика установок «Псков»

	«Псков-2»	«Псков-3»
Число пультов	2	3
Емкость установки, линий	23	22
В том числе:		
абонентских	15	14
соединительных со станциями АТС или РТС системы ЦБ	6	6
соединительных с коммутаторными установками административной связи	2	2
Проводность абонентских и соединительных линий со станциями АТС и РТС системы ЦБ	2	2
Проводность соединительных линий с коммутаторными установками административной связи	4	4
Максимально потребляемая мощность, В·А	150	150

Установка оперативной телефонной связи «Кристалл» (табл. 278) предназначена для организации диспетчерской и директорской связи на промышленных предприятиях и стройплощадках.

278. Техническая характеристика установок «Кристалл»

	«Кристалл-30»	«Кристалл-70»	«Кристалл-110»
Рабочих мест	2	2	2
Емкость, линий	30	70	110
В том числе:			
абонентских	21	59	97
соединительных с АТС и РТС системы ЦБ	6	8	10
соединительных с коммутаторными установками административной связи	3	3	3
Проводность абонентских линий и соединительных линий со станциями АТС и РТС системы ЦБ	2	2	2
Проводность соединительных линий с коммутаторными установками административной связи	4	4	4
Максимально потребляемый ток, А	2	6	10
Потребляемая мощность, В·А	150		
Источник тока	от сети переменного тока напряжением 127/220 В		
Напряжение, В	70—100		

В состав поставки включен один комплект технической документации. Выпускается серийно.

279. Техническая характеристика станций СОС

	СОС-30	СОС-60
Рабочих мест	2	2
Емкость, линий:		
прямые абоненты	30	60
выделенные абоненты	2	2
соединительные линии с однотипными станциями	4	4
соединительные линии спецслужбы	3	3
соединительные линии с АТС или РТС	6	6
соединительные линий со спецслужбой и станциями АТС и РТС системы ЦБ	1000	
Температура, °С	от +15 до +35	
Относительная влажность, %, не более	65±15	

Станция оперативной связи СОС-30/60 (табл. 279, 280; рис. 86) предназначена для организации оперативной телефонной связи, службы скорой помощи и пожарной охраны на промышленных предприятиях и строительных площадках.

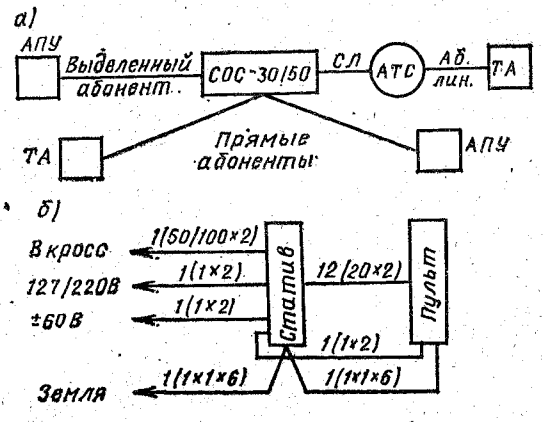


Рис. 86. Станция оперативной связи СОС-30/60
а—структурная схема; *б* — схема соединений

280. Комплектация станций оперативной связи СОС

Оборудование	Номер чертежа	Количество		Габарит, мм		
		для СОС—30	для СОС—60	ширина	глубина	высота
Пульт	РВ2, 118.043Сп	—	1	1330	775	990
	РВ2.118.044Сп	1	—			
Статив с четырьмя объемными громкоотводными полосами	РВ2.118.045Сп	1	1	750	740	2140
Устройство абонентское переговорное	РВ2.189.004Сп	5	10	248	238	128

Пульт и статив имеют напольное исполнение, переговорное устройство — настольное. Выпускается серийно для специального распределения.

Усилитель абонентский УА-2 предназначен для усиления токов звуковой частоты, поступающих в абонентские телефонные линии с циркулярного выхода усилителя станций СДС-М-50/100 и громкоговорящего приема циркулярной передачи на динамический громкоговоритель. Усилитель допускает возможность приема речи на микротелефонную трубку телефонного аппарата абонента, приставкой к которому он является. Усилитель предназначен для работы со станцией диспетчерской связи СДС-М-50/100 и другими аналогичными станциями.

Усилитель имеет настольное исполнение и выпускается серийно.

281. Техническая характеристика усилителя УА-2

Номинальный уровень входного сигнала, дБ	—27,9
Уровень сигнала, поступающего с усилителя на звуковую катушку громкоговорителя, дБ	0,435
Частотная характеристика в диапазоне частот 300 ... 4000 Гц	равномерна с допуском ±13 дБ
Уровень собственных шумов на выходе усилителя, дБ	—26,1
Электропитание	от сети переменного тока напряжением 127/220 В
Потребляемая мощность, В·А	10
Температура, °С	от +5 до +40
Относительная влажность, %	65±5
Габарит (ширина×глубина×высота), мм	245×85×190
Масса, кг	3,5

Усилитель дуплексный УД-2 (табл. 282, 283) предназначен для усиления речи при передаче с динамического микрофона и приема на динамический громкоговоритель при работе станций диспетчерской связи СДС-М-50/100, «Псков» и др.

Усилитель имеет настольное исполнение и выпускается серийно.

282. Техническая характеристика усилителя УД-2

Усилитель обеспечивает:	
циркулярную передачу для	100 абонентов
связь совмещений для	3 абонентов
Электропитание	от источника постоянного тока напряжением 60 В
Температура, °С	от +10 до +40
Относительная влажность, %	65±15

283. Компектация усилителя УД-2

Оборудование	Количество	Габарит, мм			Масса, кг
		ширина	глубина	высота	
Дуплексный усилитель	1	192	92	210	2,6
Микрофон МД-44	1	⌀33	—	51	0,2

9.3. Радиосвязь (табл. 284, 285).

284. Радиостанции системы радиосвязи «Гранит-АС»

Характеристика	3РТС-Ц2-ЧМ	4РТС-Ц2-ЧМ	26РТМ-А2-ЧМ	27РТС-А2-ЧМ	1РТМ-А2-ЧМ	2РТМ-А2-ЧМ
Тип станции	Центральная		Абонентская			
Исполнение	Стационарное				Мобильное	
Род работы	Симплекс	Дуплекс	Симплекс	Дуплекс	Симплекс	Дуплекс
Диапазон частот, мГц	33—46	33—46	33—46	33—46	33—46	33—46
Число каналов связи	1	1	1 или 3	1 или 3	1 или 3	1 или 3

Продолжение табл. 284

Характеристика	3РТС-Ц2-ЧМ	4РТС-Ц2-ЧМ	26РТМ-А1-ЧМ	27РТС-А2-ЧМ	1РТМ-А2-ЧМ	2РТМ-А2-ЧМ
Разнос частот:						
между рабочими частотами соседних каналов (радиостанций), кГц	50	50	50	50	50	50
между частотами приема и передачи дуплексных радиостанций мГц	11±0,5	11±0,5	11±0,5	11±0,5	11±0,5	11±0,5
Модуляция	Частотная					
Девиация частоты передатчика, не более, кГц	±10	±10	±10	±10	±10	±10
Общая нестабильность несущей частоты передатчика, не более	$\pm 20\times 10^{-6}$	$\pm 20\times 10^{-6}$	$\pm 50\times 10^{-6}$	$\pm 50\times 10^{-6}$	$\pm 50\times 10^{-6}$	$\pm 50\times 10^{-6}$
Выходная мощность передатчика, Вт	30—50	30—50	8—10	8—10	8—10	8—10
Чувствительность приемника при отношении сигнал/шум 20 дБ, мкВ, не менее	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Общая нестабильность частоты гетеродина приемника, не более	$\pm 50\times 10^{-6}$	$\pm 50\times 10^{-6}$	$\pm 50\times 10^{-6}$	$\pm 50\times 10^{-6}$	$\pm 50\times 10^{-6}$	$\pm 50\times 10^{-6}$
Двухсигнальная избирательность приемника по соседнему каналу, дБ, не менее	70	70	70	70	70	70
Ослабление ложных каналов приема, дБ, не менее	80	80	80	80	80	80
Выходная мощность приемника:						
на телефоне, мВт, не менее	1	1	1	1	1	1
на громкоговорителе, Вт	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8
Дальность связи, км:						
с абонентскими стационарными радиостанциями	25—30	—	—	—	—	—
с абонентскими мобильными радиостанциями	—	—	20—25	—	—	—
между абонентскими мобильными радиостанциями	—	—	—	10	—	—
Антенна	Громозащитная широкополосная специальной конструкции, установленная на мачте высотой 15 м				Стальной четвертьволновой штырь	

285. Радиостанции «Кактус», «Ласточка», «Тюльпан», «Сирена», «Стройка»

Характеристика	21РТН-2-ЧМ	20РТП-2-ЧМ	22РТП-2-ЧМ	23РТН-2-ЧМ	«Стройка»
Исполнение	Переносная	Портативная		Переносная	Портативная
Диапазон частот, мГц	33—46	33—46	140—175	140—175	34,5—35

Продолжение табл. 285

Характеристика	21РТН-2-ЧМ	20РТП-2-ЧМ	22РТП-2-ЧМ	23РТН-2-ЧМ	«Стройка»
Модуляция	Частотная				Амплитудная
Девиация частоты передатчика, кГц	±5	±5	±5	±5	—
Нестабильность частоты	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$\pm 30 \cdot 10^{-6}$	$\pm 30 \cdot 10^{-6}$	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$
Выходная мощность передатчика, Вт	1	0,1	0,1	1	0,7
Чувствительность приемника, мкВ	1	1	1	1	5
Двухсигнальная избирательность приемника по соседнему каналу, дБ, не менее	70	70	60	60	30
Ослабление ложных каналов приема, дБ, не менее	70	70	70	70	20
Выходная мощность приемника, мВт	40	40	40	40	100
Дальность связи, км	4	1	1	4	1
Антенна	Телескопическая		Штыревая		Телескопическая
Электропитание от источника постоянного тока напряжением, В	12,5	7,5	7,5	12,5	7,5
Потребляемая мощность, Вт:					
в режиме приема	0,19	0,17	0,18	0,38	0,34
в режиме передачи	5,6	0,52	0,64	7,5	0,36
Температура, °С	От —20 до +50	От —20 до +50	От —10 до +50	От —20 до +50	От —10 до +50
Относительная влажность, %, не более	95	80	80	80	70
Габариты (ширина×глубина×высота), мм	100×55×175	76×36×190	74×36×203	100×56×176	72×34×165
Масса, кг	1,6	0,9	1	1,8	0,7

9.4. Источники электропитания. *Аккумуляторы* (табл. 286, 287).

286. Аккумуляторы свинцовые

Номинальное напряжение, В	2
Напряжение в конце заряда при 8-часовом заряде, В	2,8
Напряжение при 3—10-часовом разряде, В	1,8

287. Аккумуляторы щелочные

Тип аккумулятора		Число аккумуляторов в батарее	Номинальная емкость, А·ч	Номинальное напряжение, В	Ток, А	Емкость, А·ч	При режиме разряда			
							8-часовом (нормальном)		одночасовом	
КН	ЖН				при нормальном часовом заряде		ток, А	конечное напряжение, В	ток, А	конечное напряжение, В
АКН-2,5	—	1	2,25	1,25	0,58	3,36	0,28	1	2,25	0,5
32АКН-2,25	—	32		40,00				32		16
64АКН-2,25	—	64		80,00				64		32
КН-10	—	1	10	1,25	2,5	15	1,25	1	10	0,5
4КН-10	—	4		5,00				4		2
5КН-10	—	5		6,25				5		2,5
17КН-10	—	17		21,25				17		8,5
25КН-10	—	25		31,25				25		12,5
34КН-10	—	34		42,50				34		17
КН-14	—	1	14	1,25	3,5	21	1,75	1	14	0,5
КН-22	ЖН-22	1	22	1,25	5,5	33	2,75	1	22	0,5
10КН-22	10ЖН-22	10		12,5				10		8,5

17КН-22	17ЖН-22	17		21,25				17		—
2КН-24	—	2	24	2,5	6	36	3	2	24	1
2КН-32	—	2	32	2,5	8	48	4	2	32	1
КН-45	ЖН-45	1		1,25				1		0,5
3КН-45	3ЖН-45	3		3,75				3		1,5
4КН-45	4ЖН-45	4	45	5	11,25	67,5	5,65	4	45	2
5КН-45	5ЖН-45	5		6,25				5		2,5
7КН-45	7ЖН-45	7		8,75				7		3,5
10КН-45	10ЖН-45	10		12,5				10		5
КН-60	ЖН-60	1		1,25				1		0,5
4КН-60	4ЖН-60	4		5				4		2
5КН-60	5ЖН-60	5	60	6,25	15	90	7,50	5	60	2,5
7КН-60	7ЖН-60	7		8,75				7		3,5
10КН-60	10ЖН-60	10		12,5				10		5
КН-100	ЖН-100	1		1,25				1		0,5
4КН-100	4ЖН-100	4		5				4		2
5КН-100	5ЖН-100	5	100	6,25	25	100	12,50	5	100	2,5
10КН-100	10ЖН-100	10		12,5				10		5

288. Источник питания стабилизированный ИПС-15/1 для питания выпрямленным напряжением электронной и полупроводниковой аппаратуры

Продолжительность работы в сутки, ч	20—21
Электропитание	от сети переменного тока напряжением 127/220 В ±10%
Потребляемая мощность (Вт) в режиме:	
холостого хода	10±2
нагрузки	75±5
Номинальное выпрямленное напряжение, В	15±1
Максимальный ток нагрузки, А	0,5—3
Пульсация выпрямленного напряжения в режиме нагрузки, %	0,1
Температура, °С	от —40 до +40
Относительная влажность, %, не более	60
Габарит (ширина×глубина×высота), мм	275×135×135
Масса, кг	13,7
Корпус	металлический
Исполнение	настольно-настенное

Выпускается серийно

289. Блок питания БП-24-1 для питания коммутаторов КОС-22М и установок связи и сигнализации, не имеющих в своей схеме вызывных трансформаторов

Электропитание	от сети переменного тока напряжением 127/220 В $^{+10\%}_{-20\%}$
Потребляемая от сети мощность, Вт, не более	50
Максимальное выпрямленное напряжение, В	24±2
Максимальный выпрямленный ток, А	1
Напряжение преобразованного тока, В	80±4
Частота преобразованного тока, Гц	50
Максимальный ток нагрузки	0,1
Стабильность напряжений на выходе блока	выпрямленные и преобразованные напряжения остаются стабильными в пределах 22—26 и 76—84 В при указанных выше изменениях напряжения питающей сети
Температура, °С	от —10 до +35
Относительная влажность, %, не более	85
Габарит (ширина×глубина×высота), мм	282×215×214
Масса, кг	15

290. Выпрямитель стабилизированный КВ-24М для питания устройств связи и сигнализации

Электропитание	от сети переменного тока напряжением 220 В
Мощность, потребляемая от сети, Вт, не более	380
Номинальное выпрямленное напряжение, В	24±2
Максимальный ток нагрузки, А	3,6
Изменение тока нагрузки, А	от 0 до 3,6
Переменная составляющая выпрямленного напряжения, мВ, не более	80

Продолжение табл. 290

Условия эксплуатации	при отсутствии в воздухе примесей активных газов и токопроводящей пыли
Температура, °С	от —10 до +55
Относительная влажность, %, не более	80
Габарит (ширина×глубина×высота), мм	450×180×315
Масса, кг	30
Корпус	металлический
Исполнение	настенное

Выпускается серийно

291. Выпрямитель буферный ВБ-24/2,5 для питания аппаратуры связи и сигнализации в режиме импульсного подзаряда и для зарядки аккумуляторных батарей

Электропитание	от сети переменного тока напряжением 220 В
Мощность, потребляемая от сети, Вт, не более	200
Номинальное выпрямленное напряжение, В	24±2,4
Максимальный ток нагрузки, А, не более	2,5
Параллельная работа на нагрузку	до трех выпрямителей
Температура, °С	от —40 до +50
Относительная влажность, %, не более	98
Габарит (ширина×глубина×высота), мм	350×205×450
Масса, кг	19
Исполнение	настольное

Выпускается серийно.

292. Блок питания с автоматическим регулированием БПАР-24-60/15 «Алазани»*

Электропитание	от сети переменного тока напряжением 127/220 В $^{+5\%}_{-20\%}$
Выпрямленное напряжение, В	24 или 60
Максимальный зарядный ток, А:	
одного блока	5
всей аппаратуры	15
Максимальная выпрямленная мощность, Вт	300
Температура, °С	от 0 до +45
Относительная влажность, %, не более	75
Габарит (ширина×глубина×высота), мм	570×350×1022
Масса, кг	125
Корпус	металлический
Исполнение	шкафное напольное

Выпускается серийно.

* Аппаратура БПАР-24-60/15 состоит из трех блоков и обеспечивает электропитание аппаратуры связи и сигнализации при работе по способу «буфер» с одной или двумя кислотными аккумуляторными батареями емкостью не более 36 А·ч и в режиме импульсного подзаряда с батареями емкостью более 36 А·ч. Позволяет одновременно заряжать одним блоком одну батарею при работе одного или двух других его блоков в режиме «буфер». Осуществляет контроль и измерение токов, напряжений на батареях и на щите переменного тока, ручное регулирование зарядного тока при работе в режиме «заряд», сигнализацию перегорания предохранителей и пропадания напряжения в сети.

293. Выпрямители стабилизированные ВСД-10М и ВСС-12М с фильтрацией выпрямленного напряжения для питания телефонных станций, коммутаторных установок и других устройств

	ВСД-10М	*ВСС-12М*
Электропитание	от сети переменного тока напряжением 220 В $^{+10\%}_{-15\%}$	
Мощность, потребляемая от сети, Вт, не более	1800	1800
Номинальное выпрямленное напряжение, В	48^{+4}_{-2}	60^{+4}_{-2}
Максимальный ток нагрузки, А	6,5	5
Переменная составляющая выпрямленного напряжения, мВ, не более	80	80
Стабилизация выпрямленного напряжения	постоянна в пределах изменения тока нагрузки от 0 до максимального значения	
Температура, °С	от +5 до +35	
Относительная влажность, %	80	80
Габарит (ширина×глубина×высота), мм	530×425×2000	
Масса, кг, не более	200	
Исполнение	стоечное напольное	

Выпускаются серийно.

294. Стабилизированное выпрямительное устройство ВТ-61/5 для питания от сети переменного тока аппаратуры УАТС емкостью до 1000 номеров и другой аппаратуры связи и сигнализации

Электропитание	от сети переменного тока напряжением 220 В $^{+22\%}_{-13\%}$
Номинальное выпрямленное напряжение, В	64
Номинальный выпрямленный ток, А	5
Максимальная выпрямленная мощность, Вт	320
Автоматическая стабилизация выпрямленного напряжения при указанных выше изменениях напряжения питающей сети, В	58—64
Допустимая перегрузка в течение 10 с, А	7,5
Пульсация выпрямленного напряжения, мВ	5
Коэффициент полезного действия	0,6
Коэффициент мощности	0,8
Температура, °С	от +5 до +35
Относительная влажность, %, не более	80
Габарит (ширина×глубина×высота), мм	570×292×385
Масса, кг	49
Корпус	металлический
Исполнение	настольное

Выпускается серийно.

295. Выпрямительные устройства

	ВС-3Б-0,75	*ВС-3Б-3*
Электропитание от сети переменного тока напряжением, В	$127/220^{+10\%}_{-20\%}$	$220/380^{+10\%}_{-20\%}$
Режимы работы	I и II	I

Продолжение табл. 295

	ВС-3Б-0,75	ВС-3Б-3
Номинальное выпрямленное напряжение (В) при работе в режиме:		
I	60	120
II	120	—
Максимальный ток нагрузки (А) при работе в режиме:		
I	12,5	25
II	6,25	—
Максимальная выпрямленная мощность, Вт	750	3000
Плавная регулировка выпрямленного напряжения в пределах (В) при работе в режиме:		
I	2,5—60	0—120
II	5—120	—
Масса, кг	95	160

296. Выпрямительное устройство для электропитания автоматических телефонных станций емкостью до 300 номеров декадно-шаговой системы и до 200 номеров координатной системы, не обеспеченных гарантированным электроснабжением*

Электропитание	от сети однофазного тока напряжением 220 В или от сети трехфазного тока напряжением 380/220, 220 или 220/127 В
Оборудование, шт.:	
блок автоматики и заряда БАЗ	1
выпрямительный блок ВБ (ВБ-60/5-2; ВБ-60/10-2 или ВБ-60/15-2)	2
шкаф-тумба ШТ-1	1
Исполнение	блочное напольное

Выпускается серийно.

* Работает с резервированием питания от аккумуляторной батареи, в качестве которой используют батарею, состоящую из 47 щелочных и 30 кислотных аккумуляторов. Может быть использовано для питания любой аппаратуры связи и сигнализации, работающей от сети постоянного тока напряжением 60 В.

9.5. Линейные сооружения установок связи на строительной площадке.

Основные виды работ при строительстве кабельных линий:

рытье траншей и котлованов для сооружения телефонной канализации, прокладки бронированных подземных кабелей и установки столбов;

сооружение телефонной канализации (прокладка трубопровода и монтаж смотровых устройств) и установка распределительных шкафов;

прокладка кабелей в канализации и тоннелях;

прокладка подземных кабелей;

устройство кабельных вводов в здания с прокладкой кабелей по стенам и установкой распределительных коробок и кабельных ящиков;

сооружение столбовых и стоечных линий и подвеска на них кабелей;

устройство линейного ввода в здание телефонной станции;

сращивание строительных длин кабелей, включение кабелей в оконечные устройства;

защита кабелей и кабельных сооружений от электрохимической коррозии.

Строительство кабельных линий связи осуществляют по утвержденному проекту, предварительно согласованному с заинтересованными организациями.

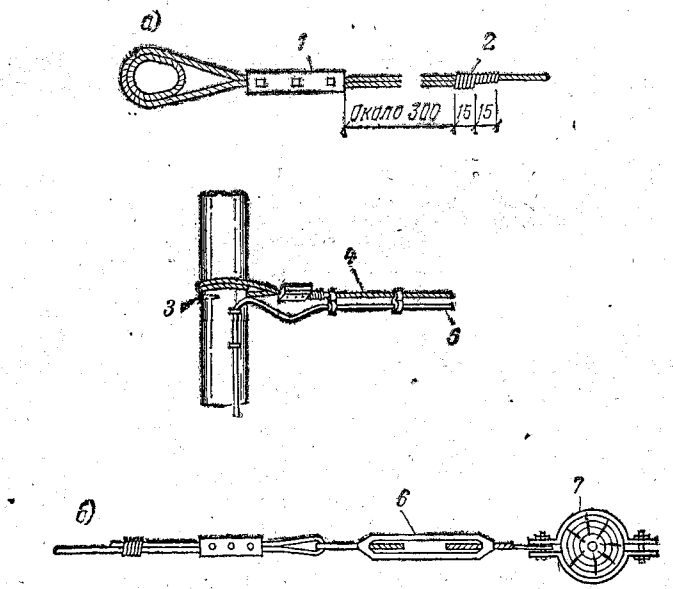


Рис. 87. Крепление стального каната на опоре с помощью консолей КСП

а — с использованием клеммы; *б* — с использованием струбцины; *1* — клемма; *2* — заделка вязочной проволокой; *3* — шуруп; *4* — канат; *5* — кабель; *6* — струбцина; *7* — хомут

Подвеска кабелей на опорах. Для подвески применяют кабели марок ТГ и ТПП емкостью от 10 до 100 пар. Кабели подвешивают на опоре при помощи каната, свитого из стальных оцинкованных проволок. Канат укрепляют на промежуточной опоре с помощью специальных консолей типа КСП-2 (рис. 87). Консоль крепят к опоре двумя шурупами. Канат прочно зажимается между губами консоли. На оконечных опорах канат дважды обертывают вокруг столба, предварительно ввернув в него опорный шуруп, затем канат закладывают в трехболтовую клемму и плотно затягивают болты (рис. 87, *а*). Более совершенный способ оконечной заделки — применение струбцины (рис. 87, *б*), которая при помощи хомута крепится к столбу и позволяет регулировать стрелу провеса каната.

На промежуточных опорах в местах крепления кабель должен иметь изгиб под консолью в виде дуги, а на оконечных столбах — полукольцевой запас в качестве амортизатора качания.

Кабель к канату крепят подвесами из оцинкованной тонколистовой стали. Диаметры цилиндрических частей подвесов выбирают с таким расчетом, чтобы подвесы плотно облегали оболочку кабеля и свободно висели на канате. Расстояние между соседними подвесами 35 см, от консоли до ближайшего подвеса — не более 17 см.

Порядок работ при подвешивании кабеля на опорах следующий: на столбах устанавливают арматуру для крепления каната (консоли, хомуты и т. п.); канат разматывают, подвешивают, натягивают и делают его оконечную заделку. Один конец каната заделывают у начальной опоры линии, другой — берут в блоки или в ручную лебедку, укрепленные за последней опорой, и натягивают. Канат поднимают и укрепляют сначала на промежуточных опорах, затем — на последней опоре. Стрелу провеса каната в пролетах регулируют натяжением перед оконечной (последней) заделкой. В пролете канат не должен иметь сростков.

Контроль качества монтажных работ осуществляют визуально, с помощью электрических измерений и прозвонки кабельных жил, а также испытанием оболочки кабеля на герметичность. Визуальный контроль ведут по ходу выполнения монтажных работ, остальные виды контроля — после монтажа участка кабельной линии.

Монтажные материалы и арматура (табл. 297, 298). При выполнении работ по восстановлению изоляции, оболочки и других элементов кабеля пользуются специальной монтажной арматурой: муфтами различных типов (соединительными, газонепроницаемыми, изолирующими, разветвительными), гильзами, кольцами и т. д.

Концы кабелей одной емкости соединяют с помощью соединительных муфт, а концы кабелей разной емкости — с помощью разветвительных муфт.

Для соединения кабелей в пластмассовой оболочке с наружным диаметром до 57 мм применяют пластмассовую муфту из того же материала, что и оболочка кабеля.

297. Кабели, применяемые для телефонной связи

Марка	Наименование	Число пар	Диаметр жил, мм
*С воздушно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке**			
ТГ**	Голый	10—1200	0,4; 0,5; 0,7
ТБ***	Бронированный стальными лентами, с наружным покровом	10—600	0,4; 0,5; 0,7
ТК	Бронированный круглыми стальными проволоками, с наружным покровом	20—600 10—600	0,5 0,7
ТБГ	Бронированный стальными лентами	10—600 20—600	0,4; 0,5 0,7

Продолжение табл. 297

Марка	Наименование	Число пар	Диаметр жил, мм
	*С полиэтиленовой изоляцией в полиэтиленовой оболочке*****		
ТПП	Бронированный стальными лентами, с наружным покровом	5—600	0,4; 0,5; 0,7
ТППБ	То же	5—600	0,4; 0,5; 0,7
	С полиэтиленовой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке		
ТПВБ	Бронированный стальными лентами, с наружным покровом	5—600	0,4; 0,5; 0,7
ТПВБГ	Бронированный стальными лентами	5—600	0,4; 0,5; 0,7

* Воздушно-бумажная изоляция гигроскопична. Зависимость ее электрических характеристик от степени увлажнения показана на рис. 88.
** Для прокладки в подземной канализации и подвески к стальным канатам.
*** Для прокладки в земле при уклонах не более 45° при отсутствии растягивающих нагрузок.
**** Для устранения внешних электромагнитных влияний под пластмассовой оболочкой располагают металлический, преимущественно алюминиевый экран.

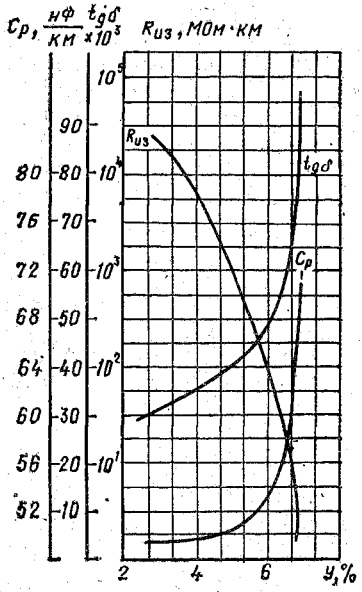


Рис. 88. Зависимость электрических характеристик воздушно-бумажной изоляции от степени ее увлажнения

$R_{из}$ — сопротивление изоляции; $C_р$ — рабочая емкость; tg δ — тангенс угла диэлектрических потерь изоляции; *У* — увлажнение изоляции в процентах ее «сухой» массы

298. Провода (линейная проволока) для воздушных линий связи*

Проволока	Диаметр, мм	Предел прочности при растяжении, кг/мм²
Стальная оцинкованная	1,5 и 2 2,5—5	65 37
Биметаллическая**	1,2—4	75

* Основные технические данные по устройству линий связи приведены в табл. 299—301.
** Толщина медной оболочки 0,15 мм.

299. Нормальные стрелы провеса проводов (см) на воздушных линиях связи

При температуре, °С:	*Пролет 40 м*	*Пролет 50 м*
0	14	20
—30	9	15
+30	25	37

300. Габариты воздушных линий связи, м

Расстояние между нижним проводом одной и верхним проводом другой линии связи на их пересечении при наинизшей и наивысшей температуре	0,6
Расстояние по вертикали между пересекающимися проводами линии связи и проводами линии электропередачи напряжением не более 1 кВ	1,25
Расстояние между наинизшей точкой нижнего провода линии связи и коньком крыши	1,5
Расстояние между нижним проводом линии связи и головкой рельса при переходе линии связи через железнодорожное полотно нормальной и узкой колеи	7,5
Расстояние от земли до нижнего провода линии связи при переходах через шоссейные, грунтовые и полевые дороги	5,5
Расстояние от земли до нижнего провода линии связи, проходящей в черте населенных пунктов	4,5
Расстояние от ветвей деревьев до проводов линии связи в городах	1,25
Расстояние от строений до центра опор линий связи, проходящих мимо домов и прочих сооружений	3,5
Расстояние между осями линий связи, идущих параллельно друг другу	8,5

301. Виды и назначение заземления

Вид заземления	Назначение
Рабочее	Подключение к «земле» аппаратуры проводной связи и радиотрансляционных узлов с целью использования «земли» в качестве обратного провода
Защитное	Соединение с «землей» молниеотводов, разрядников, а также металлических частей силового оборудования устройств связи
Экранное и экранно-батарейное	Соединение с «землей» металлических оболочек и экранов шнуров, экранов аппаратов или одного из полюсов батареи на телефонных станциях и радиотрансляционных узлах

10. УЧЕТ, СИСТЕМА ОПЛАТЫ И НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

10.1. Учет электрической энергии.

1. Учет электрической энергии подразделяется на учет расчетный (коммерческий) — для денежного расчета за полученную потребителем электроэнергию и учет технический (контрольный) — для внутреннего контроля (внутри производственного предприятия, стройплощадки, жилого дома и т. п.).

2. Учет активной электроэнергии должен обеспечивать возможность контроля за соблюдением потребителями заданных режимов потребления и баланса электроэнергии, установления удельных норм расхода электроэнергии и проведения хозрасчета.

3. Учет реактивной энергии должен обеспечивать возможность определения количества реактивной электроэнергии, полученной от энергосистемы промышленными или приравненными к ним предприятиями и выработанной компенсирующими установками этих предприятий.

4. Расчетные счетчики, как правило, устанавливают на границе раздела сети энергоснабжающей организации и потребителя, а при наличии субабонентов — и на границе раздела основного абонента и его субабонентов.

Допускается устанавливать расчетные счетчики на вторичной стороне трансформаторов подстанции потребителя, если трансформаторы на стороне высшего напряжения не имеют измерительных трансформаторов и присоединены либо через выключатели нагрузки и отделителей, либо через разъединители и предохранители.

5. Вновь устанавливаемые расчетные счетчики должны иметь пломбу (клеймо или свидетельство) государственной поверки с давностью не более 2 мес для трехфазных и не более трех лет для однофазных счетчиков.

Однофазные бытовые электросчетчики проходят государственную поверку не реже одного раза в 8 лет, а трехфазные — первую поверку проходят через два года после ввода в эксплуатацию, затем один раз в 4 года.

6. Расчетные счетчики устанавливают в сухих, легко доступных помещениях на высоте от пола 1,4—1,7 м, на стенах, щитах, конструкциях достаточной жесткости, не допускающей вибрации. Не разрешается устанавливать счетчики в помещениях, где температура может превышать 40° С, а также на открытом воздухе.

В случае необходимости установки счетчика в неотапливаемом помещении предусматривают утепление счетчиков в зимнее время посредством специальных колпаков с подогревом воздуха электрической лампой или другим нагревательным прибором, с тем чтобы температура внутри колпака была выше 0° С, но не более 20° С. У потребителей, питаемых от низковольтных воздушных вводов, между изоляторами ввода и счетчиком устанавливают рубильник или предохранители для снятия напряжения со счетчика.

7. Для силовой и осветительной нагрузки, как правило, предусматривают раздельный учет.

Если при питании от низковольтных сетей и смешанной нагрузке установленная мощность электродвигателей не превышает 5 кВт, допускается общий учет электроэнергии.

8. Как правило, учет активной и реактивной энергии в трехфазных установках проводят при помощи трехфазных счетчиков, причем

для трехпроводных установок применяют двухэлементные счетчики, а для четырехпроводных — трехэлементные.

Расчетные счетчики, предназначенные для включения через измерительные трансформаторы, должны соответствовать ГОСТ 6570—75, классу точности 0,5; 1 и 2 — для учета активной электроэнергии и классу 2 и 2, 5 — для учета реактивной энергии.

Технические данные счетчиков электрической энергии (табл. 302). Трансформаторные счетчики, предназначенные для включения через измерительные трансформаторы, имеющие определенные, наперед заданные коэффициенты трансформации, дают показания расхода электроэнергии непосредственно в киловатт-часах (кВт·ч) или при умножении показания на десятичный коэффициент, проставленный на счетчике справа от последнего знака счетного устройства. При этом на щитке трансформаторного счетчика вместо номинальных тока и напряжения указаны номинальные коэффициенты трансформации измерительных трансформаторов, например:

$$3\,\frac{6000\ \text{В}}{100}\ ;\quad 3\,\frac{1000\ \text{А}}{5}\ .$$

Если применен счетчик, у которого коэффициенты трансформации измерительных трансформаторов, указанные на табличке счетчика, не соответствуют установленным измерительным трансформаторам, то пересчетный коэффициент определяют по выражению

$$K = K'_{\text{т.т}}\ K'_{\text{т.н}} / K''_{\text{т.т}}\ K''_{\text{т.н}},$$

где $K'_{\text{т.т}}$ и $K'_{\text{т.н}}$ — коэффициенты трансформации трансформаторов тока и напряжения, к которым присоединен счетчик; $K''_{\text{т.т}}$ и $K''_{\text{т.н}}$ — коэффициенты измерительных трансформаторов, указанные на щитке счетчика.

Например, если счетчик, рассчитанный на включение с трансформаторами напряжения 6000/100 и трансформатором тока 100/5 (что указано на его таблице), включен на трансформаторы тока 300/5 и трансформаторы напряжения 10000/100, то пересчетный коэффициент будет

$$\frac{300/5}{100/5}\ \frac{10\,000/100}{6000/100} = 5.$$

Для универсальных трансформаторных счетчиков, предназначенных для включения через измерительные трансформаторы, имеющие любые коэффициенты трансформации, показания счетных механизмов умножают на коэффициент, определяемый как произведение коэффициентов трансформации трансформаторов тока и напряжения:

$$K_{\text{у}} = K_{\text{т.т}}\ K_{\text{т.н}}.$$

Так, если счетчик СА-3У, имеющий номинальный ток 5 А и номинальное напряжение 100 В, включен с трансформаторами тока 1500/5 и трансформаторами напряжения 6000/100, то пересчетный коэффициент составит

$$K_{\text{у}} = 1500/5 \cdot 6000/100 = 18\,000.$$

Схемы включения электрических счетчиков приведены на рис. 89—100.

302. Счетчики электрической энергии

Тип	Вид	Включение	Номинальный ток, А		Номинальное напряжение, В		Класс точности
			первичный	вторичный	первичное	вторичное	
			Однофазные				
СО	Счетчики активной энергии	Непосредственное или через трансформаторы тока	5, 10	—	127, 220	—	2,5
			Трехфазные				
СА-3	Счетчики активной энергии трехпроводные	Непосредственное	5, 10, 20	—	127, 220, 380	—	2,5
		Через трансформаторы тока	10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400	5	127, 220, 380	—	2
		Через трансформаторы тока и напряжения	10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 600	5	380, 500, 3000, 6000, 10 000, 35 000	100	2
СА-3У	Счетчики активной энергии трехпроводные универсальные	Через трансформаторы тока	5	—	127, 220, 380	—	2
		Через трансформаторы тока и напряжения	5	—	100	—	2
СА-4	Счетчики активной энергии четырехпроводные	Непосредственное	5, 10	—	220, 380	—	2

		Через трансформаторы тока	20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000	5	220, 380	—	2
СА-4У	Счетчики активной энергии четырехпроводные универсальные	Через трансформаторы тока	5	—	220, 380	—	2
СР-3	Счетчики реактивной энергии трехпроводные	Через трансформаторы тока и напряжения	5, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 800, 1000, 1500, 2000	5	380, 500, 3000, 6000, 10 000, 35 000	100	2,5
СР-3У	Счетчики реактивной энергии трехпроводные универсальные	Через трансформаторы тока	5	—	100	—	2,5
СР-4	Счетчики реактивной энергии четырехпроводные	Непосредственное	10, 20	—	220, 380	—	4
		Через трансформаторы тока	50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 3000	5	220, 380	—	2,5
СР-4У	Счетчики реактивной энергии четырехпроводные универсальные	Через трансформаторы тока	5	—	220, 380	—	2,5

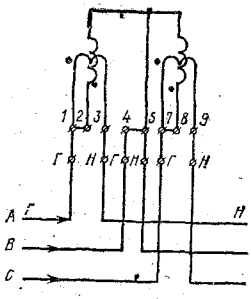


Рис. 89. Схема непосредственного включения счетчика активной энергии типа СА-3 в трехпроводную сеть

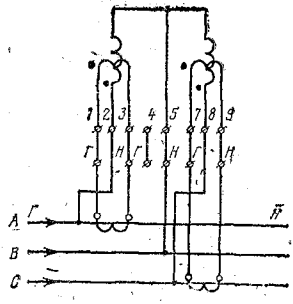


Рис. 90. Схема включения электрических счетчиков реактивной энергии типа СА-3 и СА-3У через трансформаторы тока

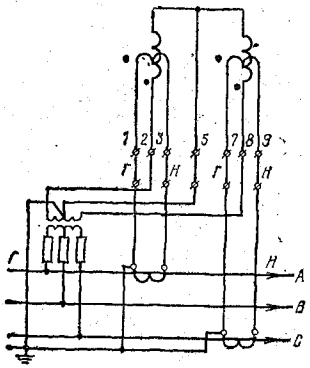


Рис. 91. Схема включения электрических счетчиков активной энергии типов СА-3 и СА-3У через трансформаторы тока и напряжения

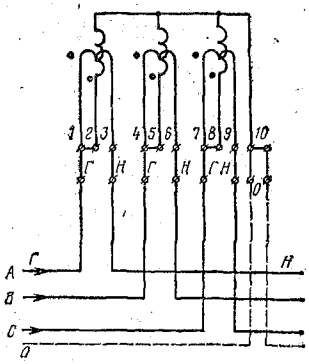
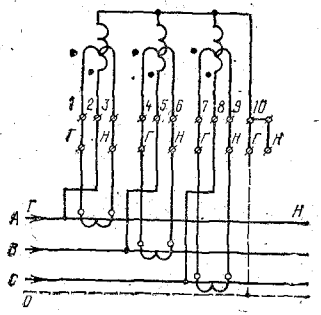


Рис. 92. Схема непосредственного включения электрического счетчика активной энергии типа СА-4 в четырехпроводную сеть

а)



б)

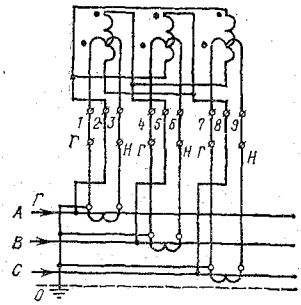


Рис. 93. Схемы включения электрических счетчиков активной (*а*) и реактивной (*б*) энергии типа СА-4 и СА-4У через трансформаторы тока в четырехпроводную сеть

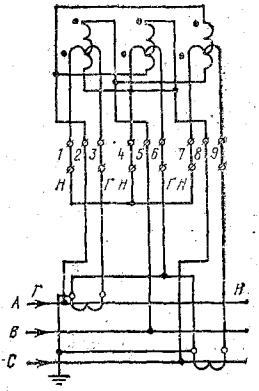


Рис. 94. Схема включения электрических счетчиков реактивной энергии типа СР-4 и СР-4У через трансформаторы тока в трехпроводную сеть

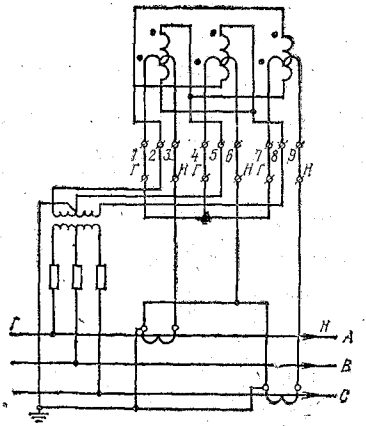


Рис. 95. Схема включения электрических счетчиков реактивной энергии типа СР-4 и СР-4У с трансформаторами тока и напряжения в трехпроводную сеть

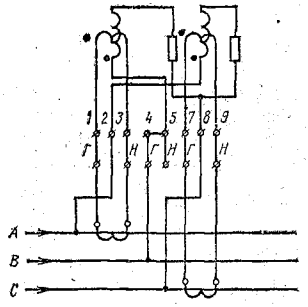


Рис. 96. Схема непосредственного включения электрического счетчика реактивной энергии типа СР-3 со сдвигом 60°

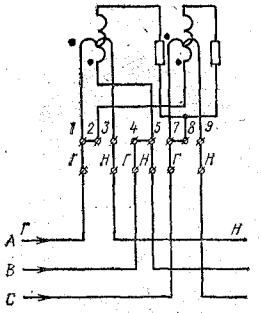


Рис. 97. Схема включения электрических счетчиков реактивной энергии типа СР-4 и СР-4У со сдвигом 60° через трансформаторы тока

10.2. Система оплаты электрической энергии. Электрическую энергию, получаемую от энергосистем и электростанций Министерства энергетики и электрификации СССР, оплачивают по Прейскуранту № 09-01 «Тарифы на электрическую и тепловую энергию», утвержденному Государственным комитетом цен СССР.

Прейскурантом для расчетов энергоснабжающих организаций с потребителем за отпущенную электроэнергию предусматривается два вида тарифов — двухставочный и одноставочный.

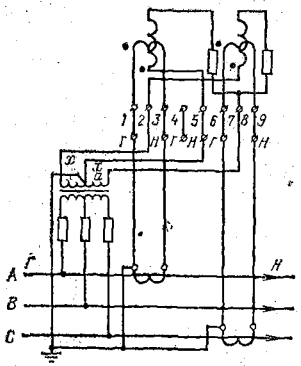


Рис. 98. Схема включения электрического счетчика реактивной энергии типа СР-4 и СР-4У со сдвигом 60° через трансформаторы тока и напряжения

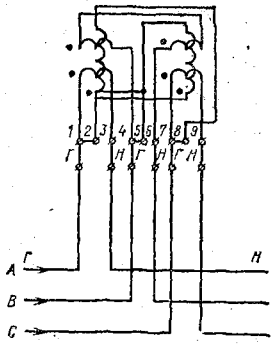


Рис. 99. Схема непосредственного включения электрического счетчика реактивной энергии типа СР-4 с дополнительной последовательной обмоткой

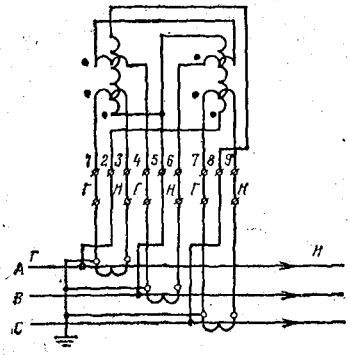


Рис. 100. Схема включения электрических счетчиков реактивной энергии типа СР-4 и СР-4У с дополнительной обмоткой через трансформаторы тока

Двухставочный тариф установлен для потребителей с присоединенной оплачиваемой мощностью выше 100 кВ·А: для промышленных предприятий и приравненных к ним потребителей (в том числе строительных организаций), потребляющих электроэнергию на производственные нужды.

Двухставочный тариф состоит из основной и дополнительной ставки.

Основная ставка предусматривает годовую плату за 1 киловатт (кВт) заявленной мощности, участвующей в максимуме нагрузки энергосистемы. По этой тарифной ставке взимается плата с промышленных и приравненных к ним предприятий с годовым максимумом не ниже 500 кВт.

Под заявленной мощностью понимают наибольшую получасовую мощность в киловаттах, отпускаемую потребителям в часы суточного максимума нагрузки энергосистемы.

В случае превышения установленной в договоре мощности, участвующей в максимуме энергосистемы, основную плату исчисляют по фактической нагрузке.

К потребителям с максимумом нагрузки менее 500 кВт и присоединенной оплачиваемой мощностью выше 100 кВ·А и к потребителям с максимумом нагрузки не ниже 500 кВт, не имеющим приборов учета максимума нагрузки, временно, до установки необходимых измерительных приборов, применяют основную плату за киловольт-ампер (кВ·А) оплачиваемой присоединенной мощности.

Дополнительная ставка двухставочного тарифа предусматривает плату за киловатт-часы (кВт·ч) активной электроэнергии, учтенной счетчиком.

Таким образом, двухставочный тариф состоит из постоянной и переменной частей. *Постоянная часть* включает в себя плату за суммарную установленную мощность трансформаторов (кВ·А), или за один киловатт заявленной потребителем мощности, участвующей в максимуме энергосистемы.

При наличии у предприятия электродвигателей напряжением 1000 В и выше мощность их включается в суммарную оплачиваемую мощность предприятия без взимания основной платы за мощность трансформаторов, к которым они присоединены. *Переменная часть* включает в себя плату за израсходованную энергию.

Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии (руб/кВт·ч) при плате в постоянной части за установленную мощность определяют по формуле

$$m_0 = m_0' + \frac{m_0''\left(\Sigma S_{тр} + \Sigma S_{дв.а} + \Sigma S_{дв.с}\right)}{W_а},$$

где m_0' — переменная часть тарифа за 1 кВт·ч потребленной энергии, руб/кВт·ч; m_0'' — постоянная часть тарифа за установленный 1 кВ·А трансформаторов, асинхронного двигателя и установленный 1 кВт синхронного двигателя (независимо от номинального коэффициента мощности двигателя), руб/кВ·А; $W_а$ — количество израсходованной энергии за год, кВт·ч; $\Sigma S_{тр}$ — оплачиваемая суммарная мощность установленных трансформаторов, кВ·А; $\Sigma S_{дв.а}$ — то же, мощность асинхронных двигателей выше 1000 В, кВ·А:

$$\Sigma S_{дв.а} = \Sigma \frac{P_{а.ном}}{\eta_{а.ном}};$$

$P_{а.ном}$ — номинальная мощность асинхронных двигателей (на валу), кВт; $\eta_{а.ном}$ — номинальный КПД асинхронных двигателей; $\Sigma S_{дв.с}$ — оплачиваемая суммарная установленная мощность синхронных двигателей, кВ·А;

$$\Sigma S_{дв.с} = \Sigma \frac{P_{с.ном}}{\eta_{с.ном}},$$

где $P_{с.ном}$ — номинальная мощность синхронных двигателей (на валу), кВт; $\eta_{с.ном}$ — номинальный КПД синхронных двигателей.

Пример. Задано: $W_а = 12 \cdot 10^6$ кВт·ч; $\Sigma S_{тр} = 4400$ кВ·А; $\Sigma S_{дв.а} = 920$ кВ·А; $\Sigma S_{дв.с} = 290$ кВ·А; $m_0' = 0{,}0077$ руб/кВт·ч; $m_0'' = 22$ руб/кВ·А.

Определим стоимость 1 кВт·ч электроэнергии:

$$m_0 = 0{,}0077 + \frac{22\,(4400 + 920 + 290)}{12 \cdot 10^6} = 0{,}018 \text{ руб/кВт·ч}.$$

Для случая, когда плата в постоянной части производится за максимум нагрузки, стоимость 1 кВт·ч электроэнергии определяют из выражения

$$m_0 = m_0' + \frac{m_0'' P_{\text{макс}}}{W_a},$$

где $P_{\text{макс}}$ — максимальная нагрузка по регистрируемому киловаттметру для действующего предприятия, или подсчитанная в проекте электроснабжения для проектируемого предприятия, кВт.

Пример. Задано $W_a = 12 \cdot 10^6$ кВт·ч; $P_{\text{макс}} = 4000$ кВт; $m_0' = 0{,}0077$ руб/кВт·ч; $m_0'' = 43{,}1$ руб/кВт·ч.

Тогда

$$m_0 = 0{,}0077 + \frac{43{,}1 \cdot 4000}{12 \cdot 10^6} = 0{,}022 \text{ руб/кВт·ч}.$$

Одноставочные тарифы. По одноставочным тарифам оплачивают электроэнергию промышленные и приравненные к ним потребители с присоединенной мощностью до 100 кВ·А, государственные учреждения и организации, общественные и прочие непроизводственные организации.

Промышленные и приравненные к ним потребители с присоединенной мощностью до 100 кВ·А оплачивают электроэнергию, расходуемую на производственные нужды, освещение и прочие нужды производственных и непроизводственных (связанных с производством) помещений по единым одноставочным тарифам, установленным Прейскурантом № 09-01.

10.3. Нормирование расхода энергетических ресурсов.

Общие сведения. Нормирование расхода энергоресурсов — это установление плановой меры их рационального потребления в производстве строительно-монтажных работ, железобетонных изделий, строительных материалов и другой продукции.

Под нормой расхода понимают рациональный расход топливно-энергетических ресурсов на производство единицы продукции или объема работы при данных условиях производства, обусловленного организацией и технологией процесса производства; техническим уровнем применяемого технологического и энергетического оборудования; техническим состоянием и режимом работы производственного оборудования.

Норму расхода топливно-энергетических ресурсов устанавливают на основе технико-экономического расчета. Она является максимально допустимым расходом для производства единицы продукции (или объема работ) установленного качества.

Как правило, устанавливают годовые нормы расхода топливно-энергетических ресурсов с дифференциацией их по кварталам.

Нормы расхода энергоресурсов подразделяются на индивидуальные и отраслевые.

Индивидуальная норма расхода — это норма расхода соответствующего вида топлива или энергии, установленная на производство единицы продукции или работы в условиях конкретного предприятия.

Индивидуальную норму расхода энергоресурсов в строительстве устанавливают для каждого объекта применительно к конкретным условиям строительства.

Отраслевая норма расхода — это средневзвешенная величина, определяющая расход соответствующего вида топлива или

энергии на единицу объема производства продукции или работ по номенклатуре народнохозяйственного плана. Рассчитывают ее на основании индивидуальных норм расхода и соответствующих их объемов производства продукции или работ.

Отраслевые нормы расхода устанавливают на производство одноименной продукции и работы применительно к соответствующим условиям производства.

Структура норм расхода. Структура индивидуальной нормы расхода — это перечень всех статей расхода топлива, электрической или тепловой энергии на производство данной продукции или видов работ, учитываемых в норме.

Нормы расхода включают:

технологические нормы, отражающие расходы топлива, теплоэнергии или электроэнергии только на непосредственное выполнение технологического процесса производства того или иного вида продукции, включая нормируемые потери топлива и энергии, обусловленные характером технологического процесса и применяемого оборудования (кроме внешних потерь);

общецеховые нормы расхода топлива, тепловой и электрической энергии, отражающие весь расход их в цехе как на основные и вспомогательные технологические процессы, так и на вспомогательные и подсобные нужды цеха, в том числе на освещение, отопление, вентиляцию, внутрицеховой транспорт, а также потери во внутрицеховых установках, сетях и трансформаторах. Общецеховые нормы расхода устанавливают как для производственных, так и для вспомогательных цехов предприятия;

общезаводские нормы, отражающие все расходы тепловой и электрической энергии на объект (или по предприятию) как на основные и вспомогательные технологические процессы, так и на вспомогательные подсобные нужды, относящиеся к строительству данного объекта (или выпуску данного вида продукции), а также на освещение, отопление, вентиляцию, межцеховой общезаводской транспорт и потери энергии в общезаводских сетях (до цеховых пунктов учета).

В строительном производстве нормы расхода электрической энергии классифицируют по этапу строительства и периоду действия.

По этапу строительства нормы устанавливают:

на тысячу рублей полной стоимости строительно-монтажных работ на данный объект (по законченному объему строительства);

на тысячу рублей строительно-монтажных работ определенного этапа (по отдельным стадиям строительства — нулевой цикл, монтаж, отделочные работы и т. п.).

По периоду действия нормы устанавливают на год и на квартал.

В строительном производстве кроме технологических норм разрабатывают пообъектовые нормы для строительно-монтажных управлений (общезаводские).

Пообъектовая норма включает в себя расход электроэнергии на отдельные объекты (жилой дом, школа, детсад, цех и т. д.) с учетом расходов на вспомогательные и подсобные нужды строительства данного объекта.

Общие нормы для стройуправления предусматривают расход электроэнергии на всех объектах стройуправления.

Методы разработки норм расхода энергоресурсов. Нормы расхода энергоресурсов определяют с применением сочетания расчетного и опытного методов (расчетно-экспериментального метода) и в некоторых случаях — отчетно-статистического.

Расчетный метод основывается на постатейном расчете норм расхода и на прогрессивных показателях использования топливно-энергетических ресурсов.

Опытный метод заключается в определении количества полезного расхода и потерь энергоресурсов на основе данных замеров, полученных путем постановки опыта непосредственно в производственных условиях, соответствующих условиям производства в планируемом году.

При расчетах норм расхода учитывают (а при экспериментальном определении обеспечивают) следующие производственные условия работы оборудования:

оборудование находится в технически исправном состоянии;

работа ведется в соответствии с режимами, предусмотренными технологическим процессом;

загрузка энергетического и технологического оборудования по мощности и производительности должна находиться на планируемом уровне.

При расчетном методе норму получают путем расчета каждого нормообразующего элемента и их суммирования:

$$e = e_1 + e_2 + \cdots + e_n = \sum_{i=1}^{n} e_i,$$

где $e_1, e_2, \ldots, e_n$ — расчетные (нормативные) затраты топливно-энергетических ресурсов по отдельным статьям расхода.

Расчет отдельных нормообразующих элементов проводят по энергоемким операциям и неэнергоемким основным и вспомогательным процессам.

По энергоемким операциям (технологическим процессам) определение норм полезного расхода и отдельных видов потерь должно базироваться на теоретических расчетах и экспериментальных данных (энергетических характеристиках или энергетических балансах технологического оборудования и процессов), а также на анализе отчетных статистических данных о работе соответствующего оборудования.

Указанные данные периодически обновляют в сроки, устанавливаемые вышестоящими организациями, а также каждый раз после реконструкции и изменения параметров технологического процесса.

По неэнергоемким основным и вспомогательным технологическим операциям (процессам) и подсобным процессам нормы определяют исходя из данных о мощности энергетического оборудования, обслуживающего данную технологическую операцию (процесс), коэффициентов его загрузки или использования, соответствующих плановой производительности, и количества произведенной продукции или выполненной работы за определенный период времени (час, смену и т. п.).

Определенная таким образом норма является базовой, или исходной.

Когда норму расхода на планируемый период определяют исходя из базовой нормы без полного расчета нормообразующих элементов, необходимо на основе расчетов вносить коррективы в величины базовых норм с учетом изменения условий производства и проведения организационно-технических мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов.

В этом случае норма на планируемый год

$$e_{пл} = (e_1 - \delta_1) + (e_2 - \delta_2) + \cdots + (e_n - \delta_n) = \sum_{i=1}^{n} (e_i - \delta_i),$$

т. е.

$$e_{пл} = e - \sum_{i=1}^{n} \delta_i,$$

где $\delta_1, \delta_2, ..., \delta_n$ — изменения против базовой или исходной нормы отдельных статей ее структуры в зависимости от изменения условий производства и изменения за счет осуществляемых мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов.

Если не представляется возможность установить нормообразующие элементы расчетом или определить их на основе опыта, а также когда время, затрачиваемое на разработку норм с применением указанного метода, не оправдано достигаемой экономической эффективностью, можно применять отчетно-статистический способ, при котором норму расхода определяют на основе данных о фактических удельных расходах за прошлые годы с обязательным анализом (с тем, чтобы исключить из них непроизводительные затраты) и корректировкой их с учетом осуществления организационно-технических мероприятий по рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов.

В этом случае в качестве нормы расхода топлива, тепловой и электрической энергии может быть принят лишь расход

$$e_{пл} = e - \Delta e_1 = \Delta e_2 - \Delta e_3 - \cdots - \Delta e_n = e - \sum_{i=1}^{n} \Delta e_i,$$

где e — фактический удельный расход на единицу продукции;

Δe_1 — непроизводительные затраты;

Δe_2 — снижение расхода за счет работы оборудования в предусматриваемых планом нормальных условиях производства;

Δe_3 — снижение расхода учтенных организационно-технических мероприятий (осуществленных и намечаемых на планируемый период);

Δe_n — экономия за счет других мероприятий и факторов.

Метод расчета норм, а также нормообразующих элементов установлен отраслевыми инструкциями.

Если намечается увеличение расхода топливно-энергетических ресурсов по каким-либо нормообразующим элементам, оно должно быть обосновано.

Базовую норму расхода топлива, тепловой и электрической энергии, полученную расчетным путем, рекомендуется сравнивать с фактическими удельными расходами на передовых предприятиях. При значительных отклонениях расчетной нормы расхода от фактических удельных расходов передовых предприятий анализируют причины, повлиявшие на такое отклонение. Только после этого норма расхода принимается окончательно.

Выбор единицы нормирования. В нормировании расхода топлива, теплоэнергии и электроэнергии принята единица годной натуральной продукции.

При наличии в цехе нескольких энергоемких однородных агрегатов, выпускающих продукцию одного вида, но различных марок и сортов, агрегатные (технологические) нормы устанавливают для каждого агрегата отдельно.

В общем виде такая общецеховая норма $e_ц$ может быть выражена формулой

$$e_ц = \frac{e_1 q_1 + e_2 q_2 + \cdots + e_n q_n + W_ц}{q_1 + q_2 + \cdots + q_n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i q_i + W_ц}{\sum_{i=1}^{n} q_i},$$

где $e_1 + e_2 + \cdots + e_n$ — удельные нормы по отдельным агрегатам;

$q_2 + q_2 + \cdots + q_n$ — планируемый или фактический выпуск продукции по отдельным агрегатам;

$W_ц$ — общецеховые расходы электроэнергии.

Если невозможно выбрать единицу натуральной продукции или косвенного показателя, допускается нормирование расхода электроэнергии на 1000 руб. валового выпуска продукции (на 1000 руб. строительно-монтажных работ).

В этом случае нормы и фактические удельные расходы корректируют всякий раз при изменении стоимости продукции.

Факторы, влияющие на нормы расхода. При разработке норм, а также при анализе фактических удельных расходов электроэнергии необходимо выявить и количественно определить факторы, влияющие на удельные расходы.

Эти факторы могут быть разделены на две группы: факторы, не зависящие от работы производственного персонала, и факторы, зависящие от работы производственного персонала.

Общими для всех отраслей производства факторами, влияющими на удельный расход электроэнергии, являются степень загрузки технологического и энергетического оборудования по мощности и производительности, техническое состояние оборудования и режим его работы, строгое соблюдение заданного режима технологического процесса.

На удельный расход электроэнергии в большинстве отраслей, особенно в строительстве, существенное влияние оказывают внешние естественные условия производства — температура окружающей среды, естественное освещение и др., поэтому общецеховые и общезаводские годовые удельные нормы должны дифференцироваться по кварталам года.

Относительное влияние сезонности на удельную норму определяют по динамике колебания фактических удельных расходов по кварталам предшествующего года.

Основные направления экономии электрической энергии. Основными направлениями рационального потребления электроэнергии являются организационные, режимные, технологические и технические мероприятия.

Организационные мероприятия:

составление организационно-технических мероприятий по экономии электроэнергии и повышению коэффициента мощности электроустановок;

организация учета электроэнергии и применение технически обоснованных норм расхода электроэнергии на физическую единицу выпускаемой продукции (желательно и по элементам);

применение положения о премировании за экономию топлива, электрической и тепловой энергии для рабочих и инженерно-технических работников (технологи, электрики, механики);

четкое распределение функций между энергетиками, механиками и технологами;

организация групп контроля за рациональным использованием энергоресурсов;

составление должностных инструкций операторов;

проверка выполнения работ по экономии электроэнергии и энергоресурсов на оперативных совещаниях наравне с итогами работ по основному производству.

Режимные мероприятия:

составление режимных карт агрегатов;

ликвидация простоев и повышение эффективности работы электрооборудования;

эксплуатация синхронных двигателей при номинальном токе возбуждения;

борьба с потерями сжатого воздуха, кислорода, воды и других энергоносителей.

Технологические и технические мероприятия:

соблюдение технологических режимов, определяемых нормами и технологическими инструкциями, что позволит ритмично работать каждому агрегату, установке и даст возможность получить высокие технологические и технико-экономические показатели;

повышение производительности агрегатов, пропарочных камер, автоматов, дробилок, классификаторов и т. п.;

автоматизация процессов производства.

Сокращения потерь в электросетях и устройствах можно достичь за счет:

1) применения глубоких вводов и сооружения одной из нескольких подстанций с первичным напряжением 3,5—10—6 кВ в непосредственной близости от основных нагрузок;

2) сооружения системы разукрупненных цеховых подстанций встроенных, пристроенных и расположенных внутри цехов и непосредственно на стройплощадке для питания крупных сосредоточенных нагрузок;

3) правильного выбора числа и мощности трансформаторов на цеховых подстанциях и стройплощадках, исключающего работу их с малой нагрузкой в рабочее время, обязательное применение связей между отдельными подстанциями, а также необходимость иметь включенными все подстанции цехов и стройплощадок в нерабочее время для обеспечения ремонтных нагрузок и электрического освещения;

4) рационального распределения конденсаторов в сетях промышленного предприятия и широкого применения синхронных электродвигателей, позволяющих разгрузить цеховые и общеплощадочные магистральные сети, цеховые трансформаторы и питающие заводские сети от реактивных мощностей;

5) правильного расчета и конструктивного выполнения электрических сетей;

6) внедрения метода предварительного подогрева бетонной смеси в автомашинах;

7) освещения строительных площадок, карьеров, полигонов световыми приборами ОУКСН с лампами типа ДКсТ;

8) модернизации пропарочных камер и автоматизации тепловлажностной обработки железобетонных изделий в ямных пропарочных камерах;

9) модернизации камер сушки пиломатериалов и автоматизации тепловлажностной обработки пиломатериалов;

10) экономичного регулирования производительности компрессоров при колебаниях расхода сжатого воздуха, поддержание минимального необходимого давления на компрессорах;

11) устройства для потребителей сжатого воздуха низкого давления самостоятельных линий питания;

12) автоматизации работы вентиляционных установок тепловых завес, предназначенных для предотвращения проникания в цех зимой при открывании ворот холодного воздуха;

13) максимальной герметизации трубопроводов и арматуры энергоносителей всех видов (сжатого воздуха, тепловой энергии, канализации, водоснабжения и т. п.);

14) ликвидации холостых ходов оборудования с электроприводом;

15) повышения эффективности использования грузоподъемных машин (сокращение числа подъемов небольших грузов);

16) применения для транспортировки продукции рольгангов, ленточных конвейеров и т. п., а также других мероприятий.

11. ТЕПЛОПОТРЕБЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ И УСТАНОВКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

11.1. Определение расходов тепла.

Оттаивание мерзлых грунтов осуществляют установками, работающими на жидком топливе легких сортов и природном газе. Расход жидкого топлива примерно 4—5 кг, природного газа — около 7 м³ на 1 м³ грунта. Применение природного газа более эффективно и экономично.

Расходы тепла производственными предприятиями строительных организаций. Данные о расходах тепла на основные технологические процессы производственных предприятий — производство бетонов, растворов, железобетонных конструкций и др. (табл. 303—305) — необходимы для определения теплопроизводительности источника тепла, для решения конкретных задач теплоснабжения как отдельных технологических установок, так и зданий в целом, а также для определения годовых, квартальных и других расходов тепла и топлива.

303. Удельный расход тепла (в МДж/в кг пара) на производство бетонной смеси, растворов, железобетонных изделий и сушку пиломатериалов

Производство бетонной смеси и растворов (при определении расхода тепла и пара введен коэффициент 1,2, учитывающий потери при транспортировке и загрузке материалов в смесительные машины):	
подогрев 1 м³ песка*:	
от —5 до +20° С	63/28
от —15 до +20° С	90/40
подогрев 1 м³ гравия*:	
от —5 до +20° С	67,5/30
от —15 до +20° С	95/42
подогрев 1 м³ шлака*:	
от —5 до +20° С	66,5/25
от —15 до +20° С	7,5/30
подогрев 1 м³ воды от +5 до +80° С	5315/140
подогрев 1 м³ инертных материалов паровой иглой от —10 до +25° С**	100/40
Производство изделий из ячеистых бетонов — пропаривание 1 м³ изделий в автоклавах***	1000/400
Деревообрабатывающее производство:	
сушка 1 м³ пиломатериалов	1310/580
подогрев 1 м³ воды в бассейнах от 0 до +5° С	45/20
подогрев 1 м³ воды в ваннах для антисептирования от +10 до +80° С	340/130

* При 10% объемной влажности. Давление пара до 0,4 МПа.

** Производительность 10 м³/ч. Радиус эффективного действия 750 мм.

*** Давление пара 0,8 МПа.

304. Удельный расход тепла на тепловую обработку изделий, МДж/м³*

Пустотные изделия (пустотелый настил, вентиляционные блоки и др.)	295
Сплошные плиты (дорожные, балконные и т. д.)	590

Продолжение

Изделия крупнопанельного домостроения (в комплекте на дом)	630
Массивные изделия (фундаменты, башмаки, стеновые блоки и т. д.)	840
Ребристые плиты покрытий и перекрытий	1000
Длинномерные изделия в пропарочных камерах (ригели, колонны, балки, перемычки и др.)	1000
То же, в изолированных термоформах	460
Объемные изделия (трубы, кольца, кабины, комнаты и др.)	1050
Фермы	1680

* На 1 м³ изделий по наружному обмеру.

305. Удельный расход тепла (МДж/м³ камеры) на тепловую обработку изделий в пропарочных камерах в зависимости от коэффициента заполнения камер

Коэффициент заполнения камеры $K_з$	0,06	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24
Расход тепла, МДж/м³ камеры	1430	883	589	463	378	336

Примечание. Коэффициент заполнения камеры определяют по формуле: $K_з = V_{изд}/V_к$, где $V_{изд}$ — объем пропариваемых изделий, м³; $V_к$ — объем камеры, м³.

Приготовление товарного бетона. Температура бетонной смеси при выпуске ее с бетонного завода зависит от местных условий строительства.

При отсутствии нормативных данных о температуре бетонной смеси, выпускаемой заводом, ее можно принять на основании данных табл. 306.

306. Температура бетонной смеси при выпуске ее с бетонного завода

Температура наружного воздуха, °С	Температура бетонной смеси, °С		Температура наружного воздуха, °С	Температура бетонной смеси, °С	
	бетонирование на открытом воздухе	бетонирование в холодных закрытых помещениях		бетонирование на открытом воздухе	бетонирование в холодных закрытых помещениях
+5	+5	×5	—15	+30	+15
0	+15	+5	—20	+35	+20
—5	+20	+5	—25	+40	+25
—10	+25	+10	—30	+45	+30

Расход тепла на оттаивание и подогрев 1 м³ заполнителя $Q_{зап}$, кДж/м³, определяют по формуле

$$Q_{зап} = \gamma \{c (1 - j) (t_к - t_н) + i [335{,}2 - 0{,}5 t_н + nr]\},$$

где γ — плотность заполнителя, кг/м³; c — удельная теплоемкость заполнителя в сухом состоянии, Дж/(кг·°С); j — относительная (по массе) влажность заполнителя; $t_н$, $t_к$ — соответственно начальная

и конечная температура заполнителя, °С; n — количество влаги (в долях от начальной влажности материала), испаряющейся при нагреве заполнителей, принимают в пределах 0,05—0,1; r — теплосодержание насыщенного водяного пара, кДж/кг (принимается равным 2680 кДж/кг).

Расход тепла $Q_в$, кДж/ч, на нагрев воды определяют по формуле

$$Q_в = 4{,}2G_в\,(t_{н.в.} - t_{х.в}),$$

где $G_в$ — часовой расход нагретой воды, кг/ч; $t_{н.в}$, $t_{х.в}$ — соответственно конечная и начальная температура нагреваемой воды, °С.

При нагреве воды так называемым «острым паром» (пуском пара непосредственно в холодную воду) количество пара $Д$, за счет конденсации которого обеспечивается требуемый нагрев воды, можно определить (с допустимым упрощением расчета) по формуле

$$Д = 1{,}15Q_в/(2680 - 4{,}2t_{н.в}),$$

где 1,15 — коэффициент, учитывающий тепловые потери емкости в окружающую среду; $Д$ — необходимое количество пара, кг/ч; $Q_в$ — расход тепла на нагрев воды, кДж/ч; $t_{н.в}$ — конечная температура нагретой воды, °С.

При нагреве заполнителей в складах расчетное количество тепла $Q_р$, кДж/ч, которое должны обеспечить нагревательные устройства склада, определяют по формуле

$$Q_р = Q_{зап}B/(\tau\eta),$$

где $Q_{зап}$ — расход тепла на размораживание и подогрев 1 м³ заполнителя, кДж/м³; B — расход заполнителя, м³/сут; τ — время использования нагревательных приборов в течение суток; η — коэффициент, учитывающий тепловые потери (для открытого склада $\eta = 0{,}75$; для закрытого $\eta = 0{,}85$).

При обогреве складов регистрами из гладких стальных труб расчетную площадь поверхности нагрева регистров F, м², определяют по формуле

$$F = Q_р/q_f,$$

где $Q_р$ — расчетное количество тепла, кДж/ч; q_f — теплоотдача 1 м² площади поверхности нагрева труб, кДж/(м²·ч).

Для паровых вертикальных регистров из гладких стальных труб q_f принимают в пределах от 6300 до 7100 кДж/(м²·ч), а при укладке регистров в пазах бетонного основания — от 5000 до 5800 кДж/(м²·ч).

Сушка пиломатериалов происходит в сушильных камерах при температуре до 110° С.

Сушильные камеры по виду теплоносителя разделяют на паровые и газовые, а по способу загрузки — на камеры периодического и непрерывного действия.

В табл. 307 приведены данные о расходе тепла и природного газа на сушку пиломатериалов.

Сушка ограждающих конструкций помещений. Для возможности производства штукатурных работ влажность ограждающих конструкций должна быть не более 8% на глубину до 10—12 см.

Для производства малярных работ влажность штукатурного слоя должна быть не более 4% при масляной окраске и не более 8% при известковой.

307. Расход тепла, пара и природного газа на сушку 1 м³ пиломатериалов

Характеристика сушильной камеры	Годовая производительность камеры, тыс. м³ условных пиломатериалов	Объем камеры, м³	Расчетный расход*	
			пара давлением 0,4 МПа, кг/(м³·ч)	тепла, кДж/(м³·ч)
Непрерывного действия с принудительной циркуляцией воздуха	3—5	56—73	8—9,3	18 500—21 300
То же	17—20	253—146	6—12,3	13 800—28 200
Непрерывного действия газовая	3—5	55—73	—	(1,9—2,3)
Периодического действия с естественной циркуляцией воздуха	2	35	8,8	20 000
То же, газовая с эжекционной реверсивной циркуляцией	4	60	—	(2)

* В скобках указан расход природного газа, м³/(м³·ч).

Количество влаги A, кг, подлежащей испарению из материала стены или штукатурки:

$$A = 0{,}01\,[(W_1 - W_2)\,bF\gamma],$$

где W_1 и W_2 — начальная и конечная влажность материала, %; b — толщина высушиваемой части конструкции, м; F — площадь высушиваемой поверхности, м²; γ — плотность материала, кг/м³.

При сушке ограждающих конструкций температура в помещении должна быть не ниже +15° С. Для создания такой температуры используют различные источники тепла, в том числе стационарные системы отопления и различные временные установки.

При температуре воздуха в помещении +25...+30° С отгонка влаги на глубину 12 см от внутренней поверхности стен происходит за 4—5 сут (не считая времени на оттаивание стен).

Положительную температуру внутри помещения сохраняют и после окончания малярных работ, чтобы не увлажнялась штукатурка.

При сушке штукатурки создают 3—4-кратный воздухообмен, используя непрерывно действующую вентиляцию, переменный режим сушки.

Переменный режим сушки с целью ее интенсификации сочетают с экранированием. При этом горячий воздух подают в пространство между стеной и экранами, перемещаемыми вдоль стены. Воздух подогревается либо в централизованной калориферной установке, либо в местных рассредоточенных установках. Первая схема выгоднее в отношении обслуживания и менее опасна в пожарном отношении, но требует громоздкого оборудования и большого расхода материала на воздуховоды; вторая — обеспечивает более равномерное использование тепла и более высокий КПД.

Количество наружного воздуха $Z_в$, м³/ч, необходимое для удаления влаги из ограждающих конструкций или штукатурки:

$$L_в = 100\,A/Z\,(d_в - d_н),$$

где A — суммарное количество подлежащей испарению влаги, кг; Z — срок сушки, ч; $d_в$ — содержание влаги в воздухе, удаляемом из помещения, г/м³; $d_н$ — содержание влаги в воздухе, подаваемом в помещение (при температуре и относительной влажности воздуха до его нагрева в калориферных установках), г/м³.

Значения $d_в$ и $d_н$ принимают по табл. 308.

308. Абсолютное влагосодержание воздуха $d_в$ и $d_н$, г/м³, в зависимости от температуры и относительной влажности

Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %					Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %				
	60	70	80	90	100		60	70	80	90	100
—30	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	15	7,7	9	10,2	11,5	12,8
—25	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	20	10,3	12	13,8	15,5	17,2
—20	0,7	0,8	0,9	1	1,1	25	13,7	18	18,3	20,6	22,9
—15	1	1,1	1,3	1,4	1,6	30	18,1	21,1	24,1	27,1	30,1
—10	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	35	24	28	32	36	39,6
— 5	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	40	31	36	41	46	51,5
0	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	45	41	47	54	61	67,1
5	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	50	50	58	57	75	83
10	5,6	6,6	7,5	8,5	9,4						

Суммарный расход тепла Q, кДж/ч, на сушку ограждающих конструкций:

$$Q = 1{,}2\,(Q_1 + Q_2 + Q_3),$$

где Q_1 — количество тепла, необходимое для испарения влаги из ограждающих конструкций, кДж/ч:

$$Q_1 = NA/Z,$$

N — скрытая теплота парообразования (расход тепла на испарение 1 кг влаги) принимается равной 2520 кДж/кг; Q_2 — количество тепла, необходимое для нагревания наружного воздуха от $t_н$ до $t_в$, кДж/ч;

$$Q_2 = L_в\, C_в\, (t_в - t_н),$$

$t_в$ — температура воздуха в помещении, °С; $t_н$ — температура наружного воздуха, входящего в нагревательное устройство, °С; $C_в$ — теплоемкость воздуха, равная 1,3 кДж/(м³·°С); Q_3 — теплопотери здания или помещения принимаются по данным проекта отопления, кДж/ч.

При отсутствии проектных данных допускается теплопотери определять по формуле

$$Q_з = qV\,(t_в - t_н),$$

где q — удельная тепловая характеристика здания, кДж/(м³·ч·°С); V — объем здания или помещения, м³.

Отопление и вентиляция зданий и сооружений. Максимальные часовые расходы тепла (кДж/ч) на отопление $Q_р$ и вентиляцию $Q_в$ зданий и сооружений принимают по данным проектов, а при их отсутствии определяют расчетом на основании удельных тепловых характеристик этих зданий исходя из их строительного объема и назначения по формулам:

$$Q_о = aq_0\, V\,(t_{вн} - t_{н.о});$$

$$Q_в = q_V\, V\,(t_{вн} - t_{н.в}),$$

где a — поправочный коэффициент, зависящий от расчетной температуры наружного воздуха:

$$a = 0{,}54 + 22/(t_{в.н} - t_{н.о});$$

q_0, q_V — удельные тепловые отопительные и вентиляционные характеристики зданий, кДж/(м³·ч·°С); V — строительный объем здания по наружному обмеру, м³; $t_{вн}$ — температура воздуха в помещениях зданий (среднее значение), °С; $t_{н.о}$, $t_{н.в}$ — расчетные зимние температуры наружного воздуха, принимаемые при проектировании отопления $t_{в.о}$ и вентиляции $t_{н.в}$.

Значения q_0, q_V, $t_{вн}$ принимают по табл. 309, а $t_{н.о}$ и $t_{н.в}$ — по табл. 310.

309. Удельные тепловые характеристики жилых, общественных, вспомогательных и промышленных зданий

Здания	Наружный объем зданий, тыс. м³	Удельные тепловые характеристики [кДж/(м³·ч·°С)] для определения ориентировочных расходов тепла		Усредненные расчетные температуры внутреннего воздуха $t_{вн}$, °С
		на отопление q_0	на вентиляцию q_V	
Жилые и общественные здания (малоэтажные)	0,3—1	3,14—2,1	—	18
Жилые здания, гостиницы и общежития	3—10	1,76—1,38	—	18
Административные здания	5—10	1,8—1,59	0,38—0,34	18
Школы	5—10	1,63—1,47	0,38—0,34	18
Поликлиники, амбулатории, диспансеры	5—10	1,67—1,55	1,05	20
Больницы	5—10	1,67—1,51	1,21—1,17	20
Детские сады и ясли	До 5	1,59	0,46	20
Клубы	До 5	1,68	1,05	16
Предприятия общественного питания, фабрики-кухни, столовые	5—10	1,47—1,38	2,98—2,72	16
Бани	5—10	1,17—1,05	4,19—3,98	25
Прачечные	5—10	1,59—1,38	3,35—3,26	16
Лаборатории	До 5	1,55	4,19	16
Пожарные депо	2—5	2—1,92	0,59—0,38	16
Гаражи	2—5	4,61—3,76	4,8—4,19	12
Цехи:				
чугунолитейные	До 10	1,25	4,61	10
термические	До 10	1,67	5,44	12
кузнечные	До 10	1,89	2,83	10
механосборочные	5—10	2,5—1,89	1,67—1,05	16
деревообделочные	До 5	2,52—2,4	2,52—2,08	16
гальванические	До 2	2,72—2,52	20,8—16,4	16

Примечание. Значения удельных тепловых характеристик относятся к расчетной наружной температуре $t_{н.о} = -30°$ С.

310. Расчетные зимние температуры наружного воздуха и продолжительность отопительного периода по городам СССР

Город	Расчетная зимняя температура, °С, при проектировании		Отопительный период		Город	Расчетная зимняя температура, °С, при проектировании		Отопительный период	
	отопления $t_{н.о}$	вентиляции $t^{*}_{н.в}$	средняя температура наружного воздуха $t_{ср.о}$, °С	продолжительность n_o, сут		отопления $t_{н.о}$	вентиляции $t^{*}_{н.в}$	средняя температура наружного воздуха $t_{ср.о}$, °С	продолжительность n_o, сут
Алма-Ата	—25	—10	—2,1	166	Магнитогорск	—34	—22	—7,9	218
Архангельск	—32	—19	—4,7	251	Махачкала	—14	—2	+2,6	151
Астрахань	—22	—8	—1,6	172	Минск	—25	—10	—1,2	203
Ашхабад	—11	—2	+3,9	11	Москва	—25	—14	—3,2	205
Баку	—4	—1	+5,1	119	Мурманск	—28	—18	—3,3	281
Барнаул	—39	—23	—8,3	219	Нижний Тагил	—34	—21	—6,6	238
Батуми	—1	4	+7,6	115					
Белгород	—23	—12	—2,2	196	Николаев	—19	—7	+0,4	168
Брянск	—24	—13	—2,6	206	Новокузнецк	—38	—23	—7,9	227
Вентспилс	—18	—7	+0,7	207	Новороссийск	—13	—2	+4,4	134
Вильнюс	—23	—9	—0,9	194	Новосибирск	—39	—24	—9,1	227
Владивосток	—25	—16	—4,8	201	Норильск	—46	—34	—14,6	300
Вологда	—31	—16	—4,2	228	Одесса	—18	—6	+0,8	165
Волгоград	—22	—13	—3,4	182	Омск	—37	—23	—7,7	220
Воронеж	—25	—14	—3,4	199	Орджоникидзе	—17	—5	—0,4	175
Ворошиловград	—25	—10	—1,6	180	Орел	—25	—13	—3,3	207
Горький	—30	—16	—4,7	218	Оренбург	—29	—20	—8,1	201
Грозный	—16	—5	+0,4	164	Павлодар	—37	—23	—9	209
Даугавпилс	—27	—10	—1,5	203	Пенза	—27	—17	—5,1	206
Джамбул	—24	—9	—1,1	167	Пермь	—34	—20	—6,4	226
Днепропетровск	—24	—9	—1	175	Петрозаводск	—29	—14	—2,9	237
					Полтава	—22	—11	—1,9	187
Донецк	—24	—10	—1,8	183	Псков	—26	—11	—2	212
Душанбе	—14	—2	+3,6	112	Пятигорск	—18	—8	0	175
Енисейск	—47	—28	—9,5	245	Рига	—20	—9	—0,6	205
Ереван	—19	—4	—0,9	114	Ростов-на-Дону	—22	—8	—0,6	175
Жданов	—23	—9	—0,8	177					
Запорожье	—23	—9	—0,7	175	Самарканд	—13	—3	+2,8	132
Златоуст	—30	—20	—6,6	217	Саратов	—25	—16	—5	198
Иркутск	—38	—25	—8,9	241	Свердловск	—31	—20	—6,4	228
Казань	—30	—18	—5,7	218	Семипалатинск	—38	—21	—8,0	202
Калининград	—18	—7	—0,6	195					
Караганда	—32	—20	—7,5	212	Севастополь	—11	0	0	137
Каунас	—20	—8	—0,5	192	Симферополь	—16	—4	+1,9	158
Кемерово	—39	—25	—8,8	232	Смоленск	—26	—13	—2,7	210
Киев	—21	—10	—1,1	187	Сочи	—3	—2	+5,9	103
Киров	—31	—19	—5,8	231	Сургут	—40	—28	—9,7	257
Кировоград	—21	—9	—1	185	Сыктывкар	—36	—20	—6,1	244
Кишинев	—15	—7	+0,6	166	Таллин	—21	—9	—0,8	221
Кокчетав	—35	—21	—7,9	214	Ташкент	—15	—6	+2,4	130
Котлас	—33	—19	—5,5	237	Тбилиси	—7	0	+4,2	152
Краснодар	—7	0	+4,6	109	Тольятти	—29	—17	—5,4	203
Красноводск	—19	—5	+1,5	152	Тула	—28	—14	—3,8	207
Куйбышев	—27	—18	—6,1	206	Тюмень	—35	—21	—5,7	220
Курск	—24	—14	—3	198	Ужгород	—18	—6	+1,6	162
Кустанай	—35	—22	—8,7	213	Ульяновск	—31	—18	—5,7	213
Ленинабад	—13	—4	+2,5	130	Улан-Удэ	—38	—28	—10,6	235
Ленинград	—25	—11	—2,2	219	Усть-Каменогорск	—33	—18	—7,8	204
Лиепая	—18	—6	+0,8	202					
Липецк	—26	—15	—3,9	199	Уфа	—29	—19	—6,4	211
Львов	—19	—7	+0,3	183	Фергана	—15	—7	+1,3	134

Продолжение табл. 310

Город	Расчетная зимняя температура, °С, при проектировании		Отопительный период		Город	Расчетная зимняя температура, °С, при проектировании		Отопительный период	
	отопления $t_{н.о}$	вентиляции $t^*_{н.в}$	средняя температура наружного воздуха $t_{ср.о}$, °С	продолжительность $n_о$, сут		отопления $t_{н.о}$	вентиляции $t^*_{н.в}$	средняя температура наружного воздуха $t_{ср.о}$, °С	продолжительность $n_о$, сут
Фрунзе	—23	—9	—0,9	157	Чернигов	—22	—10	—1,7	191
Хабаровск	—32	—23	—10,1	205	Черновцы	—20	—9	—0,2	179
Харьков	—23	—11	—2,1	189	Чимкент	—17	—6	+1,1	147
Целиноград	—35	—22	—8,7	215	Чита	—38	—30	—11,6	240
Чебоксары	—32	—18	—5,4	217	Якутск	—55	—45	—19,5	254
Челябинск	—29	—16	—4,3	216	Ялта	—6	1	+5,2	126
Череповец	—31	—16	—4,3	225	Ярославль	—31	—16	—4,5	222

* В таблице указаны значения расчетных зимних температур при проектировании вентиляции для случаев, когда допустимо сокращение объемов подаваемого приточного воздуха в интервале температур наружного воздуха от $t_{н.в}$ до $t_{н.о}$. Если сокращение объемов подаваемого приточного воздуха недопустимо, то расходы тепла определяют, принимая $t_{н.в} = t_{н.о}$.

Расход тепла на отопление жилых зданий $Q_о$, кДж/ч, определяют по формуле

$$Q_о = qF,$$

где q — укрупненный показатель максимального часового расхода тепла на отопление жилых зданий (кДж/ч) на 1 м² жилой площади, принимаемый по табл. 311; F — жилая площадь, м².

Среднечасовые расходы тепла (кДж/ч) за отопительный период на отопление $Q_{р.ср}$ и вентиляцию $Q_{в.ср}$ определяют по формулам:

$$Q_{о.ср} = Q_о (t_{вн} - t_{ср.о})/(t_{в.н} - t_{н.о});$$

$$Q_{в.ср} = Q_в (t_{вн} - t_{ср.о})/(t_{вн} - t_{н.в}).$$

311. Укрупненные показатели расхода тепла на отопление жилых зданий

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления $t_{н.о}$, °С	0	—10	—20	—30	—40
Укрупненный показатель максимального часового расхода тепла на отопление жилых зданий q, кДж/(ч·м²)	336	462	546	630	672

Значение $t_{ср.о}$ принимают по табл. 310.

Годовые расходы тепла (кДж/год) на отопление $Q_о^{год}$ и вентиляцию $Q_в^{год}$ жилых и общественных зданий определяют по формулам:

$$Q_о^{год} = 24 Q_{о.ср} n_о,$$

$$Q_{в}^{год} = ZQ_{в.ср}\, n_{о},$$

где Z — усредненное за отопительный период число часов работы системы вентиляции в течение суток.

Значение $n_{о}$ принимают по табл. 310.

Годовые расходы тепла на отопление и вентиляцию промышленных зданий определяют исходя из продолжительности работы предприятий с учетом сокращения расходов тепла на отопление и вентиляцию в нерабочее время.

Горячее водоснабжение. Среднечасовой расход тепла за отопительный период на горячее водоснабжение $Q_{г.в.ср}$, кДж/ч, жилых и общественных зданий определяют по формуле

$$Q_{г.в.ср} = \frac{4{,}2m\,(a + b)\,(55 - t_{х.з})}{24}$$

или

$$Q_{г.в.ср} = q_{г.в}\, m.$$

Максимальный часовой расход тепла $Q_{г.в.макс}$, кДж/ч, на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий определяют по формуле

$$Q_{г.в.макс} = (2 \ldots 2{,}4)\, Q_{г.в.ср}$$

Среднечасовой расход тепла $Q_{г.в.ср}^{л}$, кДж/ч, на горячее водоснабжение в летний период определяют по формуле

$$Q_{г.в.ср}^{л} = Q_{г.в.ср}\, \frac{55 - t_{х.л}}{55 - t_{х.з}}\, \beta,$$

где m — число людей в здании; a — норма расхода горячей воды (л) при температуре 55° С для жилых зданий на одного человека в сутки (принимают по табл. 312); b — то же, для всех общественных зданий района; при отсутствии данных принимают равной 20 л/сут на одного человека; $t_{х.з}$ — температура холодной (водопроводной) воды (°С) в отопительный период; при отсутствии данных принимают равной 5° С; $t_{х.л}$ — температура холодной воды (°С) в летний период; при отсутствии данных принимают равной 15° С; $q_{г.в}$ — укрупненный показатель среднечасового расхода тепла на горячее водоснабжение (кДж/ч) на одного человека (с учетом общественных зданий района); можно принимать по табл. 313; β — коэффициент, учитывающий снижение среднечасового расхода воды на горячее водоснабжение в летний период по отношению к отопительному; при отсутствии данных можно принимать равным 0,8.

Годовые расходы тепла $Q_{г.в}^{год}$, кДж/год, на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий определяют по формуле

$$Q_{г.в}^{год} = 24Q_{г.в.ср}\, n_{о} + 24^{л}_{г.в.ср}\,(350 - n_{о}),$$

где 350 — число суток работы системы горячего водоснабжения в году.

Годовые расходы тепла на горячее водоснабжение производственных предприятий определяют исходя из расходов горячей воды за отопительный и летний периоды с учетом различных значений температуры холодной воды в эти периоды.

Максимальные часовые (расчетные) расходы тепла на горячее водоснабжение $Q_{г.в}^{макс}$, кДж/ч, для отдельных зданий определяют по формулам:

а) для жилых зданий, гостиниц и больниц общего типа

$$Q^{\text{макс}}_{\text{г.в}} = 4{,}4K_{\text{ч}}\frac{n_1 a_{\text{н.с}}(55 - t_{\text{х.в}})}{24};$$

б) для предприятий общественного питания

$$Q^{\text{макс}}_{\text{г.в}} = 4{,}4n_2 a_{\text{н.с}}\left(55 - t_{\text{х.в}}\right);$$

в) для бань

$$Q^{\text{макс}}_{\text{г.в}} = 4{,}4n_3 a_{\text{н.ч}}\left(55 - t_{\text{х.в}}\right);$$

г) для механизированных прачечных

$$Q^{\text{макс}}_{\text{г.в}} = \frac{4{,}4n_4 a_{\text{н.ч}}(55 - t_{\text{х.в}})}{T},$$

где 4,4 — коэффициент, учитывающий тепловые потери трубопроводами системы горячего водоснабжения (1,05) и перевод килокалорий в килоджоули (4,19); $K_{\text{ч}}$ — коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды, принимаемый по табл. 314—316; n_1, n_2, n_3, n_4 — соответственно расчетное число потребителей, число блюд, реализованных в 1 ч, число посетителей в 1 ч, производительность прачечной, т. е. количество сухого белья, обрабатываемого в смену, кг;

$$n_2 = 2{,}2m_1 m_2;$$

m_1 — число посадочных мест; m_2 — число посадок в 1 ч, которое принимают для столовых открытого типа равным 2, для столовых промышленных предприятий и учебных заведений — 3; $a_{\text{н.с}}$ — норма расхода горячей воды на одного потребителя (в сутки наибольшего водопотребления, принимают по табл. 312; $a_{\text{н.ч}}$ — расход горячей воды (л/ч) в час наибольшего водопотребления принимают для соответствующих потребителей по табл. 10; 55 — температура горячей воды, °С; $t_{\text{х.в}}$ — температура холодной воды (°С); при отсутствии данных принимают равной 5° С; T — число часов работы в смену;

д) в душевых школ, спортивных сооружений и промышленных предприятий расчетный часовой расход тепла определяют из условия одновременной работы всех душевых установок.

312. Нормы расхода горячей воды

Потребители	Единица измерения	Нормы расхода горячей воды (л) при $t_{\text{г.в}}$=55° С		
		средняя в сутки за период со средней суточной температурой наружного воздуха ≤8° С	в сутки наибольшего водопотребления $a_{\text{н.с}}$	в час наибольшего водопотребления $a_{\text{н.ч}}$
Жилые дома квартирного типа, оборудованные умывальниками, мойками, ваннами и душами	1 житель	105	120	10

Продолжение табл. 312

Потребители	Единица измерения	Нормы расхода горячей воды (л) при $t_{г.в}$=55° С		
		средняя в сутки за период со средней суточной температурой наружного воздуха ≤8° С	в сутки наибольшего водопотребления $a_{н.с}$	в час наибольшего водопотребления $a_{н.ч}$
Общежития с общими душевыми	1 житель	60	60	6,3
Общежития с общими душевыми, столовыми, прачечными	То же	80	80	6,5
Административные здания различного назначения	1 работающий	5	7	2
Учебные заведения, школы с душевыми	1 учащийся и преподаватель в смену	6	8	1,2
Детские ясли-сады с дневным пребыванием детей	1 ребенок	30	30	4,5
Предприятия общественного питания:				
приготовление пищи	1 блюдо	2	2	2
туалеты (умывальники общего пользования)	1 кран	—	—	80
Продовольственные магазины	1 рабочее место	100	100	9,6
Бани:				
мытье в мыльной с тазами на скамьях с обмыванием в душе	1 посетитель	120	120	120
душевая кабина	То же	290	290	290
ванная кабина	»	360	360	360
Прачечные:				
немеханизированные	1 кг сухого белья	15	15	15
механизированные	То же	25	25	25
Поликлиники, амбулатории	1 больной	6	6	0,8
Душевые во вспомогательных зданиях и помещениях предприятий, в спортивных сооружениях	1 душевая сетка	—	—	270
Водоразборные точки у технологического оборудования или мойки столовых, кафе, чайных, кондитерских и магазинов	1 водоразборная точка	—	—	280
Цехи с избытками явного тепла более 84 Дж на 1 м³ помещения в час	1 работающий в смену	24	24	8,4
Остальные цехи	То же	11	11	4,4
Уборка бытовых помещений	1 м² пола	0,2	0,2	—

Примечания: 1. В таблице приведены нормы расхода горячей воды для потребителей, наиболее часто встречающихся в производственной деятельности энергетика на строительстве. Подробные данные о нормах расхода горячей воды приведены в главе СНиП II-34-76 «Горячее водоснабжение».

2. Нормы расхода приведены исходя из температуры горячей воды 55° С. При другой температуре $t'_{г.в}$ расход воды определяют по формуле

$$a'_{г.в} = a_{55} \frac{t'_{г.в} - t_{х.в}}{55 - t_{х.в}}.$$

313. Укрупненный показатель среднечасового расхода тепла на горячее водоснабжение $q_{г.в}$ на одного человека

Средние за отопительный период нормы расхода воды на горячее водоснабжение (л) на одного человека в сутки с учетом общественных зданий района	80	90	100	110	120	130
$q_{г.в}$, кДж/ч	1050	1150	1250	1360	1465	1570

314. Коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды $K_ч$ в жилых зданиях

Число жителей	50	100	150	200	250	300	500	1000	3000	6000 и более
$K_ч$	4,5	3,5	3	2,9	2,8	2,7	2,5	2,3	2,1	2

315. Коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды $K_ч$ в гостиницах

Число людей, проживающих в гостинице	60	150	300	450	600	900
$K_ч$	4,6	3,8	3,3	3,1	3	2,9

316. Коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды $K_ч$ в больницах общего типа

Число коек	35	50	75	100	200	300	500	1000
$K_ч$	3,2	2,5	2,6	2,4	2	1,9	1,7	1,6

11.2. Оборудование для отопительно-вентиляционных установок.

Воздухонагреватели (табл. 317—319) для обогрева и сушки помещений работают на жидком и газообразном топливе, с использованием электроэнергии.

317. Воздухонагреватели МП, МПМ, ТГ и ВПТ

Величина, единица величины	МП-44	ТГ-75	МПМ-85к	ТГ-150	ВПТ-400	МП-300
Теплопроизводительность, МДж/ч	294—330	310	370	630	1260—1680	1260—2100
Расход жидкого топлива (осветительный или тракторный керосин, топливо Т-1, ТС-1 и др.), кг/ч	8—10	8,5	10	18	До 40	50
Количество нагретого воздуха, $м^3/ч$	2700	2500	2570	5000	До 25 000	16 000
Температура нагретого воздуха, °С	120	60—65	130	70	50—65	80—115
Коэффициент полезного действия	0,56	—	0,65	0,8	—	—
Тип вентилятора	Осевой	Центробежный	—	Центробежный	Осевой	Центробежный
Мощность электродвигателя, кВт	1	4,5	—	—	10	—
Габарит, мм:						
длина	2000	900	3000	2260	4130	5500
ширина	1200	900	1300	1185	1200	2300
высота	1200	2100	1340	1140	2230	2700
Масса, кг	200	580	375	421	1000	4630

Примечания: 1. МП-44 смонтирован на салазках.

2. Оборудование ТГ-75 и ТГ-150 смонтировано на общей раме.

3. МПМ-85к смонтирован на шасси автомашины; меньшая теплопроизводительность — по чистому воздуху, бóльшая — с продуктами сгорания топлива.

4. Оборудование ВПТ-400 смонтировано на общей раме, которая опирается на два пневматических колеса; меньшая теплопроизводительность и температура наружного воздуха — при работе с теплообменником, бóльшая — при работе на смеси топочных газов с воздухом.

5. МП-300 смонтирован на трех колесах.

318. Универсальные строительные воздухонагреватели (УСВ)

Величина, единица величины	УСВ-10	УСВ-30	УСВ-100	УСВ-150	УСВ-200	УСВ-300	УСВ-400	УСВ-850
Теплопроизводительность, МДж/ч	42—60	125—169	420—460	590—670	800—840	1260—1470	1680—2300	3570—3780
Расход топлива:								
жидкого (тракторный керосин, печное и др.), кг/ч	1,3—1,8	4—4,5	11—12	16—18	22—24	38—44	45—65	95—105
природного газа, м³/ч	1,8—2,2	5—5,5	15—16	17—19	25—28	44—52	50—69	110—120
Количество нагретого воздуха, м³/ч	250	1200	4500	6500	7000	14 000	14 000	25 000—30 000
Температура нагретого воздуха, °С	100—130	130—150	90—110	60—70	90—100	60—70	90—100	80—120
Коэффициент полезного действия	0,81	0,86	0,8	0,82	0,8	0,85	0,81	0,81
Тип вентилятора	Осевой	Центробежный	Осевой					Два осевых
Мощность электродвигателя, кВт	0,5	0,6	—	—	—	—	—	—
Габариты, мм:								
длина	300	800	2095	3060	2700	3900	3900	4800
ширина	300	670	930	910	1000	1525	1525	3200
высота	750	1460	1170	1420	1500	2025	2025	3125
Масса, кг	30	98	375	625	625	2000	2000	3000

319. Электрические воздухонагреватели

	ЭВП-1	ЭВП-10
Теплопроизводительность, МДж/ч	47	42
Температура нагретого воздуха, °С	40—110	70—125
Количество нагретого воздуха, м³/ч	550	450
Потребляемая мощность, кВт	13,5	12
Габариты, мм	2050×825×900	2050×825×940
Масса, кг	218	218

При сушке оштукатуренных поверхностей, для обогрева стыков железобетонных конструкций применяют терморадиационные калориферы БИС-10 и БИК-15, состоящие из нагревательного элемента, рефлектора, кожуха со штативом, системы автоматического регулирования (только калорифер БИС-10А) и др. Мощность калориферов БИС-10 и БИС-10А — 10 кВт, БИК-15—15 кВт.

Воздушное отопление. Для отопления зданий или отдельных помещений применяют системы воздушного отопления с нагревом воздуха водой, паром, газом, а при соответствующем обосновании— электроэнергией.

Количество воздуха G, кг/ч, подаваемого системой воздушного отопления:

$$G = \frac{Q}{C(t_{пр} - t_{р.з})},$$

откуда температура воздуха (°С), подаваемого в помещение

$$t_{пр} = t_{р.з} + \frac{Q}{CG},$$

где Q — количество тепла, возмещаемое системой воздушного отопления (кДж/ч), соответствует расходу тепла на отопление помещения или здания; C — удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С); $t_{р.з}$ — температура воздуха в рабочей зоне помещения, °С.

Для перехода от массы воздуха к объему необходимо массу разделить на плотность воздуха, которая зависит от температуры воздуха.

При температуре воздуха $t_в$=—20° С $\gamma_в$=1,396 кг/м³; при $t_в$=0° С $\gamma_в$=1,293 кг/м³; при $t_в$=20° С $\gamma_в$=1,205 кг/м³; при $t_в$=40° С $\gamma_в$=1,128 кг/м³ и при $t_в$=60° С $\gamma_в$=1,06 кг/м³.

Максимально допустимую температуру воздуха, подаваемого в помещение, определяют по специальным формулам, но можно использовать и следующие данные:

а) при подаче воздуха на высоте до 3,5 м от уровня пола и при расстоянии до рабочего места не менее двух метров — $t_{пр} \leqslant 45°$ С;

б) при подаче воздуха на высоте более 3,5 м от уровня пола— $t_{пр} \leqslant 70°$ С.

Расход тепла (кДж/ч) на нагрев воздуха, подаваемого в помещение:

а) для систем воздушного отопления, работающих только на рециркуляционном воздухе:

$$Q' = Q;$$

б) для систем воздушного отопления, работающих с частичной рециркуляцией внутреннего воздуха:

$$Q'' = C\,[G_н\,(t_{пр} - t_н) + G_р\,(t_{пр} - t_р)];$$

в) для систем воздушного отопления, работающих только на наружном воздухе:

$$Q''' = CG_н\,(t_{пр} - t_н),$$

где $G_н$ и $G_р$ — соответственно количество наружного и рециркуляционного воздуха, кг/ч ($G = G_н + G_р$); $t_н$ — температура наружного воздуха, °С; $t_р$ — температура рециркуляционного воздуха (°С); может быть принята равной температуре рабочей зоны $t_{р.з}$.

Отопительные агрегаты предназначены для постоянных и временных систем воздушного отопления зданий и сооружений. Отопление помещений осуществляется, как правило, на рециркуляционном воздухе.

В табл. 320—322 приведены технические данные подвесных отопительных агрегатов АПВС, АПВ и СТД и стационарного отопительного агрегата СТД-300М.

320. Технические данные отопительных агрегатов АПВС и АПВ

Величина, единица величины	АПВС-50-30	АПВС-70-40	АПВС-110-80	АПВ-200-140	АПВ-280-190
Производительность по воздуху ($м^3$/ч) при начальной температуре 16° С	3300	3900	6900	13 900	18 800
Теплопроизводительность (МДж/ч) и конечная температура воздуха (°С) при обогреве:					
паром с избыточным давлением, МПа:					
0,01	168/58,2	210/60,7	—	587/51	798/51
0,1	188/63,3	244/67,6	420/66,2	714/58,5	1000/60,2
0,2	210/68,6	285/77	462/71,3	840/66	1175/67,7
водой с температурой $t_{гор}$=130° С и $t_{обр}$=70° С	126/47,6	164/50,8	334/56,2	587/50,8	798/51

321. Конструктивная характеристика отопительных агрегатов АПВС и АПВ

Марка агрегата	Габариты, мм			Электродвигатель			Марка вентилятора	Площадь поверхности нагрева калорифера, м²	Масса агрегата, кг
	высота	ширина	длина (по ходу воздуха)	тип	мощность, кВт	частота вращения, мин⁻¹			
АПВС-50-30	532	540	635	АОЛ-31-2	1	2900	06-320-4	10,85	100
				АО2-12-2	1,1	3000			
АПВС-70-40	682	696	785	А-32-4	1	1400	06-320-6	18,3	163
				АО2-21-4	1,1	1500			
АПВС-110-80	852	852	737	А41-4	1,7	1420	06-320-7	29,4	220
				АО2-31-4	2,2	1500			
АПВ-200-140	904	1080	1191	А42-4	2,8	1420	06-320-8	85,2	600
				АО2-32-4	3	1500			
				АО2-41-4	4	1500			
АПВ-280-190	1100	1230	1430	АО61-6	2,8	950	06-320-10	124,5	813
				АО2-41-6	3	1000			
				АО61-6	2,8	950			

Примечание. Тип калорифера для агрегатов АПВС спирально-навивной, для АПВ — пластинчатый.

322. **Отопительные агрегаты СТД-100 и СТД-300М**

Величина, единица величины	СТД-100		СТД-300М				
	при обогреве паром с давлением 0,5 МПа	при обогреве водой с температурой $t_{гор}$=150° С, $t_{обр}$=70° С	при обогреве паром с избыточным давлением, МПа			при обогреве водой с температурой	
			0,2	0,3	0,4	$t_{гор}$=130° С, $t_{обр}$=70° С	$t_{гор}$=150° С, $t_{обр}$=70° С
Производительность по воздуху:							
м³/ч	8 770	8 490	—	28 800	—	25 000	—
кг/ч	10 700	10 360	—	34 500	—	30 000	—
Теплопроизводительность Q, МДж/ч	420	407	1075	1170	1240	1285	1385
Температура воздуха, °С:							
начальная	16	16	16	16	16	16	16
конечная	55	55	47	50	50	60	62
Скорость воздуха, м/с	7,6	7,3	11,8			10,3	
Габариты, мм:							
высота	790		3035 (для работы на паре); 3165 (для работы на воде)				
ширина	790		—				
длина (по ходу воздуха)	1092 (для пара); 933 (для воды)		—				
в плане	—		1766×1171				
Масса агрегата, кг	178	299	846		1160		

Калориферы стальные пластинчатые КВБ, КВС-П и КВБ-П предназначены для нагревания воздуха в системах вентиляции, воздушного отопления, сушильных установках. Их выпускают в одноходовом и многоходовом исполнении (по теплоносителю).

При нагреве воздуха паром применяют одноходовые калориферы, а при нагреве воздуха водой — одноходовые и многоходовые. Более экономично при нагреве воздуха водой использовать многоходовые калориферы.

Калориферы КВС-П и КВБ-П могут быть использованы при избыточном давлении теплоносителя — до 1,2 МПа, а КВБ—до 0,8 МПа.

Калориферы КВБ — одноходовые, КВС-П и КВБ-П — многоходовые, соответственно средней и большой модели.

В табл. 323—329 приведены технические данные и теплотехнические характеристики (коэффициенты теплопередачи) калориферов.

323. Калориферы КВБ

Модель и номер калорифера	Габарит*		Площадь поверхности нагрева, м²	Площадь живого сечения, м²		Масса, кг
	полная высота (включая штуцера)	ширина		по воздуху	по теплоносителю	
КВБ-2	760	412	9,9	0,115	0,0046	53
КВБ-3	780	532	13,2	0,154	0,0061	69
КВБ-4	930	532	16,7	0,195	0,0061	85
КВБ-5	930	662	20,9	0,244	0,0076	106
КВБ-6	1080	662	25,3	0,295	0,0076	125
КВБ-7	1100	782	30,4	0,354	0,0092	152
КВБ-8	1250	782	35,7	0,416	0,0092	174
КВБ-9	1250	902	41,6	0,486	0,0107	201
КВБ-10	1400	902	47,8	0,558	0,0107	224

* Глубина 200 мм.

324. Коэффициент теплопередачи калориферов КВБ

Скорость движения воды в трубках, м/с	Коэффициент теплопередачи K, кДж/(ч·м²·°С), при массовой скорости воздуха в живом сечении $V\gamma$, кг/(м²·с)											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Теплоноситель — пар												
	94,8	104,5	113,5	120	126,5	132,7	138,5	143,7	148,2	154	158,6	162,5
Теплоноситель — вода												
0,02	52,5	55,4	58,4	60,4	62,5	63,8	65,5	67	68,5	70	71,3	72,5
0,03	55,4	58,8	61,7	64,5	66,7	68,7	70,8	72	73,8	75	76,3	77,5
0,04	57,8	61,7	65	68	70,9	73	75	77	78,7	80	81,7	83
0,05	60,3	65	67,9	71,3	73,8	76,4	78,8	81,4	83	84,3	86	87,5
0,06	62	66,8	70,8	73,8	77	79,6	82,1	84,3	86,8	88	89,8	91,8
0,07	63,7	69,2	73,4	76,8	79,5	82,1	84,8	86,8	89,3	91,8	94	95,5
0,08	65	70,9	75,5	79,4	81,8	84,8	88,5	90	92,3	94,3	96,5	98,5
0,09	67	73	77,5	81,5	84,4	87,3	90,5	93	95,5	98,3	100	102,5
0,1	68,7	74,7	79,3	83,5	86,4	88,8	92,3	95,3	98	101	103	105
0,2	77,5	84,4	89,4	94,8	100	104	107,5	111,5	114,5	117,5	120,5	122,5
0,3	82	89,4	96	102,5	105,6	112	114,5	121	124,5	127,5	131	134
0,4	83,8	92,7	100	106,5	111,5	118	125	127	183,5	136	140,5	143,5
0,5	86,3	95,5	103	112,5	116	122	126	132,5	137,5	142	146	149,5
0,6	88,8	98,2	104,5	113,5	118,4	125,5	130	136	140	146	149	153,5

325. Сопротивление калориферов КВБ проходу воздуха

Массовая скорость воздуха $V\gamma$, кг/(м²·с)	4	6	8	10	12	14
Сопротивление проходу воздуха, Па	16	32	51	75	102	132

326. Калориферы КВС-П

Модель и номер калорифера	Габарит*, мм		Площадь поверхности нагрева, м²	Площадь живого сечения, м²		Масса, кг
	полная высота (включая штуцера)	ширина		по воздуху	по теплоносителю	
КВС1-П	675	450	8,55	0,1046	0,0008686 (среднее значение)	43,9
КВС2-П	800		10,62	0,1292		51
КВС3-П	925		12,7	0,1539		58,2
КВС4-П	1050		14,67	0,1786		65,2
КВС5-П	1300		18,81	0,2279		79,5
КВС6-П	675	575	11,4	0,1392	0,001159	56,2
КВС7-П	800		14,16	0,1720		65,6
КВС8-П	925		16,92	0,2048		74,8
КВС9-П	1000		19,56	0,2376		83,8
КВС10-П	1300		25,08	0,3033		102,2
КВС11-П	1860	1075	72	0,8665	0,00232	262,6
КВС12-П	1890	1575	108	1,2985	0,00347	389,9

* Глубина 180 мм.

327. Коэффициент теплопередачи калориферов КВС-П

Массовая скорость воздуха в живом сечении, кг/(м²·с)	Значение K, кДж/(ч·м²·°С), при скорости движения воды в трубках, м/с										Сопротивление проходу воздуха, кгс/м²
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	
3	86,3	91,1	94,7	97,6	99,8	101,8	103,8	105,3	106,9	109,5	1,3
4	94,75	100	103,8	106,8	109,5	111,9	113,9	115,4	117,4	120	2,08
5	103,5	107,3	111,4	114,7	117,8	120	122	124	125,8	129	2,98
6	107,8	113,8	118,2	121,9	124,8	127,4	129,5	131,5	133,1	136,6	4,01
7	113,3	119,5	124	127,8	131	133,7	136	138,3	140	143,3	5,15
8	118,2	124,6	129,5	133,1	136,6	138,5	142	144	146,4	150	6,39
9	122,7	129,5	134,5	138,5	142	145	147,5	149,5	151,7	155,4	7,73
10	127	133,8	139,1	143,3	147	150	152,5	155	157	161,9	9,17
11	131	137,9	143,5	147,9	151,1	154,5	157	159,5	161,6	165,9	10,7
12	134,6	142	147,5	152	155,9	158,7	161,6	164	166,2	170,8	12
13	137,9	145,7	151	155,8	159,8	163	166	168,5	171	175	14,03
14	141,5	149	155	159,6	163,5	166,8	170	172,5	175,4	179	15,81
15	144,6	152,5	158,4	167,5	167,1	170,5	173,5	176,5	179	183	17,67

328. Калориферы КВБ-П

Модель и номер калорифера	Габарит*, мм		Площадь поверхности нагрева, м²	Площадь живого сечения, м²		Масса, кг
	полная высота (включая штуцер)	ширина		по воздуху	по теплоносителю	
КВБ1-П	675	450	11,38	0,1046	0,001159 (среднее значение)	56,4
КВБ2-П	800		14,21	0,1292		66
КВБ3-П	925		16,86	0,1539		75,6
КВБ4-П	1050		19,48	0,1786		84,7
КВБ5-П	1300		25	0,2279		103,6
КВБ6-П	675	575	15,14	0,1392	0,001544	72,7
КВБ7-П	800		18,81	0,171		84
КВБ8-П	925		22,44	0,2048		96,6
КВБ9-П	1050		26	0,2376		109,1
КВБ10-П	1300		33,34	0,3033		133,7
КВБ11-П	1860	1075	95,63	0,8665	0,0031	351
КВБ12-П	1890	1575	143,5	1,2985	0,0046	518,3

* Глубина 220 мм.

329. Коэффициент теплопередачи калориферов КВБ-П

Скорость воздуха в живом сечении, кг/(м²·с)	Значение K, кДж/(ч·м²·°С), при скорости движения воды в трубках, м/с										Сопротивление проходу воздуха, кгс/м²
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	
3	85,9	86,7	89,8	92,4	93	96,6	98,4	99,6	101,3	103,4	1,72
4	92,5	95	98,4	101,3	104	106	107,9	109,5	111	113,5	2,76
5	99,3	101,7	106	108,9	111,8	113,9	115,9	117,9	119,4	121,9	3,98
6	105,2	106	112,1	115,5	118	120,5	122,9	124,9	126,3	129	5,38
7	110,5	113,6	117,8	121,5	124,5	126,5	129	131	132,8	135,9	6,95
8	115,8	118,7	123	126,5	129,5	132,3	134,5	136,6	138,7	141,9	8,65
9	119,9	123	127,8	131,5	134,5	137,5	138,5	142	143,8	147	10,51
10	124	127	132	136	139	142	144,6	146,8	148,8	152	12,51
11	127,8	131,1	136	140,5	143,5	146,6	149	151,3	153,5	157	14,64
12	131,5	134,9	140,4	144	147,5	150,7	153,5	155,5	158	161,5	16,9
13	135	138,2	143,8	148	151	154,5	157	159,5	161,7	165,5	19,28
14	138,1	141,9	147	151,3	155	158,4	161	163,4	166	169,6	21,78
15	141	150	150,4	155	158,5	161,5	164,5	167,1	169	173,3	24,42

Подбор калориферов. Площадь поверхности нагрева отдельных калориферов или калориферных установок, состоящих из нескольких калориферов, м²:

$$F = 1{,}05...1{,}1Q/K\,(T_{ср} - t_{ср}),$$

где 1,05...1,1 — коэффициент, учитывающий бесполезные потери тепла калориферной установкой в окружающую среду; Q — количество тепла, которое должно быть передано воздуху, проходящему через калориферы, кДж/ч; K — коэффициент теплопередачи калориферов, кДж (ч·м²·°С); $T_{ср}$ — средняя температура теплоносителя, °С; $t_{ср}$ — средняя температура нагреваемого воздуха, °С.

При подборе калориферов для работы на паре коэффициент теплопередачи K принимают по табл. 324 в зависимости от массовой скорости воздуха в живом сечении калорифера, а при подборе калориферов для работы на воде K принимают по табл. 324, 327 и 329 в зависимости от массовой скорости воздуха в живом сечении калорифера и скорости греющей воды в трубках калорифера.

Средняя температура теплоносителя, °С:

для пара давлением до 0,13 МПа $T_{ср} = 100°$ С;

для пара давлением более 0,13 МПа $T_{ср} = t_{нас.п}$ ($t_{нас.п}$) — температура насыщенного пара (°С), зависящая от давления пара, принимаемая по табл. 330;

для воды

$$T_{ср} = (t_{гор} + t_{обр})/2,$$

где $t_{гор}$ и $t_{обр}$ — соответственно температура воды на входе в калориферную установку и на выходе из нее, °С.

Средняя температура нагреваемого воздуха, °С:

$$t_{ср} = (t_{н} + t_{к})/2,$$

где $t_{н}$ и $t_{к}$ — соответственно температура воздуха на входе в калориферную установку и на выходе из нее, °С.

Массовая скорость воздуха в живом сечении калорифера, кг/(м²·с):

$$(V\gamma) = G/(3600 f_{ж.с}),$$

где G — массовое количество воздуха, проходящего через калорифер, кг/ч; $f_{ж.с}$ — живое сечение калорифера для прохода нагреваемого воздуха, м².

Расход греющей воды, проходящей через калорифер, м³/ч:

$$G_{г.в} = Q/[1000 C_{в}\,(t_{гор} - t_{обр})],$$

где $C_{в}$ — теплоемкость воды (4,2 кДж/кг).

Скорость воды в трубках калорифера, м/с:

$$V_{т} = G_{г.в}/(3600 f_{ж.с.т}),$$

где $f_{ж.с.т}$ — живое сечение трубок калорифера (м²), принимаемое по табл. 323, 326, 328.

Учитывая, что для определения значения массовой скорости воздуха в живом сечении калорифера и скорости воды в трубках калорифера необходимо знать площадь живого сечения калорифера по воздуху и площадь живого сечения трубок калорифера для прохода воды, калорифер выбирают методом подбора.

Для предварительного подбора калориферов рекомендуется скорость воздуха в живом сечении калорифера принимать в пределах 6—12 кг/(м²·с), а скорость воды в живом сечении трубок калорифера в пределах 0,08—0,4 м/с.

330. Зависимость температуры насыщенного пара от абсолютного давления

Абсолютное давление пара P, МПа	Температура насыщенного пара $t_{н.п}$, °С	Абсолютное давление пара P, МПа	Температура насыщенного пара $t_{н.п}$, °С
0,1	99,09	0,6	158,1
0,17	114,6	0,7	164,2
0,2	119,6	0,8	169,6
0,25	126,8	0,9	174,5
0,3	132,9	1	179
0,35	138,2	1,1	183,2
0,4	142,9	1,2	187,1
0,45	147,2	1,3	190,7
0,5	151,1	1,4	194,1

В качестве примера расчета калориферной установки рассмотрен наиболее сложный вариант нагрева воздуха приточной системы вентиляции, совмещенной с системой воздушного отопления.

Пример. Подобрать калориферную установку для нагрева воздуха приточной системы вентиляции, совмещенной с системой воздушного отопления для следующих условий. Расчетная зимняя температура наружного воздуха для проектирования вентиляции $t_{н.в}=-15°$ С; расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления $t_{н.о}=-26°$ С; заданная производительность приточной системы вентиляции $G_в=10\,000$ кг/ч; максимальный расход тепла на отопление $Q_о=300\,000$ кДж/ч; температура в рабочей зоне помещения $t_{р.з}=+16°$ С. Теплоноситель — вода с расчетными параметрами $t_{гор}=150°$ С, $t_{обр}=70°$ С.

Решение: 1. Максимальный расчетный расход тепла на вентиляцию:

$$Q_в = G_в C_в (t_{р.з} - t_{н.в}) = 10\,000 \cdot 1\,(16 + 15) = 310\,000 \text{ кДж/ч}.$$

2. Учитывая, что расход тепла на вентиляцию в интервале температур наружного воздуха от $t_{н.в}$ до $t_{н.о}$ не изменяется, количество приточного воздуха, подаваемого в помещение при $t_{н.о}=-26°$ С:

$$G_в = Q_в / C_в (t_{р.з} - t_{н.о}) = 310\,000/1\,(16 + 26) = 7380 \text{ кг/ч}.$$

3. Максимальный расчетный расход тепла на отопление и вентиляцию при $t_{н.о}=-26°$ С:

$$Q = Q_о + Q_в = 300\,000 + 310\,000 = 610\,000 \text{ кДж/ч}.$$

4. Расход тепла на отопление при $t_{н.в}=-15°$ С:

$$Q'_о = Q_о \frac{t_{р.з} - t_{н.в}}{t_{р.з} - t_{н.о}} = 300\,000 \frac{16 + 15}{16 + 26} = 220\,000 \text{ кДж/ч}.$$

5. Суммарный расход тепла на отопление и вентиляцию при $t_{н.в}=-15°$ С:

$$Q' = Q'_о + Q_в = 220\,000 + 310\,000 = 530\,000 \text{ кДж/ч}.$$

6. Конечная температура нагретого воздуха при $t_{н.о}=-26°$ С:

$$t_к = t_{н.о} + \frac{Q}{G_в} = -26 + \frac{610\,000}{7380} = 56{,}7° \text{ С}.$$

7. Конечная температура нагретого воздуха при $t_{н.в}=-15°$ С.

$$t_к = t_{н.в} + \frac{Q'}{G_в} = -15 + \frac{530\,000}{10\,000} = 38° \text{ С},$$

8. Задаваясь максимальным значением массовой скорости воздуха $V\gamma=10$ кг/(м²·с) при $t_{н.в}=-15°$ С, определяем необходимую площадь живого сечения калорифера для прохода воздуха

$$f_{ж.с} = G_в/3600\,(V\gamma) = 10\,000/3600 \cdot 10 = 0{,}278 \text{ м}^2.$$

Принимаем к установке два калорифера КВБ-П, номер 10. Калориферы устанавливают последовательно по воздуху и последовательно по воде.

Площадь живого сечения одного калорифера для прохода воздуха $f_{ж.с}=0{,}3033$ м²; для прохода воды $f_{ж.с}=0{,}001544$ м²; площадь поверхности нагрева калорифера $F=33{,}34$ м².

Действительная массовая скорость воздуха:

а) при $t_{н.о}=-26°$ С

$$V\gamma = \frac{7380}{3600 \cdot 0{,}3033} = 6{,}8 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)};$$

б) при $t_{н.в}=-15°$ С

$$V\gamma = \frac{10\,000}{3600 \cdot 0{,}3033} = 9{,}2 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}.$$

9. Расход греющей воды:

а) при $t_{н.о}=-26°$ С

$$G_{г.в} = 610\,000/1000 \cdot 4{,}2\,(150 - 60) = 1{,}62 \text{ м}^3/\text{ч},$$

Температуру обратной воды $t_{обр}$ принимают равной 60° С, а не 70° С, исходя из принятого температурного графика отпуска тепла, учитывающего постоянный расход тепла на вентиляцию при $t_{н.в}$ ниже —15° С;

б) при $t_{н.в}=-15°$ С

$$G'_{г.в} = 530\,000/1000 \cdot 4{,}2\,(120 - 60) = 2{,}1 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где 120 и 60, соответственно, значения температуры горячей и обратной воды (°С) при $t_{н.в}=-15°$ С (по температурному графику отпуска тепла).

10. Скорость воды в трубках калориферов:

а) при $t_{н.о}=-26°$ С

$$V_т = 1{,}62/(3600 \cdot 0{,}001544) = 0{,}3 \text{ м/с};$$

б) при $t_{н.в}=-15°$ С

$$V_т = 2{,}1/(3600 \cdot 0{,}001544) = 0{,}38 \text{ м/с}.$$

11. По табл. 329 исходя из скорости воздуха в живом сечении калорифера и скорости воды в трубках калорифера устанавливаем значение коэффициента теплопередачи принятых к установке калориферов:

а) при $t_{н.о}=-26°$ С; $V\gamma=6{,}8$ кг/(м²·с) и $V_т=0{,}3$ м/с

$$K = 112 \text{ кДж/(ч·м}^2 \cdot \text{с)};$$

б) при $t_{н.в}=-15°$ С $V\gamma=9{,}2$ кг/м²·с и $V_т=0{,}38$ м/с

$$K = 127{,}8 \text{ кДж/(ч·м}^2 \cdot {}^\circ\text{С)}.$$

12. Расчетная поверхность нагрева калориферов:

а) при $t_{н.о} = -26°$ С; $Q = 610\,000$ кДж/ч; $t_{гоо} = 150°$ С; $t_{обр} = 60°$ С; $t_к = 56{,}7°$ С и $K = 112$ кДж/(ч·м²·с).

$$F = 1{,}05 \frac{610\,000}{112\left(\frac{150+60}{2} - \frac{56{,}7-26}{2}\right)} = 63{,}5 \text{ м}^2;$$

б) при $t_{н.в} = -15°$ С; $Q = 530\,000$ кДж/ч; $t_{гор} = 120°$ С; $t_{обр} = 60°$ С; $t_к = 38°$ С и $K = 127{,}8$ кДж/(ч·м²·с)

$$F = 1{,}05 \frac{530\,000}{127{,}8\left(\frac{120+60}{2} - \frac{38-15}{2}\right)} = 56{,}2 \text{ м}^2.$$

В результате расчета установлено, что принятые к установке два калорифера КВБ10-П общей площадью поверхности нагрева 66,68 м² удовлетворяют расчетным режимам нагрева воздуха.

Нагревательные приборы систем отопления. Для систем водяного и парового отопления применяют чугунные секционные и стальные штампованные панельные радиаторы, ребристые (чугунные) и гладкие (стальные) трубы, конвекторы различных типов.

За условную единицу площади поверхности нагрева отопительного прибора принят «эквивалентный квадратный метр» (экм) — площадь поверхности прибора, которая при разности средней температуры теплоносителя в нагревательном приборе и температуре окружающего воздуха:

$$\Delta t = \frac{t_1 + t_2}{2} - t_{о.в} = \frac{95+70}{2} - 18 = 64{,}5° \text{ С}$$

обеспечивает теплопередачу $Q_{экм} = 1820$ кДж/(ч·экм).

В приведенной формуле t_1 и t_2, соответственно, значения расчетной температуры воды (°С), поступающей в нагревательный прибор и уходящей из него; $t_{о.в}$ — температура окружающего воздуха.

При другом значении Δt ориентировочная теплопередача $Q_{экм}$ (кДж/ч·экм) может быть определена по формуле

$$Q_{экм} = 28{,}22\Delta t',$$

где $\Delta t' = \frac{t_1' + t_2'}{2} - t_{о.в}'$

t_1', t_2' и $t_{о.в}'$ — новые значения по сравнению с указанными в основной формуле значениями температур теплоносителя и окружающего воздуха.

В табл. 331 и 332 приведены технические характеристики радиаторов, ребристых труб и конвекторов, а в табл. 333—значения теплопередачи отопительных приборов длиной 1 м (при $\Delta t = 64{,}5°$ С) и длина 1 экм прибора.

Определение площади поверхности нагрева отопительных приборов, устанавливаемых в отдельных помещениях, является относительно сложным расчетом, так как теплоотдача отопительных приборов зависит от системы отопления, схемы присоединения приборов к стоякам или трубопроводам систем отопления, количества поступающего теплоносителя, числа отдельных секций и др.

331. Радиаторы и ребристые трубы

Тип нагревательного прибора	Единица	Площадь поверхности нагрева		Размеры, мм				Вместимость, л	Масса, кг
				высота		ширина	глубина		
		м²	экм	полная	монтажная				
Радиаторы чугунные секционные									
М-140-АО	1 секция	0,299	0,35	582	500	96	140	1,43	8,23
М-140-А		0,244	0,31	582	500	96	140	1,55	7,44
М-140-Ао-300		0,17	0,217	382	300	96	140	1,1	5,29
РД-90с		0,203	0,275	582	500	96	90	1,5	6,95
М-90		0,2	0,26	582	500	96	90	1,25	6,58
Радиаторы стальные штампованные панельные змеевиковые									
Листотрубные одиночные									
КЛТ-1	1 панель	0,81	0,77	600	500	600	28,4	0,68	7,4
КЛТ-2		1,08	1,03	600	500	800	28,4	0,94	9,3
КЛТ-3		1,35	1,29	600	500	1000	28,4	1,21	11,25
КЛТ-4		1,62	1,55	600	500	1200	28,4	1,47	13,2
КЛТ-5		1,89	1,8	600	500	1400	28,4	1,73	15,15
КЛТ-6		2,16	2,06	600	500	1600	28,4	1,98	18,45
КЛТ-7		2,7	2,58	600	500	2000	28,4	2,54	23
Листотрубные спаренные									
2КЛТ-1	1 комплект	1,62	1,31	600	500	600	28,4	1,36	15,3
2КЛТ-2		2,16	1,75	600	500	800	28,4	1,88	19,1
2КЛТ-3		2,7	2,19	600	500	1000	28,4	2,42	23
2КЛТ-4		3,24	2,64	600	500	1200	28,4	2,94	26,9
2КЛТ-5		3,78	3,06	600	500	1400	28,4	3,46	30,8
2КЛТ-6		4,32	3,5	600	500	1600	28,4	3,96	37,4
2КЛТ-7		5,4	4,38	600	500	2000	28,4	5,08	46,5
Ребристые трубы									
С круглыми ребрами длиной, м:									
0,75	1 шт.	1,5	1,03	—	—	Наружный диаметр ребра 175 мм		2,88	26,3
1		2	1,38	—	—			3,85	35
1,5		3	2,07	—	—			5,8	52,5
2		4	2,76	—	—			7,7	70

332. Конвекторы

Тип конвектора	Площадь поверхности нагрева		Размеры, мм				Вместимость, м	Масса, кг
	м²	экм	высота	глубина	длина прибора	длина прибора по концам трубок		
Конвекторы плинтусные стальные без кожуха								
20КП-0,5	0,49	0,28	90	70	450	500	0,18	2,38
20КП-0,75	0,68	0,42	90	70	700	750	0,25	3
20КП-1	0,91	0,57	90	70	950	1000	0,34	4
20КП-1,25	1,15	0,72	90	70	1200	1250	0,42	5,2
20КП-1,5	1,43	0,89	90	70	1450	1500	0,503	6
20КП-1,75	1,67	1,04	90	70	1700	1750	0,587	7,2
Конвекторы плинтусные чугунные одноканальные без кожуха								
ЛТ-10-0,3	0,27	0,265	140	78	295	349	0,565	5,4
ЛТ-10-0,6	0,54	0,53	140	78	601	655	1,15	10,8
Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Аккорд» (концевые и проходные однорядные)								
А-12	—	0,6	300	60	460	610	—	5,62
А-16	—	0,8	300	60	620	770	—	7,27
А-20	—	1	300	60	780	930	—	8,97
А-24	—	1,2	300	60	940	1090	—	10,63
А-28	—	1,4	300	60	1100	1250	—	12,29
А-32	—	1,6	300	60	1260	1410	—	13,95
А-36	—	1,8	300	60	1420	1570	—	15,61
А-40	—	2	300	60	1580	1730	—	17,27
Нагреватели конвекторов с кожухом «Комфорт»								
Двухтрубный проходной и концевой								
К17 (К23)	1,61	1,24	120	58	600	706(653)	—	4,2
К18 (К24)	2,68	2,15	120	58	1000	1106(1053)	—	6,9
К19 (К25)	3,75	2,87	120	58	1400	1506(1453)	—	9,6
Четырехтрубный проходной и концевой								
К30 (К33)	1,1	1,53	120	120	600	706(653)	—	8,2
К31 (К34)	3,66	2,55	120	120	1000	1106(1053)	—	10,8
К32 (К35)	5,13	3,57	120	120	1400	1506(1453)	—	15

Примечание. В скобках указаны тип концевого нагревателя и его полная длина.

Для временных систем отопления небольших зданий и сооружений допускается необходимую площадь поверхности нагрева отопительных приборов (экм) определять по формуле

$$F_э = 1{,}15 \frac{Q_п}{Q_{экм}},$$

где $Q_п$ — расчетное значение тепловых потерь помещением, кДж/ч; $Q_{экм}$ — расчетная теплопередача 1 экм нагревательного прибора.

При размещении в отапливаемом помещении открытых стояков и подводок к нагревательным приборам, а также открытых транзитных труб систем отопления расчетные тепловые потери помещением уменьшают на тепловыделение от этих труб.

333. Теплопередача отопительных приборов длиной 1 м (при Δt=64,5° С) и длина 1 экм приборов

	Теплопередача, кДж/(ч·м)	*Длина 1 экм, мм*
Радиатор чугунный секционный:		
М-140-АО	7000	277
М-140-АО-300	4360	447
РД-90с	5490	353
М-90	5215	372
Радиатор стальной штампованный панельный змеевиковый листотрубный одиночный КЛТ	2367	800
То же, листотрубный спаренный 2КЛТ	4022	471
Ребристая труба чугунная	3118	725
Конвектор плинтусный стальной 20КП однорядный	1194	1755
Конвектор плинтусный чугунный ЛТ-10 однорядный	1475	1230
Конвектор «Аккорд» однорядный	2154	846
Регистр из четырех рядов гладких труб:		
$D_у$=32 мм	1567	1165
$D_у$=100 »	4022	455

При открытой установке для отопления помещений одной горизонтальной гладкой стальной трубы или нескольких рядов горизонтальных труб площадь нагревательной поверхности и теплопередачу этих труб можно принять по табл. 334 и 335, в которых теплопередача труб указана при расчетных температурах теплоносителя t_1=95° С и t_2=70° С и при температуре окружающего воздуха $t_{о.в}$=+18° С, т. е. при Δt=64,5° С.

334. Площадь нагревательной поверхности и теплопередача 1 м открытой горизонтальной гладкой трубы

Условный диаметр трубы $D_у$, мм	15	20	25	32	40	50	65	80	100
Наружный диаметр трубы, мм	18	25	32	38	45	57	76	89	108
Площадь наружной поверхности 1 м трубы, м²/м	0,057	0,079	0,1	0,119	0,141	0,179	0,239	0,279	0,339
Площадь нагревательной поверхности 1 м трубы, экм/м	0,1	0,14	0,179	0,186	0,22	0,279	0,372	0,435	0,528
Теплопередача 1 м трубы (кДж/ч) при Δt=64,5° С	182	255	326	339	400	508	677	792	961

При других значениях температур теплопередача гладких стальных труб, используемых в качестве нагревательных приборов, уточняют по приведенным выше формулам.

335. Площадь нагревательной поверхности нескольких горизонтальных рядов гладких стальных труб

Число горизонтальных рядов труб, расстояние между горизонтальными рядами труб	Длина труб, м	Площадь нагревательной поверхности		Теплопередача (кДж/ч) при $\Delta t = 64{,}5°$
		м²	экм	
Три ряда труб $D_у$=80 мм, расстояние между осями труб 140 мм	1	0,95	1,26	2 293
	2	1,72	2,3	4 186
	3	2,56	3,41	6 206
	4	3,4	4,55	8 281
	5	4,25	5,68	10 338
То же, четыре ряда труб	1	1,27	1,69	3 076
	2	2,3	3,07	5 587
	3	3,42	4,57	8 317
	4	4,54	6,06	11 029
	5	5,65	7,56	13 759
Три ряда труб $D_у$=100 мм, расстояние между осями труб 160 мм	1	1,19	1,58	2 876
	2	2,15	2,87	5 223
	3	3,11	4,15	7 553
	4	4,13	5,52	10 046
	5	5,15	6,88	12 522
То же, четыре ряда труб	1	1,59	2,12	3 858
	2	2,81	3,74	6 807
	3	4,16	5,55	10 101
	4	5,52	7,37	13 413
	5	6,87	9,25	16 835

336. Площадь нагревательной поверхности (экм/м)/теплопередача (кДж/м) труб вертикальных стояков (*А*) и горизонтальных подводок (*Б*) к нагревательным приборам систем отопления

Условный диаметр трубы, мм:	*А*	*Б*
15	0,1/182	0,13/237
20	0,125/228	0,16/291
25	0,155/282	0,195/355

12. ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ

12.1. Общие сведения. Тепловые сети — комплекс устройств для транспорта тепла от источника (ТЭЦ, котельная) к потребителю, включая трубопроводы, повысительные насосные установки, контрольные, центральные и индивидуальные тепловые пункты (КРП, ЦТП и ИТП), установки по сбору и перекачке конденсата.

Проектируют постоянные и временные тепловые сети в соответствии с требованиями СНиП II-36-73 «Тепловые сети».

При строительстве тепловых сетей руководствуются требованиями СНиП III-30-74 «Водоснабжение, канализация и теплоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Изготовление, монтаж и освидетельствование трубопроводов, предназначенных для транспорта водяного пара с рабочим давлением более 0,07 МПа или горячей воды с температурой свыше 115° С, осуществляют в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора СССР (требования этих правил не распространяются на трубопроводы, предназначенные для транспорта водяного пара с рабочим давлением до 0,07 МПа или горячей воды с температурой до 115° С вкл.) *.

Трубопроводы для транспорта водяного пара с рабочим давлением до 0,07 МПа включительно и воды с температурой до 115° С включительно принимают в эксплуатацию в соответствии с требованиями СНиП III-30-74.

Трубопроводы для транспорта водяного пара с рабочим давлением более 0,07 до 1,6 МПа включительно и температурой более 115 до 250° С включительно, а также для транспорта воды с температурой свыше 115° С принимают в эксплуатацию в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» без регистрации теплопроводов в органах Госгортехнадзора СССР.

Трубопроводы для транспорта водяного пара с рабочим давлением свыше 1,6 МПа, температурой свыше 200° С и для транспорта воды с рабочим давлением свыше 1,6 МПа, температурой свыше 115° С при $D_у > 100$ мм подлежат регистрации в органах Госгортехнадзора СССР, их принимают в эксплуатацию с обязательным участием представителя инспекции последнего.

12.2. Основные способы прокладки тепловых сетей: подземная — бесканальная, в непроходных каналах, в тоннелях (проходные каналы), в общих тоннелях (коллекторах) совместно с другими коммуникациями, в технических коридорах подвалов и технических подпольях зданий; надземная — на эстакадах с пролетным строением или на отдельно стоящих высоких опорах, на низких опорах, по стенам зданий (внутри или снаружи).

В городах и населенных пунктах предусматривают, как правило, подземную прокладку.

При подземной прокладке трубопроводов тепловых сетей $D_у \leqslant 500$ мм и $t \leqslant 150°$ С следует предусматривать преимущественно бесканальную прокладку тепловых сетей в изоляции только заводского изготовления на основе битумоперлита, битумокерамзита, битумовермикулита, автоклавного армопенобетона и других материалов, применение которых разрешено в установленном порядке.

Предприятия по выпуску изолированных труб для бесканальной прокладки и формованных изделий из указанных выше материалов для изоляции стыков трубопроводов в основном сосредоточены в министерствах строительства.

В отдельных случаях при соответствующем обосновании допускается прокладывать трубопроводы тепловых сетей $D_у \leqslant 500$ мм в подземных непроходных каналах из сборных железобетонных конструкций.

При подземной канальной прокладке трубопроводы укладывают на подвижные опоры (табл. 337), а при бесканальной — на материковый грунт или на специально подготовленное основание по длине трубопроводов. При бесканальной прокладке в основании под

* Здесь и далее в главе указано избыточное давление.

трубопроводами не должно быть строительного мусора и других включений.

Укладка труб на мерзлый грунт недопустима. Трубы следует укладывать на подсыпку из непромерзшего грунта. Подвижные и неподвижные опоры изготовляют по типовым чертежам.

337. Расстояние между подвижными опорами изолированных водяных тепловых сетей, м

Условный проход, мм:		Условный проход, мм	
25	2	100	4,5
32	2,3	125	5
40	2,6	150	6
50	3	200	7
70	4	250	8
80	4,2		

На территории промышленных предприятий предусматривают, как правило, надземную прокладку тепловых сетей. Допускается совместная надземная прокладка трубопроводов тепловых сетей с технологическими трубопроводами независимо от параметров теплоносителя и параметров среды в технологических трубопроводах, а также подземная прокладка тепловых сетей различных конструктивных решений.

При выборе способа прокладки тепловых сетей на территории предприятий строительной индустрии и строительных площадок руководствуются рекомендациями по выбору способа прокладки на территории промышленных предприятий.

Для теплоснабжения временных зданий и сооружений строительных площадок следует максимально возможно использовать тепловые сети, предназначенные для постоянных систем теплоснабжения.

При соответствующих технико-экономических обоснованиях допускается устраивать временные тепловые сети.

Исходя из технико-экономических показателей и необходимости повторного использования материалов, изделий, трубопроводов и арматуры временные тепловые сети прокладывают, как правило, надземным способом на отдельно стоящих сборных железобетонных опорах инвентарного типа высотой до 2,5 м.

Для временных двухтрубных водяных тепловых сетей и для паропроводов с давлением пара до 0,3 МПа и соответствующих конденсаторов применяют подземную бесканальную прокладку.

Для временных паропроводов с давлением пара более 0,3 МПа и соответствующих конденсатопроводов предусматривают, как правило, надземный способ прокладки.

Прокладка тепловых сетей в подземных непроходных железобетонных каналах допускается, если технология производства общеплощадочных работ или работ по возведению объектов не позволяет загромождать площадку надземными прокладками.

Подачу тепла от источников к системам отопления, калориферным установкам приточных систем вентиляции и воздушного отопления объектов строительных площадок и строительной индустрии, к технологическим установкам, а также горячей воды для бытовых целей осуществляют по стальным трубопроводам.

В отдельных случаях для транспорта теплоносителя с температурой по 95° С можно использовать асбестоцементные трубы.

12.3. Трубы и арматура тепловых сетей. *Давление условное, пробное и рабочее* (табл. 338, 339). Под условным давлением понимают давление, на которое рассчитаны трубы, арматура и соединительные части трубопроводов при температуре теплоносителя 0° С, принятое за основное при определении рабочих давлений при более высоких температурах теплоносителя.

Условное давление $P_у$ устанавливает связь между рабочим давлением $P_{раб}$ теплоносителя и его температурой.

Пробное давление — давление при гидравлическом испытании трубопроводов и их элементов, значение которого принимают по табл. 338 в зависимости от рабочего давления.

За рабочее давление принимают максимальное эксплуатационное давление теплоносителя, на которое рассчитаны трубы, арматура и соединительные части.

338. Давление условное, пробное и рабочее, МПа

Температура среды, °С	Условное/пробное					
	0,1/0,2	0,25/0,4	0,4/0,6	0,6/0,9	1/1,5	1,6/2,4
	Наибольшее рабочее					
Трубы, арматура и соединительные части из углеродистой стали ($C \leqslant 0,3$)						
До 200	0,1	0,25	0,4	0,6	1	1,6
225	0,1	0,24	0,38	0,6	0,95	1,5
250	0,09	0,22	0,36	0,56	0,9	1,4
275	0,09	0,21	0,34	0,53	0,85	1,3
300	0,08	0,2	0,32	0,5	0,8	1,25
Арматура и соединительные части из серого и ковкого чугуна						
До 120	0,1	0,25	0,4	0,6	1	1,6
200	0,1	0,25	0,36	0,55	0,9	1,5
250	0,1	0,2	0,34	0,5	0,8	1,4
300	0,1	0,2	0,32	0,5	0,8	1,3
Арматура и соединительные части из бронзы и латуни						
До 120	0,1	0,25	0,4	0,6	1	1,6
200	0,1	0,2	0,32	0,5	0,8	1,3
250	0,07	0,17	0,27	0,4	0,7	1,1

Категории трубопроводов. Согласно «Правилам устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», трубопроводы для транспорта среды с температурой более 115° С и с давлением более 0,07 МПа в зависимости от температуры и давления подразделяют на 4 категории (табл. 339).

339. Категории трубопроводов

Категория трубопровода	Среда	Рабочие параметры среды	
		температура t, °С	давление p, МПа
1	Перегретый пар	$t > 580$, $540 < t < 580$, $450 < t \leqslant 540$, $t \leqslant 450$	Не ограничено, $p > 3,9$
	Горячая вода, насыщенный пар	$t > 115$	$p > 8$
2	Перегретый пар	$350 < t < 450$, $t \leqslant 350$	$p \leqslant 3,9$; $2,2 < p \leqslant 3,9$
	Горячая вода, насыщенный пар	$t > 115$	$3,9 < p \leqslant 8$
3	Перегретый пар	$250 < t \leqslant 350$, $t \leqslant 250$	$p \leqslant 2,2$; $1,6 < p \leqslant 2,2$
	Горячая вода, насыщенный пар	$t > 115$	$1,6 < p \leqslant 3,9$
4	Перегретый и насыщенный пар	$115 < p \leqslant 250$	$0,07 < p \leqslant 1,6$
	Горячая вода	$t > 115$	$p \leqslant 1,6$

Трубопроводы тепловых сетей для теплоносителя с температурой более 115° С и с давлением более 0,07 МПа относят к 3-й и 4-й категориям.

Рекомендации по выбору труб и арматуры для тепловых сетей. Для трубопроводов тепловых сетей при рабочем давлении пара до 0,07 МПа и температуре воды до 115° С следует применять:

стальные электросварные трубы (ГОСТ 10706—76 и 10704—76);

арматуру из ковкого чугуна марки не ниже КЧ-30-6 (ГОСТ 1215—59);

арматуру из серого чугуна марки не ниже СЧ-15-32 (ГОСТ 1412—79).

Применять арматуру из серого чугуна на спускных и дренажных устройствах нельзя.

Условия применения чугунной арматуры для тепловых сетей при рабочем давлении пара более 0,07 МПа и температуре воды более 115° С указаны в табл. 340.

340. Применение чугунной арматуры для тепловых сетей

Давление среды (условное), МПа	Температура среды, °С, не выше	Условный проход, мм, не более	ГОСТ и марка чугуна
1,6	300	80	ГОСТ 1215—79 (не ниже марки КЧ-30-6)
1	200	300	ГОСТ 1412—79 (не ниже марки СЧ-15-32)
0,6	120	600	
0,25	120	1600	

Трубы для тепловых сетей, предназначенные для транспорта пара с давлением более 0,07 МПа и воды с температурой более 115° С (независимо от давления), определяются проектом на основании требований «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора СССР.

В отдельных случаях при выборе труб, в первую очередь для временных систем теплоснабжения, можно пользоваться рекомендациями табл. 341.

341. Рекомендации по выбору труб для тепловых сетей

Наименование труб, ГОСТ	Марка стали, ГОСТ	Предельные параметры	
		температура среды, °С	условное давление, $P_у$, МПа
Водогазопроводные, ГОСТ 3262—75:			
усиленные	ВМСт2; ВМСт3; Ст2; Ст3; ГОСТ 380—71	200	1,6
обыкновенные	ВМСт2; ВМСт3; Ст2, Ст3; ГОСТ 380—71	200	1
Электросварные, ГОСТ 10706—76 (гр. А и В)	Ст08; Ст10; Ст20; ГОСТ 1050—74	300	1,6
	ВМСт2сп; ВМСт3сп; ВКСт3сп; ВМСт3пс; ВКСт3пс; Ст2сп; Ст3сп; ГОСТ 380—71	300	1,6
Электросварные со спиральным швом, ГОСТ 8696—74 (гр. А и В)	10Г2с1; ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19281—73	350	2,5
	ВМСт2сп; ВМСт3сп; Ст2сп; Ст3сп; ГОСТ 380—71	300	2,5
	ВМСт2кп; ГОСТ 380—71	200	1,6

Продолжение табл. 341

Наименование труб, ГОСТ	Марка стали, ГОСТ	Предельные параметры	
		температура среды, °С	условное давление, P_y, МПа
Электросварные прямошовные:			
10706-76 (гр. А и В)	ВКСт3сп; ВМСт3пс; ВКСт3пс; Ст2сп; Ст3сп; ГОСТ 380—71	300	1,6
	ВМСт2кп; ВМСт3кп; ГОСТ 380—71	200	1,6
ЧМТУ/УкрНИТИ 450-63	16ГС, 17ГС; ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19281—73	300	1,6

Арматура для ***тепловых*** *сетей.* В табл. 342—345 приводится номенклатура вентилей, задвижек и обратных клапанов, рекомендуемых к применению для тепловых сетей при диаметре трубопроводов D_y = 15...1000 мм.

Запорная арматура и. обратные клапаны по условному давлению разделены на три группы: 1) $P_y \leq 1$ МПа; 2) 1 МПа $< P_y \leq 1{,}6$ МПа; 3) 1,6 МПа $< P_y < 2{,}5$ МПа.

В каталогах-справочниках, документах приняты следующие условные обозначения задвижек, вентилей и обратных клапанов.

Первые две цифры обозначают тип арматуры: 14 и 15,— вентиль; 16 — клапан обратный подъемный; 19 — клапан обратный поворотный; 30 и 31—задвижка.

Буквы за цифрами обозначают, материал, применяемый для изготовления корпуса арматуры: с — сталь; СЧ — серый чугун; КЧ— ковкий чугун; Б — латунь, бронза.

Цифры после букв обозначают конструктивные особенности изделия, в пределах данного типа и вид привода. Одна или две цифры обозначают номер модели (ручной привод с маховиком). При наличии трех цифр первая обозначает вид привода:
3 — механический с червячной передачей; 5—механический с конической передачей; 9 — электрический.

Последние буквы обозначают материал уплотнительных поверхностей: бр —бронза, латунь; нж — коррозионно-стойкая (нержавеющая) сталь; п — пластмассы.

Буквы в конце обозначают исполнение электропривода: Б — взрывозащищенное (взрывобезопасное); Т — тропическое.

Цифры в конце обозначают вариант исполнения.

Пример: 30с964нжБ — задвижка стальная с электроприводом во взрывозащищен'ном исполнении с уплотнительной поверхностью из нержавеющей стали.

342. Запорная арматура (вентили и задвижки), рекомендуемая для тепловых сетей

Условный проход трубопровода D_y, мм	Типы и марки запорных вентилей и задвижек в зависимости от предельных параметров теплоносителя (p_y и t)						
	$P_y \leqslant 1$ МПа			$P_y \leqslant 1{,}6$ МПа			$P_y \leqslant 2{,}5$ МПа
	$t \leqslant 200°$ С	$t \leqslant 225°$ С	$t \leqslant 300°$ С	$t \leqslant 200°$ С	$t \leqslant 225°$ С	$t \leqslant 300°$ С	$t \leqslant 300°$ С
15; 20	Вентиль запорный фланцевый—ВФ						
25	Вентиль запорный фланцевый						
	15ч9брп2; 15кч19п1; ВФ	ВФ	ВФ	15кч19п1; ВФ	ВФ	ВФ	ВФ
32	Вентиль запорный фланцевый						
	15ч9брп2	15кч16п1	15кч16нж	15кч19п1	15кч16п1	15кч16нж	—
	14с88нж (15с27нж1)						
40	Вентиль запорный фланцевый						
	15ч9брп2; 15кч19п1 15кч19п1	15кч19п1	15кч16нж	15кч19п1	15кч16п1	15кч16нж	15с22нж
	15с22нж						
50	Вентиль запорный фланцевый						
	15кч19п1 Задвижка параллельная с выдвижным шпинделем 30ч6бр	15кч16п1	15кч16нж	15кч19п1	15кч16п1	15кч16нж	—
	Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем фланцевая 30с76нж1						

Продолжение табл. 342

Условный проход трубопровода D_y, мм	Типы и марки запорных вентилей и задвижек в зависимости от предельных параметров теплоносителя (p_y и t)						
	$P_y \leqslant 1$ МПа			$P_y \leqslant 1{,}6$ МПа			$P_y \leqslant 2{,}5$ МПа
	$t \leqslant 200°$ С	$t \leqslant 225°$ С	$t \leqslant 300°$ С	$t \leqslant 200°$ С	$t \leqslant 225°$ С	$t \leqslant 300°$ С	$t \leqslant 300°$ С
65	Вентиль запорный фланцевый						
	15ч14брп1; 15кч16п1	15кч16п1	15кч16нж	15кч16п1		15кч16нж	—
	15с22нж						
80	Вентиль запорный фланцевый						
	15кч16п1		15кч16нж	15кч16п1		15кч16нж1	—
	Задвижка, параллельная с выдвижным шпинделем фланцевая 30ч6бр	—	—	—		—	—
	Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем фланцевая 30с76нж1						
100	Задвижка, параллельная с выдвижным шпинделем фланцевая 30ч6бр	—	—	—		—	—
	Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем фланцевая штампосварная ПФ-11010-00 (по типу 30с64нж)						

125	Задвижка, параллельная с выдвижным шпинделем фланцевая 30ч6бр	—	—	—	—	—	
	Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем фланцевая ЗЛ11025Сп1 (по типу 30с64нж)						
150	Задвижка, параллельная с выдвижным шпинделем фланцевая 30ч6бр	—	—	—	—	—	
	Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем фланцевая ЗЛ11025Сп1 (по типу 30с64нж)						
200	Задвижка, параллельная с выдвижным шпинделем фланцевая 30ч6бр	—	—	—	—	—	
	Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем фланцевая 30с64нж (Зфс-200-25.000Б)						
250	Задвижка, параллельная с выдвижным шпинделем фланцевая 30ч6бр	—	—	—	—	—	—
	Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем фланцевая ЗЛ11025Сп1 (по типу 30с64нж)						
300	Задвижка, параллельная с выдвижным шпинделем фланцевая 30ч6бр	—	—	—	—	—	—
	Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем фланцевая 30с564нж						
350; 400; 450	Задвижка клиновая двухдисковая с выдвижным шпинделем фланцевая 30с572нж; D_y =400 мм						
500; 600; 700	Задвижка клиновая с невыдвижным шпинделем фланцевая 30с927нж; D_y =500 мм						
800; 900	Задвижка клиновая с невыдвижным шпинделем фланцевая 30с927нж; D_y =800 мм						
1000	Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем фланцевая 30с964нж						

Наименование	Условный проход D_y, мм	Габарит, мм: длина	диаметр	высота	Масса, кг	Характеристика: условное давление, МПа	температура, °С	рабочее положение*
Вентили запорные фланцевые								
ВФ	15 20 25	142 174 198	105 125 135	230 275 300	10,1 17,25 21,45	16	300	А
15ч9брп2	25 32 40	120 140 170	115 135 145	132 133 164	3,6 5,15 7,65	1,6	225	А
15кч19п1	25 32 40 50	120 140 170 200	115 135 145 160	132 135 160 168	2,7 4,3 5,8 8	1,6	200	А
15кч16п1; 15кч16нж	32 40 50 65 80	180 200 230 290 310	135 145 160 180 195	223 250 250 325 360	8 11 13,5 25 32	1,6	15кч16п1-220; 15кч16нж-300	А
14с88нж	15 20 25 32	175 190 200 210	105 125 135 150	230 256 293 364	7 9,5 12,5 17,6	10	425	А
15с22нж	40 50 65 80	200 230 290 310	145 160 180 195	280 280 360 360	15,5 17,4 33,6 36	4	425	А
15ч14бр (п. 1)	65	290	180	317	22	1	200	А
15с22нж	100 125 150 200	350 400 480 600	230 270 300 375	370 445 515 600	50 75 102 174			
Задвижки параллельные с выдвижным шпинделем фланцевые								
30ч6бр	50 80 100 125 150 200 250 300	180 210 230 255 280 330 450 500	160 195 215 245 280 335 390 440	350 440 515 635 720 900 1090 1285	18,4 29 39,5 58,5 77 125 179 253	1	200	Б

Продолжение табл. 343

Наименование	Условный проход D_y, мм	Габарит, мм			Масса, кг	Характеристика		
		длина	диаметр	высота		условное давление, МПа	температура, °С	рабочее положение*
Задвижки клиновые с выдвижным шпинделем фланцевые								
30с76нж1	50 80	250 310	175 210	480 585	46 80	6,4	300	А
ПФ-11010-00 штампосварная по типу 30с64нж	100	300	230	608	57	2,5	450	А
ЗЛ11025Сп1 (по типу 30с64нж)	150 250	350 450	300 425	895 1140	140 248,7	2,5	300	А
30с64нж	200	400	360	1040	210	2,5	300	В
30с564нж	300	500	485	1410	472	2,5	300	А
30с572нж	400/ /300 1000/ /800	600 1900	610 1315	1900 3835	640 5200	2,5 2,5	300 300	А Д
Задвижки клиновые с невыдвижным шпинделем фланцев								
30с927нж	500 600 800	700 800 1000	730 840 1075	1955 1965 2770	1580 2185 4600	2,5	300	Г

* Обозначения рабочих положений: А — любое; Б — любое, кроме положения «маховиком вниз»; В — на горизонтальном трубопроводе маховиком вверх или в положении «на ребро», на вертикальном трубопроводе — в положении «плашмя»; Г — на горизонтальном трубопроводе электроприводом вертикально вверх; допускается установка задвижки горизонтально в положениях «на ребро» и «плашмя» при условии смазывания червячной пары и роликоподшипников густой смазкой и наличии опоры под электропривод; Д — на горизонтальном трубопроводе электроприводом вертикально вверх; допускается установка задвижки горизонтально в положении «на ребро» и «плашмя» при условии смазывания.

344. Клапаны обратные для тепловых сетей

Условный проход трубопровода D_y, мм	Типы клапанов в зависимости от предельных параметров теплоносителя (P_y и t)					
	$P_y \leqslant 1$ МПа			$P_y \leqslant 1{,}6$ МПа		$P_y \leqslant 2{,}5$ МПа
	$t \leqslant 200°$ С	$t \leqslant 225°$ С	$t \leqslant 300°$ С	$t \leqslant 225°$ С	$t \leqslant 300°$ С	$t \leqslant 300°$ С
15	Подъемный муфтовый 16Б1бр		—	Подъемный муфтовый 16Б1бр	—	—
20	Подъемный муфтовый 16Б1бр		—	Подъемный муфтовый 16Б1бр	—	—
	Горизонтальный с концами под приварку 922 (3с-6-1)					
25	Подъемный фланцевый 16ч6бр	—	—	—	—	—
	Подъемный муфтовый 16Б1бр		—	—	—	—
	Горизонтальный с концами под приварку 923 (3с-6-2)					
32	Подъемный фланцевый 16кч9бр		—	Подъемный фланцевый 16кч9бр	—	—
	Подъемный фланцевый 16кч9нж					
	Горизонтальный с концами под приварку 924 (3с-6-3)					
40	Подъемный муфтовый 16Б1бр; подъемный фланцевый 16кч9бр		Подъемный фланцевый 16кч9нж	Подъемный муфтовый 16Б1бр; подъемный фланцевый 16кч9бр	Подъемный фланцевый 16кч9нж	—
	Подъемный фланцевый 16с13нж					
50	Поворотный фланцевый 19ч16бр1	—	Подъемный фланцевый 16кч9нж	Подъемный муфтовый 16Б1бр; подъемный фланцевый 16кч9бр	Подъемный фланцевый 16кч9нж	—
	Подъемный муфтовый 16Б1бр; подъемный фланцевый 16кч9бр		—			
	Подъемный фланцевый 16с13нж; поворотный фланцевый 19с17нж					

65	Подъемный фланцевый 16кч9бр		Подъемный фланцевый 16кч9нж	Подъемный фланцевый 16кч9бр	Подъемный фланцевый 16кч9нж	—
	Подъемный фланцевый 16с13нж					
80	Подъемный фланцевый 16ч6бр; поворотный фланцевый 19ч16бр1	—	Подъемный фланцевый 16кч9нж	Подъемный фланцевый 16кч9бр	Подъемный фланцевый 16кч9нж	—
	Подъемный фланцевый 16кч9бр					
	Подъемный фланцевый 16с13нж; поворотный фланцевый 19с17нж					
100; 150	Подъемный фланцевый; поворотный фланцевый 19ч16бр1	—	—	—	—	—
	Подъемный фланцевый 16с13нж; поворотный фланцевый 19с17нж					
200	Поворотный фланцевый 19ч16бр	—	—	—	—	—
	Подъемный фланцевый 16с13нж; поворотный фланцевый 19с17нж					
250	Поворотный фланцевый 19ч16бр	—	—	—	—	—
	Вертикальный Б-4с-1-4					
300; 400; 600	Поворотный фланцевый КЗ-44067-02	—	—			—
	Поворотный безударный с концами под приварку 19с36нж2					
800; 1000	Поворотный безударный фланцевый 19с35нж1					

345. Обратные клапаны для трубопроводов воды и пара

Наименование	Условный проход D_y, мм	Габарит, мм			Масса, кг	Характеристика		
		длина	высота	диаметр		условное давление, МПа	температура, °С	рабочее положение*
Муфтовый 16Б1бр	15 20 25 40 50	55 65 80 110 130	38 42 42 70 80	— — — — —	0,23 0,3 0,5 1,43 2	1,6	225	А
Горизонтальные с концами под приварку: 922(3с-6-1); 923(3с-6-2); 924(3с-6-3)	20 25 32	160 160 230	156 157 170	— — —	2,7 2,8 2,9	10	450	А
Подъемный фланцевый 16с13нж	25 40 50	120 170 200	70 95 105	115 145 160	3,3 7 9,4	1	200	А
Подъемные фланцевые 16кч9бр; 16кч9нж	32 40 50 65 80	180 200 230 290 310	90 105 105 140 155	135 145 160 180 195	6,2 8,4 11,2 19,8 29,7	1,6	225	А
Подъемный фланцевый 16с13нж	40 50 65 80 100 150 200	200 230 290 310 350 480 600	117 117 156 156 193 270 282	145 160 180 195 230 300 375	10,5 12,0 23,3 27,3 37,1 82,7 147,9	4	425	А
Поворотные фланцевые 19ч16бр; 19ч16бр1; КЗ44067-02	50 80 100 150 200 250 300	230 310 350 460 500 600 700	140 168 172 235 270 310 347	160 195 215 280 335 390 440	14,2 33 40,8 72 107 148 209,3	1	200	Б
Поворотный фланцевый 19с17нж	50 80 100 150 200	230 310 350 480 550	133 160 175 225 280	160 195 230 300 375	16 26 40 82 153	4	425	Б
Вертикальный Б-4с-1-4	250	263	800	470	316	6,4	250	В
Поворотный безударный с концами под приварку 19с36нж	300 400 600	450 500 650	243 293 395	—	78 136 380	4	450	Г

Продолжение табл. 345

Наименование	Условный проход D_y, мм	Габарит, мм			Масса, кг	Характеристика		
		длина	высота	диаметр		условное давление, МПа	температура, °С	рабочее положение*
Поворотный безударный фланцевый 19с35нж1	800 1000	500 500	1235 1490	1075 1315	790 1183	2,5	425	Д

* Обозначения рабочих положений: А — на горизонтальном трубопроводе крышкой вверх; Б — на горизонтальном трубопроводе крышкой вверх, а на вертикальном — уплотнительной поверхностью затвора корпуса вверх; В — на вертикальном трубопроводе; Г — на горизонтальном трубопроводе проушинами вверх, на вертикальном — уплотнительной поверхностью корпуса вверх, при этом противовес диска должен быть снят; Д — на горизонтальном трубопроводе основанием вниз, на наклонном (угол наклона не более 20°) трубопроводе входным патрубком вниз.

Определение диаметра трубопроводов. Пропускную способность трубопроводов водяных тепловых сетей, паропроводов и конденсатопроводов для приближенных гидравлических расчетов можно принять по табл. 346—349.

В табл. 346 указана пропускная способность трубопроводов водяных тепловых сетей. Массовое количество теплоносителя (вода), т/ч:

$$G_в = Q/(1000C\Delta t),$$

где Q — количество теплоты, кДж/ч; C — удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С): для воды $C=4{,}2$ кДж/(кг·°С); Δt — перепад между начальной и конечной температурой теплоносителя, °С.

Для чисто отопительной нагрузки и типовых температурных графиков в таблице указана пропускная способность трубопроводов в тепловых единицах. Этой частью таблицы можно пользоваться, кроме того, если общие водяные сети обеспечивают подачу теплоты для калориферных установок приточных вентиляционных систем и для горячего водоснабжения, а доля этих потребителей теплоты незначительна по сравнению с основной отопительной нагрузкой, а также если расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции совпадает с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления. В этом случае значение вентиляционной тепловой нагрузки роли не играет.

В табл. 347—348 указана пропускная способность паропроводов. Массовое количество пара, т/ч:

$$G_п = Q/(1000\Delta i),$$

где Q — количество теплоты, которое должно быть отдано сконденсировавшимся паром, кДж/ч; Δi — количество теплоты, отдаваемое 1 кг сконденсировавшегося пара, кДж/кг;

$$\Delta i = i_п - i_к,$$

$i_п$ — энтальпия пара, кДж/кг; $i_к$ — энтальпия конденсатора, кДж/кг.

346. Пропускная способность трубопроводов водяных тепловых сетей

Условный проход D_y, мм	Пропускная способность (т/ч) при удельной потере давления на трение Δp, Па/м				Пропускная способность (ГДж/г) при температурных графиках											
					Δt=150—70=80 °С				Δt=130—70=60 °С				Δt=95—75=20 °С			
					Удельная потеря давления на трение Δp, Па/м											
	50	100	150	200	50	100	150	200	50	100	150	200	50	100	150	200
40	1,38	1,94	2,4	2,75	0,46	0,63	0,92	0,92	0,84	0,5	0,5	0,67	0,15	0,21	0,25	0,29
50	2,45	3,5	4,3	4,95	0,84	1,17	1,42	1,67	0,63	0,92	1,09	1,26	0,25	0,38	0,5	0,5
70	5,8	8,4	10,2	11,7	1,21	2,81	3,44	3,94	1,47	2,14	2,56	2,94	0,63	0,92	1,05	1,21
80	9,4	13,2	16,2	18,6	3,14	4,4	5,45	6,29	2,34	3,31	4,06	4,61	0,92	1,38	1,68	1,97
100	15,6	22	27,5	31,5	5,24	7,34	9,22	10,47	3,9	4,53	6,92	7,96	1,64	2,3	2,75	3,31
125	28	40	49	56	9,22	13,4	16,35	18,85	7,13	10,05	12,15	14,25	2,93	4,19	5,15	5,87
150	46	64	79	93	15,5	21,4	26,4	31,4	11,75	15,9	19,7	23,4	4,82	6,7	7,95	9,64
200	107	152	186	215	36	50,4	62,9	71,2	26,8	38	46,1	54,5	11,3	15,9	19,7	22,6
250	180	275	330	380	58,6	92,2	109	126	46,1	67	83,8	96,4	—	—	—	—
300	310	430	530	600	105	143	176	901	79,6	109	134	151	—	—	—	—
350	455	640	790	910	151	214	264	306	113	159	197	230	—	—	—	—
400	660	930	1150	1320	222	314	385	445	168	235	289	331	—	—	—	—
450	900	1280	1560	1830	302	433	525	615	268	322	390	460	—	—	—	—
500	1200	1690	2050	2400	403	565	687	810	302	428	515	605	—	—	—	—

В табл. 349 приведена пропускная способность конденсатопроводов. Массовое количество конденсата соответствует массовому количеству пара (при отсутствии потерь пара).

Возврат конденсата насосом осуществляется в том случае, если скорость движения конденсата под воздействием суммарного остаточного и гидростатического давления менее 1,5 м/с.

Для исключения возможности коррозии внутренней поверхности конденсатопроводов предусматривают закрытые схемы возврата конденсата (система возврата конденсата от потребителей к источнику тепла не должна сообщаться с атмосферой).

347. Пропускная способность (т/ч) паропроводов с сальниковыми компенсаторами при потере давления 100 Па/м (с учетом местных сопротивлений)

Условный проход труб $D_у$, мм	$P_{раб}$ =0,8 МПа; t=250° С; γ=3,35 кг/м³		$P_{раб}$=1,25 МПа; t=300° С; γ=4,78 кг/м³	
	транзитные сети	разветвленные сети	транзитные сети	разветвленные сети
100	1,3	1,3	1,6	1,5
125	2,4	2,3	2,9	2,7
150	3,9	3,7	4,7	4,3
200	9,4	8,5	11	10,3
250	16,8	15,6	20	18,5
300	26	24	31	29
350	39	36	47	43
400	56	53	67	62
450	78	68	93	83
500	102	90	120	108

348. Пропускная способность (т/ч) паропроводов с П-образными компенсаторами при потере давления 100 Па/м (с учетом местных сопротивлений)

Условный проход труб $D_у$, мм	$P_{раб}$=0,8 МПа, t=250° С; γ=3,35 кг/м³	$P_{раб}$ =1,3 МПа; t=300° С; γ=4,98 кг/м³	$P_{раб}$ =1,6 МПа; t=325° С; γ=5,85 кг/м³
40	0,1	0,13	0,14
50	0,2	0,24	0,26
70	0,45	0,55	0,6
80	0,73	0,9	0,95
100	1,2	1,5	1,6
125	2,2	2,7	2,9
150	3,5	4	4,5
200	7,5	9,5	10
250	13	17	18
300	21	26	28
350	31	39	42
400	45	56	58
450	59	72	—
500	77	95	—

349. **Пропускная способность конденсатопроводов, т/ч**

Условный проход труб $D_у$, мм	Удельная потеря давления на трение ΔP, Па/м			
	50	100	150	200
25	0,41	0,58	0,72	0,83
32	0,71	1,02	1,24	1,42
40	1,2	1,7	2,07	2,4
50	2,2	3,1	3,8	4,4
70	5,2	7,4	9,1	10,5
80	8,2	11,5	14	16,5
100	14	20	24	28
125	25	36	44	51
150	41	58	72	82
200	98	135	165	195

12.4. Компенсация температурных удлинений трубопроводов. При сооружении теплопроводов максимально используют все естественные повороты и изгибы трубопроводов для компенсации тепловых удлинений.

Температурное удлинение трубопровода Δ, мм, определяют по формуле

$$\Delta = 0{,}012\ (t - t_м)\ l,$$

где t — расчетная температура теплоносителя, °С; $t_м$ — температура трубы при монтаже (°С), принимается равной расчетной зимней температуре для проектирования отопления; l — длина трубы, м.

Температурные удлинения трубопроводов можно принять по табл. 350.

Для восприятия температурных удлинений трубопроводов тепловых сетей применяют осевые сварные стальные сальниковые, а также гибкие компенсаторы, изготовляемые из труб и отводов (гнутых, крутоизогнутых, сварных).

Сальниковые стальные компенсаторы применяют при давлении теплоносителя $P_у \leqslant 2{,}5$ МПа и температуре $t \leqslant 300°$ С для подземной прокладки трубопроводов диаметром 100 мм и более и при надземной прокладке на низких опорах — для трубопроводов диаметром 300 мм и более.

Гибкие компенсаторы применяют независимо от параметров теплоносителя, способа прокладки и диаметра труб.

Компенсирующая способность сварных одинарных сальниковых компенсаторов 200 мм, сдвоенных — 400 мм.

Для тепловых сетей строительных площадок и объектов строительной индустрии, как правило, применяют гибкие компенсаторы.

Сальниковые компенсаторы допускается использовать при соответствующем обосновании.

Размеры П-образных компенсаторов в зависимости от температурного удлинения участка трубопровода Δ при условии предварительной их растяжки при установке на значение $\Delta/2$ можно принять по табл. 351.

Монтажная длина компенсаторов l, мм, равна:

для труб с $D_у \leqslant 100$ мм

$$l = b + 16D_н + 200;$$

для труб с $D_у > 100$ мм

$$l = b + 18D_н,$$

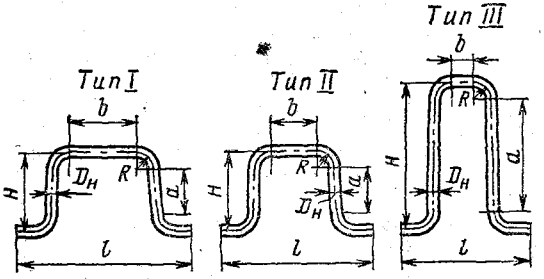
где $D_н$ — наружный диаметр трубы, мм.

350. Температурное удлинение трубопровода Δ, мм, при транспорте воды и пара (при $t_м = 0°$ С)

Длина участка l, м	Вода		Насыщенный пар давлением, МПа								
			0,05	0,1	0,18	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	Температура теплоносителя, °С										
	70	95	110	120	133	143	154	158	164	170	175
5	4	6	7	8	8	9	10	10	10	11	11
10	9	12	14	15	16	18	19	20	21	21	22
15	13	18	21	23	24	27	28	30	31	32	33
20	18	24	28	30	33	36	38	40	41	43	44
25	22	30	34	38	41	45	47	50	51	53	55
30	26	36	41	45	49	54	57	60	62	64	66
35	31	42	48	53	57	63	66	70	72	74	77
40	35	48	55	60	65	72	76	80	82	85	88
45	40	54	62	68	73	81	85	90	93	96	99
50	44	60	69	75	81	89	95	99	103	106	110
55	48	66	76	83	89	99	104	109	113	117	120
60	53	71	83	90	98	107	114	119	123	128	131
65	57	77	89	98	106	116	123	129	133	138	142
70	62	83	96	105	113	125	132	139	144	149	154
75	66	89	103	113	122	134	142	148	154	159	164
80	70	95	110	120	130	143	152	158	164	170	175
85	75	101	117	128	138	152	161	168	174	180	186
90	79	107	124	135	146	161	171	178	185	191	197
95	83	113	130	143	154	170	180	188	195	202	208
100	88	119	137	150	163	179	190	198	205	212	219

Примечание. Температурное удлинение трубопровода при транспорте воды с $t > 95°$ С равно температурному удлинению трубопровода при транспорте насыщенного пара с температурой, соответствующей расчетной температуре воды.

351. Размеры П-образных компенсаторов (мм); $R=4D_н$



Удлинение трубопровода Δ, мм	Тип компенсатора	Условный проход труб $D_у$, мм								
		20	25	32	40	50	80	100	125	150
		Вылет $H=a+2R$								
30	I	450	520	570	—	—	—	—	—	—
	II	530	580	630	670	—	—	—	—	—
	III	600	760	820	850	—	—	—	—	—
50	I	570	650	720	760	790	930	1000	—	—
	II	690	750	830	870	880	930	1000	—	—
	III	790	850	930	970	950	980	—	—	—
75	I	680	790	860	920	950	1100	1220	1380	1530
	II	830	930	1020	1070	1080	1200	1300	1380	1530
	III	980	1060	1150	1220	1180	1250	1350	1450	1600

100	I	780	910	980	1050	1100	1270	1400	1590	1730
	II	970	1070	1170	1240	1250	1400	1530	1670	1830
	III	1140	1250	1360	1430	1460	1500	1600	1750	1830
150	I	950	1100	1200	1270	1310	1570	1730	1920	2120
	II	1190	1330	1450	1540	1550	1760	1920	2100	2280
	III	—	1560	1700	1800	1830	1900	2050	2230	2400
200	I	—	1240	1370	1450	1510	1830	2000	2240	2470
	II	—	1540	1700	1800	1810	2070	2250	2500	2700
	III	—	—	2000	2100	2100	2300	2450	2670	2850
250	I	—	—	1530	1620	1700	2050	2230	2520	2780
	II	—	—	1900	2010	2040	2340	2560	2800	3050
	III	—	—	—	—	2370	2600	2800	3050	3300
300	I	—	—	—	—	—	2260	2440	2750	3070
	II	—	—	—	—	—	2260	2850	3120	3400
	III	—	—	—	—	2650	2900	3120	3430	3700
350	I	—	—	—	—	—	2450	2650	2950	3320
	II	—	—	—	—	—	2450	3120	3430	3730
	III	—	—	—	—	—	3200	3460	3800	4070

12.5. Противокоррозионные покрытия и тепловая изоляция трубопроводов тепловых сетей (табл. 352—354)

352. Основные противокоррозионные покрытия стальных труб тепловых сетей

Максимальная температура теплоносителя, °С	Вид покрытия	Общая толщина покрытия, мм	Материалы, входящие в состав покрытия по слоям	ГОСТ или ТУ на материалы
Подземный бесканальный способ прокладки трубопроводов в изоляции из битумоперлита, битумокерамзита и битумовермикулита				
130	Битумная грунтовка — праймер	—	1 масс. часть битума марки V*	ГОСТ 6617—76
			2,5 масс. части бензина	ГОСТ 2084—77
300	Стеклоэмалевое	0,5	—	ТУ ВНИИСТ Минефтегазстроя
	Алюминирование методом металлизации	0,2	—	ТУ Академии коммунального хозяйства Минжилкомхоза РСФСР
Подземный бесканальный способ прокладки трубопроводов в изоляции из автоклавного армопенобетона				
—	Не требуется	—	—	—
Прокладка трубопроводов с подвесной изоляцией из минераловатных изделий в подземных непроходных каналах				
100	Бризол в два слоя по холодной изольной мастике	5—6	Битумная грунтовка — праймер	См. выше
			Мастика «Изол» марки МРБ-Х-$Т_{15}$	ТУ 21-27-37-74 МПСМ СССР
			Бризол	ГОСТ 17176—71
			Мастика «Изол» марки МРБ-Х-$Т_{15}$	ТУ 21-27-37-74 МПСМ СССР
			Бризол	ГОСТ 17176—71
			Мешочная бумага	ГОСТ 2228—75

Продолжение табл. 352

Максимальная температура теплоносителя, °С	Вид покрытия	Общая толщина покрытия, мм	Материалы, входящие в состав покрытия по слоям	ГОСТ или ТУ на материалы
150	Изол в два слоя по холодной изольной мастике	5—6	Битумная грунтовка — праймер	См. выше
			Мастика «Изол» марки МРБ-Х-$Т_{15}$	ТУ 21-27-37-74 МПСМ СССР
			Изол	ГОСТ 10296—79
			Мастика «Изол» марки МРБ-Х-$Т_{15}$	ТУ 21-27-37-74 МПСМ СССР
			Изол	ГОСТ 10296—79
			Мешочная бумага	ГОСТ 2228—75
	Алюминирование методом металлизации	0,2	—	ТУ Академии коммунального хозяйства Минжилкомхоза РСФСР
300	Стеклоэмалевое	0,5	—	ТУ ВНИИСТ Миннефтегазстроя

Прокладка трубопроводов с подвесной изоляцией из минераловатных изделий в подземных тоннелях и коллекторах, в технических подпольях и коридорах, внутри зданий и надземная

Не ограничена	Битумная грунтовка — праймер	—	1 масс. часть битума марки V*	ГОСТ 6617—76
			2,5 масс. части бензина	ГОСТ 2084—77
150	Комбинированное	0,2	Грунтовка ГФ-020	—
			Краска БТ-177** (два слоя)	ГОСТ 5631—79

* Допускается применение битума марки IV.

** Краска БТ-177 — суспензия алюминиевой пудры по ГОСТ 5494—71 (15% для первого слоя и 10% — для второго) в лаке БТ-577 по ГОСТ 5631—79.

Примечание. Кроме указанных в таблице основных противокоррозионных покрытий применяют эпоксидные покрытия ЭП-56 (ТУ 6-10-1243-72) и ЭФАЖС (ВСН 007-67 Минэнерго СССР) при температуре теплоносителя до 150° С, а также покрытие из органосиликатной краски АС-8а (ОС-51-03) по ТУ 84-725-78 при температуре теплоносителя до 180° С (по специальным указаниям).

353. Теплоизоляционные конструкции, материалы и изделия для тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей

Диаметр труб $D_у$, мм	Максимальная температура теплоносителя, °С	Теплоизоляционные конструкции, материалы и изделия	ГОСТ, ТУ, типовой проект
А. Теплоизоляционные конструкции			
Подземный бесканальный способ прокладки трубопроводов			
До 500	150	Битумоперлит	РСН 176-70 Госстроя УССР
		Битумокерамзит	ВСН 1-40-72 Миннефтегазстроя
		Битумовермикулит	—
До 1000	150	Автоклавный армопенобетон	Типовой проект 903-0-1
Прокладка трубопроводов в подземных непроходных каналах			
25—250	350	Конструкции полносборные теплоизоляционные минераловатные с покровным слоем из стеклопластика рулонного, стеклотекстолита, стеклорубероида	ТУ 36-1180-78
100—1400	300	Конструкции из матов минераловатных вертикальнослоистых с покровным слоем из стеклопластика рулонного, фольгокартона	ТУ 36-1674-73
Прокладка трубопроводов в подземных тоннелях, в технических подпольях, коридорах и внутри зданий			
25—250	400	Конструкции полносборные теплоизоляционные минераловатные с покровным слоем из стеклопластика рулонного, стеклотекстолита, стеклорубероида, фольгоизола	ТУ 36-1180-78
100—1400	300	Конструкции из матов минераловатных вертикальнослоистых с покровным слоем из стеклопластика рулонного, фольгокартона	ТУ 36-1674-73

Диаметр труб D_y, мм	Максимальная температура теплоносителя, °С	Теплоизоляционные конструкции, материалы и изделия	ГОСТ, ТУ, типовой проект
		Надземная прокладка трубопроводов	
25—250	400	Конструкций полносборные теплоизоляционные минераловатные с покровным слоем из листов алюминия и алюминиевых сплавов, оцинкованной стали, стеклопластика рулонного, стеклотекстолита, стеклорубероида, фольгоизола	ТУ 36-1180-78
100—1400	300	Конструкции из матов минераловатных вертикальнослоистых с покровным слоем из стеклопластика рулонного, фольгостеклоткани	ТУ 36-1674-73
		Б. Теплоизоляционные изделия, рекомендуемые к применению	
		Прокладка трубопроводов в подземных непроходных каналах, тоннелях и надземная прокладка	
25—200	350	Цилиндры и полуцилиндры теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем	ГОСТ 23208—78
100—450	350	Плиты минераловатные мягкие и маты на синтетическом связующем	ГОСТ 9573—72
200—1400	350	Маты минераловатные прошивные в обкладке из металлической сетки	ГОСТ 21880—76
500—1400	350	Плиты минераловатные полужесткие на синтетическом связующем	ГОСТ 9573—72
		В. Теплоизоляционные материалы и изделия, допускаемые к применению	
		Прокладка трубопроводов в подземных непроходных каналах, тоннелях и надземная прокладка	
—	180	Маты из стеклянного штапельного волокна в рулонах, технические	ГОСТ 10499—78
		Плиты из стеклянного штапельного волокна полужесткие, технические, оклеенные и неоклеенные	ГОСТ 10499—78
—	400	Маты минераловатные прошивные в обкладке из стеклоткани	ГОСТ 21880—76

Продолжение табл. 353

Диаметр труб D_y, мм	Максимальная температура теплоносителя, °С	Теплоизоляционные конструкции, материалы и изделия	ГОСТ, ТУ, типовой проект
		Шнуры теплоизоляционные из минеральной ваты в чулке из нити стеклянной	—
I	440	Ровинг (жгут) из стеклянных комплексных нитей	ГОСТ 17139—79
		Маты минераловатные прошивные безобкладочные	ГОСТ 21880—76
		Прокладка трубопроводов в подземных тоннелях и надземная прокладка	
—	300	Маты прошивные из минеральной ваты ВФ-75 на металлической сетке	ТУ 21-24-51-73
—	440	Изделия теплоизоляционные из совелита (плиты, полуцилиндры, сегменты)	ГОСТ 6788-74
		То же, вулканитовые	ГОСТ 10179—74
		То же, известково-кремнеземистые	ТУ 34-48-4601-77
		Надземная прокладка трубопроводов	
—	130	Изделия теплоизоляционные из пенопласта ФРП-1, группы 75 (полуцилиндры, сегменты)	ГОСТ 22546—77
—	150	То же, группы 100	ГОСТ 22546—77

354. Материалы для покровного слоя тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей

Наименование материала	ГОСТ или ТУ на материалы
Подземный бесканальный способ прокладки трубопроводов в изоляции из битумоперлита, битумокерамзита и битумовермикулита	
Полимерная оболочка из полиэтилена высокого давления	ГОСТ 16337—77 Е
Лента поливинилхлоридная липкая ПХВ	ТУ 19-103-78 ТУ 51-456-72
Изол или бризол в два слоя по битуму марки БН-70/30	Изол, ГОСТ 10296—71 Бризол, ГОСТ 17176—71 Битум, ГОСТ 6617—76
Подземный бесканальный способ прокладки трубопроводов в изоляции из автоклавного армопенобетона	
Гидроизоляция (2—8 слоя) из изола на изольной или резинобитумной мастике с асбестоцементной штукатуркой по металлической сетке	Изол, ГОСТ 10296—79 Изольная мастика ТУ 21-27-37-74 МПСМ СССР

Наименование материала	ГОСТ или ТУ на материалы
Прокладка трубопроводов с подвесной изоляцией из минераловатных изделий в подземных непроходных каналах и тоннелях	
Стеклопластик рулонный для теплоизоляции РСТ	ТУ 6-11-145-74
Стеклотекстолит конструкционный*	ГОСТ 10292—74
Стеклотекстолит для теплоизоляционных конструкций	ТУ 6-11-270-73
Стеклопластик марки ФСП (стеклопластик фенольный покровный)*	ТУ 6-11-150-76
Стеклорубероид	ГОСТ 15879—70
Рубероид, дублированный стеклотканью	ТУ 21 УССР-830-74
Рубероид, покрытый стеклотканью	ТУ 21 ЭССР-48-75
Пленка винипластовая каландрированная	ГОСТ 16398—70
Фольгоизол*	ГОСТ 20429—75
Стеклоцемент текстолитовый для теплоизоляционных конструкций	ТУ 36-940-77
Фольгорубероид для защитной гидроизоляции трубопроводов**	ТУ 21 ЭССР-69-75
Фольга алюминиевая дублированная для теплоизоляционных конструкций	ТУ 36-1177-77
Полуцилиндры асбестоцементные	ТУ 21-24-78-76
Штукатурка асбестоцементная по металлической сетке	См. примечание 1
Надземная прокладка трубопроводов	
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов марок АД, АД1-Н, АМц, АМг, Д-16, В-95	ГОСТ 21631—76
Сталь тонколистовая оцинкованная**	ГОСТ 7118—78 ГОСТ 8075—56 ГОСТ 14918—69
Стеклоцемент текстолитовый для теплоизоляционных конструкций	ТУ 36-940-77
Стеклотекстолит для теплоизоляционных конструкций	ТУ 6-11-270-73
Фольгорубероид для защитной гидроизоляции трубопроводов	ТУ 21 ЭССР-69-75
Фольга алюминиевая дублированная для теплоизоляционных конструкций	ТУ 36-1177-77
Полуцилиндры асбестоцементные	ТУ 21-24-48-76
Штукатурка асбестоцементная по металлической сетке	См. примечание 1

* Применяются только при прокладке трубопроводов в непроходных каналах.

** Применяются только при прокладке трубопроводов в тоннелях.

Примечания: 1. Состав асбестоцементной штукатурки (по массе): 20—30% асбеста марки К-6-30 (ГОСТ 12871—67) и 70—80% портландцемента марки 400 (ГОСТ 10178—76).

2. В случае применения при надземной прокладке и в тоннелях покровного слоя из трудносгораемых материалов необходимо устройство поясов из несгораемых материалов длиной 6 м у входа трубопроводов в здания и через каждые 100 м трубопроводов.

К трудносгораемым материалам относятся: стеклорубероид, стеклотекстолиты, рубероид дублированный или покрытый стеклотканью, рубероид дублированный фольгой (фольгорубероид), фольгоизол, пленка винипластовая каландрированная, а также фольга алюминиевая дублированная пергамином или бумагой.

12.6. Нормативы удельных капитальных вложений в строительство тепловых сетей. Теплоэлектропроектом разработаны, а Главниипроектом и Главным производственным управлением по строительству Минэнерго СССР 4 июля 1973 г. утверждены «Нормативы удельных капитальных вложений в строительство тепловых сетей».

Нормативы (в ценах 1969 г.) разработаны для надземной и подземной прокладки двухтрубных водяных тепловых сетей и совместной прокладки паропроводов и конденсатопроводов.

355. Нормативы удельной стоимости (тыс. руб/км трассы) прокладки двухтрубных водяных тепловых сетей в сухих/мокрых грунтах

Диаметр труб $D_у$, мм	Способ прокладки				
	бесканальный		с изоляцией из минераловатных изделий		
	в битумоперлитовой изоляции	в автоклавном армопенобетоне	в непроходных железобетонных каналах	на отдельно стоящих сборных железобетонных опорах высотой	
				до 2,5 м	более 2,5 до 7,8 м
50	52/71,6	52,1/71,7	60,9/94,3	75,7/91	107,3/130,2
70	56,6/76,2	54,3/73,9	63,5/96,9	78,2/93,5	109,8/132,7
80	62,3/80,7	59,3/77,7	65,1/98,5	79,9/95,2	111,5/134,4
100	69,5/89,2	65,1/84,8	73,7/110,3	83,3/98,6	114,9/137,8
125	74,8/94,5	69,5/89,2	79,5/116,5	90,2/105,5	121,8/144,7
150	83,6/102,1	75,8/94,3	82,5/119,5	93,4/108,7	125/147,9
200	97,7/118,6	92,2/113,1	120,9/161,2	107,2/122,5	138,8/161,7
250	116,7/136,4	109,6/129,3	129,2/169,5	117,2/132,5	148,8/71,7
300	121,6/149,9	126,7/155	178,9/222,2	126,1/141,4	157,7/180,6
350	134,5/162,8	135,3/163,6	190,8/234,1	142,5/157,8	216,5/243,3
400	151,8/180,1	153,7/182	195,3/238,6	147,8/163,1	221,8/248,6

356. Нормативы удельной стоимости (тыс. руб/км трассы) прокладки паровых тепловых сетей (паропровод и конденсатопровод) при давлении пара до 1,6 МПа и температуре до 300° С в сухих/мокрых грунтах

Диаметр труб D_y, мм		Способ прокладки с изоляцией из минераловатных изделий		
паропровода	конденсатопровода	в непроходных железобетонных каналах	на отдельно стоящих сборных железобетонных опорах высотой	
			до 2,5 м	более 2,5 до 7,8 м
100	50	97,4/137,7	81,1/96,4	112,7/135,6
125	50	100,7/141	85/100,3	116,6/139,5
150	50	102,3/142,6	86,8/102,1	118,4/141,3
200	80	152/195,3	96,5/111,8	128,1/151
250	100	158,6/201,9	103,9/119,2	135,5/158,4
300	125	164,8/208,1	111,2/126,5	142,8/165,7
350	125	170,9/217,1	118,5/133,8	150,1/173
400	150	252,1/316,2	122,7/138	154,3/177,2

Нормативы составлены для единицы длины трассы тепловой сети — 1 км в зависимости от теплоносителя, способа прокладки, грунтовых условий и предназначены для определения ориентировочной стоимости строительства тепловых сетей, технико-экономических расчетов, необходимых для сравнения вариантов проектных решений при выборе способа прокладки, и др.

В табл. 355, 356 приведены выдержки из нормативов, необходимые для определения ориентировочной стоимости строительства тепловых сетей при диаметре трубопроводов $D_y \leqslant 400$ мм.

В приведенные данные включены основные затраты на монтаж, изоляцию, строительные конструкции тепловых сетей, земляные работы.

Если необходимо учитывать затраты на подготовку территории строительства (снос строений, перекладка коммуникаций, разработка и восстановление дорожных покрытий); на временные жилые здания и сооружения, необходимые для выполнения строитель-

но-монтажных работ; на удорожания, связанные с производством работ в зимних условиях, а также затраты, связанные с повышением заработной платы работников, с прогрессивно-премиальной системой, с непредвиденными и проектно-изыскательскими работами, то все это можно сделать введением повышающего коэффициента 1,29.

Нормативы предусматривают применение типовых строительных конструкций и изоляции в 1-м территориальном районе или III температурной зоне и первом тарифном поясе, для строек первой группы, грунтов II группы, с накладными расходами и плановыми накоплениями, установленными для строек Минэнерго СССР, в процентах от прямых затрат соответственно в размере 16 и 6% с начислениями на зарплату в размере 70% на укладку паровых тепловых сетей для промышленных предприятий.

13. КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

13.1. Общие сведения. По назначению котельные подразделяют на отопительные, отопительно-производственные и производственные.

Отопительные котельные предназначены для теплоснабжения отопительно-вентиляционных систем и бытового горячего водоснабжения; *отопительно-производственные* — для теплоснабжения указанных выше потребителей и технологических процессов производственных предприятий различных отраслей промышленности; *производственные* — для выработки тепла для технологических процессов.

К производственным можно также отнести котельные, обеспечивающие теплом не только технологические процессы, но и небольшие (до 10% суммарной теплопроизводительности котельной) тепловые нагрузки отопительно-вентиляционных систем и бытового горячего водоснабжения.

Котельные бывают стационарные, инвентарные и передвижные. Стационарные котельные могут быть *отдельно стоящими, сблокированными* со зданиями или *встроенными* в здания различного назначения.

При устройстве котельных встроенного типа или котельных, сблокированных с другими зданиями и сооружениями, руководствуются СНиП II-35-76 «Котельные установки» и «Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов», утвержденными Госгортехнадзором СССР.

В зависимости от типов устанавливаемых котлов котельные подразделяют на водогрейные, паровые и комбинированного типа.

В *водогрейных* котельных кроме водогрейных котлов, предназначенных для нагрева воды системы теплоснабжения, могут быть установлены и паровые котлы, но только для собственных нужд котельных — для разогрева жидкого топлива, термической деаэрации и пр.

В *паровых* котельных при установке только паровых котлов теплоснабжение потребителей может осуществляться как паром, так и водой с различными расчетными параметрами (с нагревом воды в пароводяных теплообменных аппаратах).

В котельных *комбинированного типа* устанавливают водогрейные и паровые котлы.

При необходимости подачи потребителям пара и горячей воды с примерно равными часовыми расчетными расходами тепла и при суммарной расчетной теплопроизводительности котельной до 200 ГДж/ч устанавливают только паровые котлы с бойлерной установкой для нагрева воды системы теплоснабжения. При этих же исходных условиях, но при расчетной теплопроизводительности котельной более 350 ГДж/ч устанавливают паровые и водогрейные котельные агрегаты.

Когда тепловые нагрузки потребителей по пару значительно отличаются от тепловых нагрузок по воде, или при расчетной теплопроизводительности котельной 200—350 ГДж/ч возможно устройство паровых котельных или котельных комбинированного типа. В этих случаях тип котельной выбирают на основании сравнения технико-экономических показателей вариантов.

По параметрам теплоносителя (давление пара и температура воды), вырабатываемого котлами, котельные могут быть разделены на следующие основные группы:

группа I — паровые котельные с расчетным давлением пара до 0,07 МПа;

группа II — паровые котельные с расчетным давлением пара более 0,07 МПа до 0,8 МПа;

группа III — паровые котельные с расчетным давлением пара более 0,8 МПа до 1,3 МПа;

группа IV — паровые котельные с расчетным давлением пара более 1,3 МПа (но не более 3,9 МПа);

группа V — водогрейные котельные с расчетной температурой воды до 115° С включительно;

группа VI — водогрейные котельные с расчетной температурой воды более 115° С;

группа VII — комбинированные котельные с различными расчетными значениями давления пара и температуры воды.

Выбор и расчет оборудования котельных проводится исходя из тепловых нагрузок для четырех характерных режимов:

максимально-зимнего — при средней температуре наружного воздуха за наиболее холодную пятидневку (расчетная температура наружного воздуха, принимаемая при проектировании систем отопления);

наиболее холодного месяца — при средней температуре наружного воздуха за этот месяц;

среднеотопительного — при средней температуре наружного воздуха за отопительный период;

летнего — при летней нагрузке.

При этом принятое к установке оборудование котельной должно обеспечивать максимально-возможный оптимальный режим работы для каждого из указанных выше расчетных режимов.

Расчетную теплопроизводительность котельной установки определяют суммой часовых расчетных расходов тепла на отопление и вентиляцию при максимально-зимнем режиме, максимальных часовых расчетных расходов тепла на бытовое горячее водоснабжение и технологические процессы.

Максимальные часовые расчетные расходы тепла на бытовое горячее водоснабжение определяют в зависимости от принятой системы теплоснабжения и схемы горячего водоснабжения.

Максимальные часовые расчетные расходы тепла на технологические процессы принимают с учетом несовпадения максимумов расходов тепла отдельными потребителями этих процессов.

13.2. Топливо. Основные виды топлива для стационарных, инвентарных и передвижных котельных:

каменные и бурые угли, антрациты (антрациты для работы котельных поставляют в ограниченном количестве);

топочный мазут и легкое нефтяное топливо (топливо печное для бытовых и технических целей по ТУ 38-1-01-20-70, дизельное топливо, соляровое масло, керосин);

природный газ;

фрезерный торф;

горючие сланцы;

дрова и древесные отходы.

Для котельных с максимальной расчетной теплопроизводительностью более 85 ГДж/ч, для которых основное топливо — природный газ, предусматривают резервное топливо, как правило, топочный мазут.

Для котельных с максимальной расчетной теплопроизводительностью до 85 ГДж/ч резервное топливо к природному газу не предусматривается. В отдельных случаях при соответствующем обосновании возможно применение топочного мазута или легкого нефтяного топлива, которые при этом рассматриваются в качестве так называемого «аварийного» топлива.

Для котельных агрегатов теплопроизводительностью до 6,5 ГДж/ч следует, как правило, предусматривать работу на сортированном твердом топливе, природном газе и легком нефтяном топливе.

Расходы топлива. Часовой расход топлива котельной $B_ч$ (кг/ч; м³/ч) определяют по формуле

$$B_ч = (1{,}05...1{,}1)\frac{\Sigma Q_ч}{Q_н^р \eta},$$

где 1,05...1,1 — коэффициент, учитывающий тепловые потери тепловыми сетями и расход тепла на собственные нужды котельной; $\Sigma Q_ч$ — суммарный часовой расчетный расход тепла на отопление, вентиляцию, бытовое горячее водоснабжение, технологические процессы, кДж/ч; $Q_н^р$ — низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг или кДж/м³; η — КПД котельной (в долях от единицы).

Если производительность котельной определена в единицах массы пара, то расход топлива определяют по формуле

$$B_ч = (1{,}05...1{,}1)\frac{D_р \Delta i}{Q_н^р \eta},$$

где $D_р$ — расчетный часовой расход пара, кг/ч; Δi — разность между энтальпией пара, вырабатываемого котельной, и энтальпией питательной воды, кДж/кг.

За единицу «условного» пара принимают 1 кг пара с энтальпией i=2680 кДж/кг.

Годовые расходы топлива или расходы топлива за определенно заданный период времени можно определить по приведенной формуле. При этом вместо $Q_ч$ подставляют расход тепла за расчетный период времени (год, отопительный сезон и т. д.).

Значения коэффициентов полезного действия различных котельных агрегатов можно принимать по данным табл. 357—360.

357. Коэффициент полезного действия водогрейных котельных агрегатов

Тип котельного агрегата	Теплопроизводительность, ГДж/ч	Коэффициент полезного действия (%) при сжигании			
		каменного угля	бурого угля	природного газа	топочного мазута
МЗК-4ж и МЗК-4г	0,67—0,8[1]	—	—	82	82[2]
КСГ и КСГМ	1,68 и 4,2	—	—	90	—
Чугунные секционные котлы типа «ВНИИСТО»-М(ч), Кч-1, «Универсал», «Энергия», «Минск-1» и др.	До 3,35	67 (75)[3]	60	87	82—87[4]
ТВГ-4 и ТВГ-8	16,8 и 33,6	—	—	90	—
КВ-ГМ-4	16,8	—	—	90,5	86,4
КВ-ГМ-6,5	27,2	—	—	91,1	87
КВ-ГМ-10	42	—	—	90,3	88,9
КВ-ГМ-20	84	—	—	89,9	87,6
КВ-ГМ-30	63	—	—	—	—
КВ-ГМ-50	210	—	—	92,6	91,1
КВ-ГМ-100	420	—	—	92,7	91,3
КВ-ТС-4	16,8	81,9	81,1	—	—
КВ-ТС-6,5	27,2	82,2	82,1	—	—
КВ-ТС-10	42	80,9	80,1	—	—
КВ-ТС-20	84	79,1	79,1	—	—
КВ-ТК-30	63	87	86,5	—	—
КВ-ТК-50	210	85,7	85,5	—	—
КВ-ТК-100	420	—	—	—	—
ПТВМ-30М	147—168[5]	—	—	90	88
ПТВМ-50	210	—	—	87,8	87,6
ПТВМ-100	420	—	—	88,5	86,1

[1] Первая цифра—теплопроизводительность при сжигании солярового масла и дизельного топлива, вторая — природного газа.
[2] При сжигании солярового масла и дизельного топлива.
[3] При сжигании антрацита.
[4] Первая цифра — при сжигании топочного мазута, вторая — легкого жидкого топлива
[5] Первая цифра — при сжигании мазута; вторая — природного газа.

358. Коэффициент полезного действия паровых котельных агрегатов

Тип котельного агрегата	Паропроизводительность (т/ч) при сжигании		КПД (%) при сжигании				
	твердого топлива	природного газа, топочного мазута	каменного угля	бурого угля	антрацита	природного газа	топочного мазута
Е-0,4/9 (г, ж)	—	0,4	—	—	—	86	84*
КПА-500 (г, ж)	—	0,4	—	—	—	80	80*
Е-1/9 (г, ж)	—	1	—	—	—	86	84*
Е-1/9-1	1	—	71,2	—	—	—	—
Е-1/9-1 (г, м)	—	1	—	—	—	86	81
Е-1/9-2м	—	1	—	—	—	86	84
ПКН-1с	—	1	—	—	—	—	77
ДКВР-2,5-13	2,5	3,5	76	76	70	90	88,8
ДКВР-4-13	4	5,5	76	76	70	90,6	89,1
ДКВР-6,5-13	6,5	9	76	76	70	91,2	89,8
ДКВР-10-13	10	14	83,5	77,5	70,6	91,3	89,6
ДКВР-20-13	20	25	85	80,2	80,3	92,1	90,3
КЕ-2,5-14с	2,5	—	82,9	81,3	—	—	—
КЕ-4-14с	4	—	82,9	81,3	—	—	—
КЕ-6,5-14с	6,5	—	84	82,4	—	—	—
КЕ-10-14с	10	—	84	82,4	—	—	—
КЕ-25-14с	25	—	86,5	82,7	—	—	—
ДЕ-4-14ГМ	—	4	—	—	—	90,8	89,3
ДЕ-6,5-14ГМ	—	6,5	—	—	—	91,5	90
ДЕ-10-14ГМ	—	10	—	—	—	92,2	90,8
ДЕ-16-14ГМ	—	16	—	—	—	92,2	91
ДЕ-25-14ГМ	—	25	—	—	—	92,6	90,8
К-50-14	50	—	89	—	—	—	—
Б-50-14	50	—	—	89	—	—	—
Т-50-14	50	—	—	89**	—	—	—
ГМ-50-14	—	50	—	—	—	90	90

* При работе на легком жидком топливе.
** Котел Т-50-14 предназначен для работы на фрезерном торфе.

Примечание. КПД чугунных секционных паровых котлов (см. табл. 357) соответствует значениям КПД для аналогичных водогрейных котлов.

359. Примерные значения удельных расходов условного топлива ($Q^р_н$ =29 400 кДж/кг) котельными установками на отпущенное тепло (в числителе — в кг/ГДж, в знаменателе — в кг/т условного пара)

Тип котельной	При работе на		
	природном газе	топочном мазуте	твердом топливе
Крупные и средние, теплопроизводительностью более 20 ГДж/ч	40/98	42/103	42/103
Малые, теплопроизводительностью до 20 ГДж/ч	42/103	44/109	46/115

Примечания: 1. При расчетах энтальпия условного пара $i_{у.п}$ = = 2680 кДж/кг, питательной воды $i_{п.в}$ =210 кДж/кг.

Разность энтальпий

$$\Delta i_{\text{у.п}} = i_{\text{у.п}} - i_{\text{п.в}} = 2470 \text{ кДж/кг}.$$

2. Для перевода удельных расходов условного топлива в удельные расходы натурального топлива табличные значения делят на калорийный эквивалент (см. гл. 14.1).

3. Расход условного топлива $B'_{\text{у}}$ на выработку реального пара $B'_{\text{у}}$ (кг усл. топл./т пара) определяют по формуле

$$B'_{\text{у}} = B_{\text{у}} \frac{i_{\text{п}} - i_{\text{п.в}}}{\Delta i_{\text{у.п}}},$$

где $B_{\text{у}}$ — расход условного топлива на выработку 1 т условного пара (принимается по табл. 360); $i_{\text{п}}$ — энтальпия реального пара, кДж/кг; $i_{\text{п.в}}$ — энтальпия питательной воды, кДж/кг.

360. Зависимость удельного расхода условного топлива от коэффициента полезного действия котельных агрегатов

КПД агрегата, брутто, %	Расход условного топлива		КПД агрегата, брутто, %	Расход условного топлива	
	кг/ГДж	кг/т пара (условного)		кг/ГДж	кг/т пара (условного)
60	56,7	140	76	44,8	110,5
62	54,9	136	78	43,6	108
64	53,1	131,5	80	42,5	105
66	51,5	127,5	82	41,5	102,5
68	50	124	84	40,5	100,5
70	48,6	120,5	86	39,6	98
72	47,2	117	88	38,7	95,5
74	46	114	90	37,8	93,5
75	45,4	113	92	37	91,5

361. Плотность некоторых видов топлива

Топливо	Плотность, кг/м³	Топливо	Плотность, кг/м³
Антрацит (марок АРШ, АШ, АМ, АС)	1000	Дрова влажностью 25%	400
Каменный уголь	850	То же, 50%	540
Бурый уголь	700—800	Опилки и стружки	250
Торф фрезерный	670	Нефтяные остатки	900
Горючие сланцы	1000—1100	Природный газ (сухой)	0,73—0,9

Примечание. Для твердого топлива — в насыпном виде.

13.3. Котельные агрегаты (табл. 362), применяемые для котельных различного назначения (за исключением котельных электростанций), условно разделяют на пять групп:

группа I — чугунные секционные и стальные водогрейные и паровые котлы для нагрева воды до температуры 115° С и выработки пара давлением 0,07 МПа;

группа II — стальные паровые котлы для выработки пара давлением более 0,07 МПа до 0,8 МПа;

группа III — стальные паровые котлы для выработки пара давлением более 0,8 МПа до 1,3 МПа;

группа IV — стальные трубчатые водогрейные котлы для нагрева воды до температуры 150—200° С;

группа V — стальные паровые котлы для выработки пара давлением более 1,3 МПа (но не более 3,9 МПа).

362. Основные показатели водогрейных и паровых котлов (группы I—IV)

Тип котельного агрегата	Расчетный вид топлива	Теплоноситель и его параметры			Теплопроизводительность	
		температура, °С	статическое давление, МПа	давление пара, МПа	ГДж/ч	т усл. пара/ч, $i = 2680$, кДж/кг
		Группа I				
Чугунные секционные: ВНИИСТО-Мч	Сортированный антрацит, брикеты малозольных углей, природный газ	95	0,2	—	0,021—0,176	—
Кч-1	Антрацит, каменный и бурый уголь, природный газ, жидкое топливо	115	0,6	0,07	0,314—0,68	0,13—0,31
«Универсал-5М»	То же	115	0,6	0,07	0,42—2,3	0,17—0,93
«Универсал-6»	»	115	0,6	0,07	0,75—2,72	0,3—1,1
«Универсал-6М»	»	115	0,6	0,07	0,84—2,43	0,34—0,98
«Энергия-3М»	»	115	0,6	0,07	1,09—3,1	0,44—1,25
«Энергия-6»	»	115	0,6	0,07	1,05—3,31	0,42—1,34
«Тула-3»	»	115	0,6	0,07	1,94—3,66	—
«Минск-1»	»	115	0,6	0,07	1,94—3,72	—
Стальные котельные агрегаты: МЗК-4г	Природный газ	90	0,6	—	0,81	—

Продолжение табл. 362

Тип котельного агрегата	Расчетный вид топлива	Теплоноситель и его параметры			Теплопроизводительность	
		температура, °С	статическое давление, МПа	давление пара, МПа	ГДж/ч	т усл. пара/ч, $i = 2680$, кДж/кг
МЗК-4ж	Жидкое топливо	90	0,6	—	0,67	—
КСГ-0,4	Природный газ	95	0,6	—	1,68	—
КСГМ-1	То же	94	0,6	—	4,2	—
КВ-100, КВ-200, КВ-300	Разное	—	—	0,07	—	0,1—0,45
«Кивиыли»	Твердое топливо	115	0,4	0,07	0,75—3,02	0,3—1,2
Группа II						
Стальные паровые котельные агрегаты: Е-0,4/9г	Природный газ	—	—	0,8	—	0,4
Е-0,4/9ж	Жидкое топливо	—	—	0,8	—	0,4
Е-1/9г	Природный газ	—	—	0,8	—	1
Е-1/9ж	Жидкое топливо	—	—	0,8	—	1
Е-1/9-1	Каменный уголь	—	—	0,8	—	1
Е-1/9-1м	Топочный мазут	—	—	0,8	—	1
Е-1/9-1г	Природный газ	—	—	0,8	—	1
Е-1/9-2м	Топочный мазут	—	—	0,8	—	1
ПКН	То же	—	—	0,8	—	1
КПА-500г	Природный газ	—	—	0,8	—	0,4
КПА-500ж	Дизельное топливо	—	—	0,8	—	0,4
Группа III						
Стальные паровые: ДКВР-2,5-13	Твердое топливо	—	—	1,3	—	2,5

Продолжение табл. 362

Тип котельного агрегата	Расчетный вид топлива	Теплоноситель и его параметры			Теплопроизводительность	
		температура, °С	статическое давление, МПа	давление пара, МПа	ГДж/ч	т усл. пара/ч, $i = 2680$, кДж/кг
ДКВР-2,5-13	Газ, мазут	—	—	1,3	—	3,5
ДКВР-4-13	Твердое топливо	—	—	1,3	—	4
	Газ, мазут	—	—	1,3	—	5,5
ДКВР-6,5-13	Твердое топливо	—	—	1,3	—	6,5
	Газ, мазут	—	—	1,3	—	9
ДКВР-10-13	Твердое топливо	—	—	1,3	—	10
	Газ, мазут	—	—	1,3	—	14
ДКВР-20-13	Твердое топливо	—	—	1,3	—	20
	Газ, мазут	—	—	1,3	—	25
КЕ-2,5-14с	Твердое топливо	—	—	1,3	—	2,5
КЕ-4-14с	То же	—	—	1,3	—	4
КЕ-6,5-14с	»	—	—	1,3	—	6,5
КЕ-10-14с	»	—	—	1,3	—	10
КЕ-25-14с	»	—	—	1,3	—	25
ДЕ-4-14ГМ	Газ, мазут	—	—	1,3	—	4
ДЕ-6,5-14ГМ	То же	—	—	1,3	—	6,5
ДЕ-10-14ГМ	»	—	—	1,3	—	10
ДЕ-16-14ГМ	»	—	—	1,3	—	16
ДЕ-25-14ГМ	»	—	—	1,3	—	25

Продолжение табл. 362

Тип котельного агрегата	Расчетный вид топлива	Теплоноситель и его параметры			Теплопроизводительность	
		температура, °С	статическое давление, МПа	давление пара, МПа	ГДж/ч	т усл. пара/ч, $I = 2680$, кДж/кг
К-50-14	Каменные угли	—	—	1,3	—	50
Б-50-14	Бурые угли	—	—	1,3	—	50
Т-50-14	Фрезерный торф	—	—	1,3	—	50
ГМ-50-14	Газ, мазут	—	—	1,3	—	50
	Группа IV					
Стальные водогрейные: ТВГ-4	Природный газ	150	—	—	16,8	—
ТВГ-8	То же	150		—	33,6	—
КВ-ТС-4	Твердое топливо	200		—	16,8	—
КВ-ТС-6,5	Твердое топливо	200		—	27,2	—
КВ-ТС-10	То же	200		—	42	—
КВ-ТС-20	»	200		—	84	—
КВ-ТК-30	»	200		—	126	—
КВ-ТК-50	»	200		—	210	—
КВ-ТК-100	»	200		—	420	—
КВ-ГМ-4	Природный газ, топочный мазут	150	—	—	16,8	—
КВ-ГМ-6,5	То же	150	—	—	27,2	—

Продолжение табл. 262

Тип котельного агрегата	Расчетный вид топлива	Теплоноситель и его параметры			Теплопроизводительность	
		температура, °С	статическое давление, МПа	давление пара, МПа	ГДж/ч	т усл. пара/ч, i = 2680, кДж/кг
КВ-ГМ-10	Природный газ, топочный мазут	150	—	—	42	—
КВ-ГМ-20	То же	150	—	—	84	—
КВ-ГМ-30	»	200	—	—	126	—
КВ-ГМ-50	»	200	—	—	210	—
КВ-ГМ-100	»	200	—	—	420	—
ПТВМ-30М	»	150	—	—	147—168	—
ПТВМ-50	»	200	—	—	210	—
ПТВМ-100	»	200	—	—	420	—

Примечания: 1. В период до 1980 г. Бийский котельный завод Минэнергомаша должен прекратить производство паровых котлов серии ДКВР и перейти на выпуск паровых котлов серии КЕ для работы на твердом топливе (каменные и бурые угли, торф, дрова и древесные отходы) и серии ДЕ для работы на газообразном и жидком топливе.

2. В таблице, учитывая ограниченное применение, не приводятся данные о паровых котлах группы V на давление более 1,3 МПа, а также о водогрейных котлах КВ-ТК-180 и КВ-ГМ-180 (теплопроизводительностью 756 ГДж/ч), применяемых в основном для так называемых «пиковых» котельных систем теплофикации.

Чугунные секционные и стальные водогрейные и паровые котлы для нагрева воды до температуры 115° С и выработки пара давлением до 0,07 МПа. Чугунные секционные водогрейные и паровые котлы выпускают заводы Министерства промышленности строительных материалов СССР. Паровые котлы отличаются от водогрейных стальными цилиндрическими паросборниками (диам. 600 мм), размещаемые над чугунными секциями вдоль котла. Длина паросборника, как правило, соответствует длине пакета чугунных секций.

Чугунные секционные котлы предназначены в основном для стационарных котельных установок и делятся на три группы (в зависимости от расстояния между нижним и верхним ниппелем секций): Кч-1 — с межниппельным расстоянием 890 мм; Кч-2—с межниппельным расстоянием — 1100 мм; Кч-3 — с межниппельным расстоянием — 1330 мм.

К группе Кч-1 относится один тип котла — Кч-1; к группе Кч-2 — котлы «Универсал-5М», «Универсал-6», «Универсал-6М», к группе Кч-3 — котлы «Энергия-3М», «Энергия-6», «Тула-3», «Минск-1».

Котлы предназначены для сжигания твердого топлива, но применяются также и для сжигания природного газа, топочного мазута и жидкого топлива легких сортов, а также дров и фрезерного торфа.

Теплопроизводительность котлов одного типа зависит от количества секций.

Антрациты, каменные и бурые угли сжигают в слое на простых колосниковых решетках, в ряде случаев с опрокидными колосниками. При сжигании каменных и бурых углей расстояние от колосниковой решетки до низа увеличивают примерно на 500 мм по сравнению с расстоянием при сжигании антрацита.

В табл. 363—368 даны характеристики чугунных секционных котлов основных типов (по состоянию на 1 января 1979 г.). При этом в графе «Высота» указана высота водогрейных котлов при сжигании антрацита (включая топку). При сжигании каменных и бурых углей высота котла должна быть больше примерно на 450—500 мм. Высота паровых котлов по сравнению с водогрейными увеличивается примерно на 800—850 мм.

Указана максимально допустимая теплопроизводительность водогрейных отопительных котлов. При работе котлов с постоянной нагрузкой расчетные теплосъем и теплопроизводительность снижаются на 10—15%.

При оформлении заказа на изготовление чугунных секционных котлов и в некоторых других случаях, кроме поверхности нагрева может возникнуть необходимость в указании размера котла в «условных квадратных метрах» (УКМ) — так называют поверхность нагрева чугунного секционного котла, которая при работе с ручными топками на грохоченом антраците и тепловом напряжении зеркала горения 2,1 ГДж/(м²·ч) дает 42 МДж/ч тепла при КПД не ниже 70%. В основном УКМ применяют при планировании выпуска котлов.

Для систем отопления, а также систем горячего водоснабжения небольших зданий и сооружений применяют чугунные секционные котлы ВНИИСТО-Мч с внутренней топкой.

363. Максимальное расчетное теплонапряжение поверхности нагрева (МДж/(м²·ч) чугунных секционных водогрейных котлов (Q/H) при сжигании различных видов топлива

Вид топлива	Типы котлов и пределы физической поверхности нагрева, м								
	ВНИИСТО-Мч*; 0,54—3,74	Кч-1; 8,4—14	«Универсал-5М»; 15,2—42,1	«Универсал-6»; 19,8—46,2	«Универсал-6М»; 24,4—41,8	«Энергия-3М»; 36,8—73,6	«Энергия-6»; 27,9—52,7	«Тула-3»; 28,1—53	«Минск-1»; 20,8—40
Антрацит АК	42	54,6	54,6	58,8	58,8	42	63	69	93
Антрацит АРШ	—	46,2	42	46,2	46,2	33,6	50,4	54	74
Каменный уголь	—	46,2	42	46,2	46,2	33,6	50,3	54,3	74,3
Природный газ	42	50,4	50,4	50,4	50,4	42	50,4	69	68
Жидкое топливо	—	46,2	46,2	46,2	46,2	42	46,2	62	68

* Котлы ВНИИСТО-Мч предназначены для работы на сортированном антраците, брикетах малозольных углей и природном газе.

364. Котлы ВНИИСТО-Мч

Величина, единица величины	Поверхность нагрева H, м²												
	Малая модель				Большая модель								
	0,54	0,69	0,84	0,99	1,18	1,5	1,82	2,14	2,46	2,78	3,1	3,42	3,74
Число секций	4	5	6	7	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Габарит, мм:													
длина	280	350	420	490	320	400	480	560	640	720	800	880	960
ширина	350	350	350	350	460	460	460	460	460	460	460	460	460
высота	815	815	815	815	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040
Масса котла без обмуровки, кг	124	140	157	173	214	247	280	313	346	379	412	445	479
Теплопроизводительность котла при сжигании сортированного антрацита, брикетов малозольных углей и природного газа, МДж/ч	21	29,4	35,7	42	42	58,8	75,6	92,4	109,2	126	142,8	159,5	176,4

365. Котлы Кч-1 и «Универсал-5М»

Величина, единица величины	КЧ-1	«Универсал-5М»							
	Поверхность нагрева H, м²								
	8,4	11,2	14,0	15,2	19,7	24,2	28,6	33,1	37,6	42,1
Размер котла, УКМ	12,6	16,8	21,0	26,1	33,8	41,5	49,0	56,7	64,5	72,4
Число секций*	12	16	20	14	18	22	26	30	34	38
Габарит котла в обмуровке, мм:										
длина	890	1145	1400	960	1210	1460	1710	1960	2210	2460
ширина	1610	1610	1610	2060	2060	2060	2060	2060	2060	2060
высота (водогрейного)	1950	1950	1950	1850	1850	1850	1850	1850	1850	1850
Масса металла водогрейного котла, т	0,995	1,198	1,401	1,43	1,71	2,0	2,29	2,58	2,87	3,16
Теплопроизводительность при сжигании МДж/ч:										
антрацита АК	461	610	763	828	1075	1315	1555	1800	2050	2295
» АРШ	388	517	576	637	825	1015	1200	1387	1575	1765
каменного угля	388	517	576	428	554	685	810	937	1063	1189
природного газа	423	504	629	768	989	1220	1435	1665	1890	2115
жидкого топлива	388	517	576	705	907	1115	1315	1535	1730	1950

* В том числе 4 крайние секции, остальные — средние.

366. Котлы «Универсал-6» и «Универсал-6М»

Величина, единица величины	«Универсал-6»							«Универсал-6М»	
	Поверхность нагрева H, м²								
	19,8	24,2	28,6	33	37,4	41,8	46,2	22,4	41,8
Размер котла, УКМ	36	44	52	60	68	76	84	44	76
Число секций*	18	22	26	30	34	38	42	22	38
Габарит котла в обмуровке, мм:									
длина	1115	1365	1615	1865	2115	2365	2615	. . .	. . .
ширина	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	. . .	. . .
высота (водогрейного)	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	. . .	. . .
Масса металла водогрейного котла, т	1,647	1,931	2,215	2,496	2,78	3,063	3,346	. . .	. . .
Теплопроизводительность при сжигании, МДж/ч:									
антрацита АК	1170	1420	1675	1935	2190	2450	2710	1315	2450
каменного угля и жидкого топлива	706	865	1020	1180	1335	1490	1650	714	1235
природного газа	995	1215	1437	1660	1880	2100	2320	1125	2100

* В том числе 4 крайние секции; остальные — средние.

Стальные котлы. **Водогрейные котельные агрегаты типа МЗК-4** (табл. 368). Московский завод котлоагрегатов Минэнергомаша выпускает водогрейные котельные агрегаты типа МЗК-4г для работы на природном газе и МЗК-4ж — для работы на соляровом масле и дизельном топливе. Предназначены для нагрева воды до температуры 90° С, используемой для отопления, горячего водоснабжения и прочих целей.

У вертикальных газотрубных двухконтурных котлов первый контур рассчитан на рабочее давление 0,07 МПа и содержит постоянное нерасходуемое количество воды. Второй контур — водоводяной бойлер, обогреваемый водой первого контура. Трубная система бойлера выполнена из ребристых медных труб. Наружная изоляция котла выполнена из совелитовых плит толщиной 30 мм. Под, передняя и задняя стены топки изолированы огнеупорным шамотным кирпичом.

Холодная вода поступает в котел через входной коллектор бойлера, горячая вода направляется в сеть из выходного коллектора.

Горелочное устройство для сжигания газа состоит из 19-канальной горелки с центральной подачей воздуха и периферийной подачей газа в каждом канале. Сжигание жидкого топлива осуществляется в пневматической низконапорной горелке ПНГ-1.

Система автоматики котлоагрегата МЗК-4г предусматривает полуавтоматический пуск и остановку котла; управление процессом горения; защиту котла при понижении уровня греющей воды, повышении температуры воды, прекращении подачи воздуха, погасании пламени горелки, прекращении подачи электроэнергии; световую сигнализацию о нормальной работе котла и наступлении аварийных режимов.

В объем поставки автоматизированного котлоагрегата входят водогрейный котел со встроенным бойлером, горелочное устройство, дутьевой вентилятор, система автоматики, арматура в пределах котла.

368. Котельные агрегаты МЗК-4

	МЗК-4г	*МЗК-4ж*
Номинальная теплопроизводительность, ГДж/ч	0,795	0,67
Производительность бойлера, т/ч	2,75—3,75	2,3—2,9
Температура, °С:		
уходящих газов	360	320—340
питательной воды	20	20
на выходе из котла	75—90	75—90
Поверхность нагрева ребристых труб бойлера, м²	4,95	4,95
Объем, м³:		
водяной и паровой	0,8	0,8
топочного пространства	0,48	0,48
Расчетный коэффициент полезного действия, %	82	82
Часовой расход топлива при максимальной нагрузке, м³/ч:		
природного газа ($Q^p_н$ =33 500 кДж/м³)	29,5	—
солярового масла или дизельного топлива ($Q^p_н$=42 300 кДж/кг)	—	19,3
Габарит, мм:		
длина	2500	2100
ширина	710	1020
высота	2000	2100
Масса котлоагрегата, кг	1362	—

367. Котлы «Энергия-3М», «Энергия-6», «Тула-3», Минск-1»

Величина, единица величины	«Энергия-3М»			«Энергия-6»			«Тула-3»			«Минск-1»		
	Поверхность нагрева H, м²											
	36,8	55,2	73,6	27,9	40,3	52,7	28,08	40,56	53,04	20,8	30,4	40
Размер котла, УКМ	48,9	73,4	97,9	56	80	105	61,9	89,4	116,9	54,5	79,5	105
Число секций*	18	26	34	20	28	36	18	26	34	18	26	34
Габарит котла в обмуровке, мм: длина	1815	2340	2880	1689	2217	2745	1709	2332	2841	1700	2235	2770
ширина	2900	2900	2900	2460	2460	2460	2247	2247	2247	2320	2320	2320
высота (водогрейного)	2630	2630	2630	2390	2390	2390	2785	2785	2785	2434	2434	2434
Масса металла водогрейного котла, т	3,247	4,406	5,565	2,86	3,81	4,76	2,398	3,193	3,988	2,267	3,085	3,900
Теплопроизводительность при сжигании, МДж/ч:												
антрацита АК	1545	2315	3085	1750	2540	3310	1940	2800	3650	1940	2840	2880
» АРШ	1230	1850	2460	1405	2025	2655	1525	2200	2880	1554	2260	2970
каменного угля	1230	1850	2460	—	—	—	1180	1700	2225	960	1400	1850
природного газа	1545	2315	3085	1405	2025	2655	1940	2800	3650	1467	2090	2720
жидкого топлива	1545	2315	3085	1285	1815	2430	1740	2550	3290	1467	2090	2720

* В том числе 4 крайние секции; остальные — средние.

При работе котла в режиме отопления с расчетной температурой воды на входе в котел 70° С и на выходе 95° С номинальная теплопроизводительность котлоагрегата МЗК-4г уменьшится до 0,42 ГДж/ч, а котлоагрегата МЗК-4ж — до 0,34 ГДж/ч.

Котельные агрегаты КСГ-0,4 и КСГМ-1 (табл. 369). Броварский экспериментальный завод нестандартизированного коммунального оборудования Минжилкомхоза УССР выпускает разработанные Укргипроинжпроектом водогрейные котлоагрегаты КСГ-0,4 и КСГМ-1 для работы на природном газе. Они предназначены для систем отопления и горячего водоснабжения. Их можно устанавливать в стационарных котельных и котельных передвижного типа. Работают без дымососов — под наддувом, оборудованы автоматикой регулирования и безопасности работы.

369. Котельные агрегаты КСГ-0,4 и КСГМ-1

	КСГ-0,4	*КСГМ-1*
Теплопроизводительность, ГДж/ч	1,68	4,2
Давление воды (избыточное), МПа	0,6	0,6
Температура воды на выходе из котла, °С	95	95
Коэффициент полезного действия, %	90	90
Часовой расход природного газа ($Q^с_н$=33 500 кДж/м³), м³/ч	52,5	130
Габарит котельного агрегата, мм:		
длина	2500	3000
ширина	1500	1700
высота	2500	2550
Масса котла, кг	560	960

Паровые котлы КВ (табл. 370) конструкции Всесоюзного научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства — горизонтальные, жаротрубные, с пучком кипятильных труб, пароперегревателем и паросборником. Выпускают трех типов: КВ-100, КВ-200 и КВ-300.

Котлы могут работать на различном твердом топливе — антраците, буром угле, дровах, торфе, а также на жидком топливе — тракторном керосине, отработанных маслах, отстое топлива и масел, на тяжелом моторном топливе, мазуте вязкостью до 6° УВ. Котлы транспортабельны и могут быть рекомендованы для сборно-разборных и передвижных котельных установок; давление пара — до 0,07 МПа.

Котлы, предназначенные для работы на твердом топливе, выпускает Зарайский механический завод, а для работы на жидком топливе — Косинский завод сельскохозяйственного машиностроения.

Котельный агрегат «Кивиыли» (табл. 371) предназначен для теплоснабжения различных потребителей паром давлением до 0,07 МПа (температура пара 115° С, температура питательной воды — 50° С) или водой с температурой до 115° С (при статическом давлении до 0,4 МПа). Выпускает эстонский сланцехимический комбинат «Кивиыли».

Котел — горизонтальный трехоборотный, одножаротрубного типа с дымогарными трубами. Для работы в паровом режиме котлы снабжены средствами автоматического контроля и поддержания уровня воды, а водогрейные — средствами автоматического контроля и поддержания температуры нагрева воды. Котлы для работы на мазуте вместо колосниковой решетки и топочных дверец укомплектованы ротационными форсунками завода «Терас» (Таллин) Р-2 (котлы поверхностью нагрева 18 и 25 м²), Р-3 (35 и 50 м²) и Р-1-150 (80 м²).

370. Котлы КВ

Величина, единица величины	КВ-100	КВ-200	КВ-300
	Топливо: антрацит, бурый уголь, дрова, торф/керосин, соляровое масло		
Паропроизводительность, кг/ч	100/180	200/315	300/450
Поверхность нагрева котла, м²	5,78/6,3	9/10	14,76/15,1
Габарит, мм:			
длина (с дымовой коробкой)	1600/2280	2300/2980	2850/3530
диаметр	1000/1000	1000/1000	1200/1200
высота	1300/1300	1300/1300	1500/1500
Масса котла, кг	500/590	790/880	1150/1250

371. Котельные агрегаты «Кивыли»

Величина, единица величины	Поверхность нагрева, м²				
	18	25	35	50	80
Теплопроизводительность*, ГДж/ч	0,755	1,05	1,47	2,1	3,02
Паропроизводительность, т/ч	0,3	0,42	0,58	0,83	1,2
Габарит, мм:					
длина	2600	3100	3100	3780	4000
ширина	1540	1570	1800	1850	2300
высота	1612	1762	1950	1962	2400
Масса металла котла, кг:					
на твердом топливе	2000	2650	3250	4380	6100
на мазуге	1760	2280	3920	3960	5540
на газе	1650	2170	2790	3850	5370

* Теплопроизводительность указана при работе котла на мазуте; при работе на угле она снижается на 30%.

Стальные паровые котельные агрегаты малой производительности для выработки пара давлением более 0,07 до 0,8 МПа.

Автоматизированные вертикально-водотрубные паровые котлоагрегаты с естественной циркуляцией для работы на природном газе, печном топливе для бытовых и технических целей или дизельном топливе выпускает Московский завод котлоагрегатов Минэнергомаша для выработки насыщенного пара давлением до 0,8 МПа.

Котлоагрегаты Е-0,4/9г и Е-1/9г паропроизводительностью 0,4 и 1 т/ч — для работы на природном газе и Е-0,4/9ж и Е-1/9ж — для работы на жидком топливе работают под наддувом. Воздух нагнетается вентилятором ВД-2,7 с электроприводом.

Для работы на природном газе котлоагрегаты снабжены коротко-факельными смесительными горелками Г-0,4 и Г-1,0, а для работы на жидком топливе — форсунками Ф-0,4 и Ф-1 с механическим распыливанием топлива.

Жидкое топливо под давлением до 1,5 МПа подается в форсунки шестеренчатыми насосами ЭШФ-0,4/25 с электроприводом.

Система автоматики обеспечивает регулирование процессов горения топлива и защиту котла от аварии при нарушении установленных режимов работы.

В комплект поставки котельных агрегатов входят: котлы, питательные и топливные насосы, дутьевые вентиляторы, горелочные устройства, фильтры грубой и тонкой очистки топлива, система автоматики, трубопроводы и арматура в пределах агрегата.

372. Автоматизированные вертикально-водотрубные паровые котлоагрегаты с естественной циркуляцией для работы на природном газе, печном или дизельном топливе

	Е-0,4/9г	*Е-0,4/9ж*	*Е-1/9г*	*Е-1/9ж*
Паропроизводительность, т/ч	0,4	0,4	1,0	1,0
Давление пара, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8
Давление в топке, Па	400—500	500—550	400—600	550—600
Температура уходящих газов, °С	250	315	250	300
Температура питательной воды, °С	50	50	50	50
Топливо:				
природный газ	+	—	+	—
печное бытовое (ТПБ) ТУ 38-001-50-71 или дизельное	—	+	—	+
Поверхность нагрева, м²	7,4	7,4	17,1	17,1
Расчетный КПД, %	86	84	86	84
Габарит, мм:				
длина	1820	1820	2240	2240
ширина	1200	1200	1410	1410
высота	2340	2300	2777	2777
Масса котлоагрегата, кг	1700	1682	2580	2580

Паровые котлоагрегаты для работы на каменном угле, топочном мазуте и природном газе, выпускаемые заводами Минэнергомаша, предназначены для выработки насыщенного водяного пара давлением до 0,8 МПа. Паропроизводительность котлоагрегатов — 1 т/ч. Они состоят из верхнего и нижнего барабанов на одной вертикальной оси, котельного пучка и топочных экранов. Обмуровка и тепловая изоляция радиационной и конвективной поверхности нагрева котельных агрегатов облегченного типа.

Каждый котлоагрегат независимо от вида тепловой изоляции поверхности нагрева имеет обшивку из стальных листов.

Тяга в котлоагрегатах Е-1/9-1 и Е-1/9м — механическая и обеспечивается индивидуальными дымососами. Котлоагрегаты Е-1/9-1г и Е-1/9-2м работают без дымососов, под наддувом.

Котлоагрегаты снабжены системой автоматического регулирования и безопасной работы; степень автоматизации — в зависимости от вида сжигаемого топлива.

В комплект поставки каждого котлоагрегата входят: паровой котел в обмуровке, топочные устройства, автоматика безопасности, автоматика регулирования (для Е-1/9-1г и Е-1/9-2м), дутьевой вентилятор с электродвигателем (для Е-1/9-1, Е-1/9-1г, Е-1/9-2м), дымосос с электродвигателем (для Е-1/9-1 и Е-1/9-1м), поршневой питательный насос с электродвигателем, обдувочное устройство, лестница с площадкой для обслуживания аппаратуры верхнего барабана, трубопроводы и арматура в пределах котлоагрегата.

По требованию заказчика в комплект поставки могут быть включены водоумягчительная установка с механическим фильтром или без него и дымовая труба.

Двухбарабанные водотрубные паровые котлоагрегаты с естественной циркуляцией применяют для стационарных, передвижных и инвентарных котельных установок.

Котлоагрегат Е-1/9-1 (изготовитель — таганрогский котлостроительный завод «Красный котельщик») предназначен для работы на каменном угле. Колосниковая решетка с опрокидными колосниками в сочетании с рациональным экранированием топочной камеры обеспечивает эффективное сжигание топлива различных сортов. Котлоагрегат имеет автоматику безопасности, обеспечиваю-

щую выключение тягодутьевых устройств при снижении уровня воды и превышении давления пара против рабочего, а также сигнализатор предельных уровней воды в барабане.

Котлоагрегат Е-1/9-1м (изготовители — таганрогский котлостроительный завод «Красный котельщик» и Монастырищенский машиностроительный завод) предназначен для работы на топочном мазуте. В комплект горелочного устройства АР-90 завода «Ильмарине» входят ротационная форсунка Р-90-П, щит управления и воздухонаправляющий короб. Котел имеет автоматику безопасности, обеспечивающую отсечку топлива и остановку тягодутьевых машин при превышении давления пара и упуске воды, а также сигнализацию при аварийных режимах.

Котлоагрегат Е-1/9-1г (изготовитель — таганрогский котлостроительный завод «Красный котельщик») предназначен для работы на природном газе, снабжен короткофакельной смесительной газовой горелкой. Система автоматики поддерживает заданное давление пара и уровень воды в котле, осуществляет пропорциональную подачу воздуха в соответствии с подачей топлива, защиту котла при упуске воды, превышении давления пара, прекращении подачи воздуха, погасании пламени горелки, прекращении подачи электроэнергии, полуавтоматический пуск, остановку котлоагрегата, световую сигнализацию о нормальной работе котла и наступлении аварийных режимов.

Котлоагрегат Е-1/9-2м (изготовитель — Монастырищенский машиностроительный завод) предназначен для работы на топочном мазуте. Для сжигания мазута применяется горелочное устройство УР-90 завода «Ильмарине». Котел имеет систему автоматики, которая осуществляет автоматический пуск и остановку котлоагрегата, поддержание давления пара и уровня воды в котле, заданных значений, пропорциональную подачу воздуха в соответствии с подачей топлива, поддержание в заданных пределах температуры мазута, защиту котлоагрегата при упуске воды, превышении давления пара, понижении или повышении температуры топлива ниже или выше допустимого значения, погасании факела, понижении давления вторичного воздуха ниже допустимого значения, коротком замыкании или перегрузке электродвигателей, прекращении подачи электроэнергии, световую и звуковую сигнализацию об аварии с указанием места аварии и последующим его запоминанием.

373. Двухбарабанные водотрубные паровые котлоагрегаты с естественной циркуляцией

	Е-1/9-1	*Е-1/9-1м*	*Е-1/9-1г*	*Е-1/9-2м*
Паропроизводительность, т/ч	1	1	1	1
Давление пара, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8
Температура уходящих газов, °С	350	310	250	320
Температура питательной воды, °С	50	50	50	50
Топливо:				
каменный уголь	+	—	—	—
топочный мазут	—	+	—	+
природный газ	—	—	+	—
Поверхность нагрева, м²	30	30	30	31,6
Расчетный КПД, %	71,2	81	86	84
Габарит, мм:				
длина	3570	4000	3585	4175
ширина	2300	2340	2470	2224
высота	2874	2874	2874	2878
Масса котлоагрегата, кг	5139	5240	5500	4540

Котельный агрегат ПКН-1с предназначен для обеспечения паром различных технологических установок, систем отопления и горячего водоснабжения. Выпускает его Сызранский ремонтно-механический завод. Входит в состав передвижной котельной установки ПКН-1с.

Котел вертикально-водотрубный, двухбарабанный, состоит из верхнего и нижнего барабанов на одной вертикальной оси, котельного пучка и топочных экранов. Под топочной камеры выполнен из огнеупорного кирпича на шлаковой засыпке. Нижняя часть труб заднего и боковых экранов защищена обмазкой из жароупорного бетона. Для сжигания мазута применяется паровая форсунка щелевого типа. Мазут распыливается острым паром давлением 0,4 МПа (отбирается из котла).

При питании котла водой с небольшим количеством взвешенных веществ и содержанием солей временной жесткости можно применять термический метод внутрикотловой обработки воды. Для воды с большим содержанием солей постоянной жесткости используют докотловую натрий-катионитовую водоподготовительную установку, состоящую из осветлительного и натрий-катионитового фильтров.

Котел механически очищается от накипи при помощи специальных шарошек, приводимых в действие электродвигателем.

Котлоагрегаты имеют систему автоматики безопасности «Сигнал», которая поддерживает уровень воды в барабане котла; осуществляет аварийную остановку агрегата при погасании факела, падении давления пара в котле, прекращении тяги, падении давления топлива, упуске воды в котле, переполнении котла водой; выдачу предупредительного сигнала об уровне воды в котле ниже допустимого и подходе к концу запаса топлива в баке.

В комплект поставки котлоагрегата входят паровой котел в облегченной обмуровке, блок водоподготовки, паровой питательный насос и паровой инжектор, горелочное устройство, мазутный и питательный баки, сигнализатор предельных уровней воды, клапан-отсекатель, дымовая труба, трубопроводы в пределах котла.

374. Котел ПКН-1с

Паропроизводительность, т/ч	1
Давление пара, МПа	0,8
Температура насыщенного пара, °С	174,5
Температура питательной воды, °С	50
Поверхность нагрева, м²:	
радиационная	5
конвективная	21,5
общая	26,5
Расход мазута на выработку 1 т пара, кг	17,5
Производительность паровой форсунки, кг/ч	90
Объем топки, м³	1,6
Расчетный коэффициент полезного действия, %	77
Полное газовое сопротивление, Па	155
Габарит, мм:	
в облегченной обмуровке (без дымовой коробки), мм	3090
ширина (по длине барабана)	1570
высота от пола до оси верхнего барабана	1900
Масса металлической части, т	2,14
Общая масса, т	3,14

Котельные агрегаты КПА-500 выпускает Запорожский моторостроительный завод (КПА-500г для работы на природном газе и КПА-500ж — на дизельном топливе). Паропроизводительность агрегатов 0,4 т/ч; давление пара 0,8 МПа; расчетный коэффициент полезного действия 80%.

При температуре питательной воды $t_{п.в}=50°$ С расход природного газа с $Q^р_н=33\,500$ кДж/м³ на выработку 1 т пара составляет 95 м³, а дизельного топлива с $Q^р_н=42\,300$ кДж/кг — 75 кг.

Котлы прямоточные, топка внутренняя, работает под наддувом, что позволяет отказаться от дымососов. Котлы по ходу газов двухходовые. Питание котла осуществляется поршневым насосом двустороннего действия с приводом через клиноременную передачу от двухскоростного электродвигателя. Система водоподготовки состоит из водоумягчительного фильтра с оперативным контролем жесткости воды и дозатора для дозировки раствора фосфата и гидразина. Процесс умягчения воды осуществляется в фильтре, заполненном специальным ионообменным материалом.

Котлоагрегаты имеют систему автоматики безопасности работы. В комплект поставки котельного агрегата входят: паровой котел с автоматикой, горелочное устройство, питательный насос с электродвигателем, топливный насос с электродвигателем (для котельного агрегата КПА-500ж), дутьевой вентилятор с электродвигателем, расходный бак питательной воды, химводоочистка АХВ-1, дозатор фосфата и гидразина, расходомер. Масса котлоагрегата 1050 кг.

Стальные паровые котлы для выработки пара давлением более 0,8 МПа до 1,3 МПа (табл. 375—377). Для получения пара давлением от 0,8 до 1,3 МПа применяют котлы, выпускаемые Бийским и Белгородским котельными заводами Минэнергомаша. При установке в котлах пароперегревателей возможно получение перегретого пара с температурой до 350° С (котлы, выпускаемые Бийским котельным заводом) или до 250° С (котлы, выпускаемые Белгородским котельным заводом).

375. Двухбарабанные котлоагрегаты ДКВР на избыточное давление 1,3 МПа

Величина, единица величины	ДКВР-2,5-13	ДКВР-4-13	ДКВР-6,5-13	ДКВР-10-13	ДКВР-20-13
Номинальная паропроизводительность (т/ч) при работе:					
на антраците, каменных и бурых углях	2,5	4	6,5	10	20
на природном газе и топочном мазуте	3,5	5,5	9	14	25
КПД при номинальной паропроизводительности (%) при сжигании:					
антрацита	70—71	70—71	70—71	70,6	80,3
каменных углей	76—82	76—82	76—82	83,5	85
бурых углей	75—77	75—77	75—77	77,5	80,2
природного газа	88—89	88—89	88—89	91,6—92,7	90,6
топочного мазута	86—87	86—87	86—87	88,6—90,2	90
Температура питательной воды, °С	80	80	80	80	80
Поверхность нагрева, м²:					
радиационная	17,7	21,4	27,9	47,9	51,3
конвективная	73,6	116,9	197,4	229,1	357,4
общая	91,3	138,3	225,3	227	408,7
Температура газов (°С) за котлом при сжигании антрацита, каменных и бурых углей	320	305	300	310	390

Продолжение табл. 375

Величина, единица величины	ДКВР-2,5-13	ДКВР-4-13	ДКВР-6,5-13	ДКВР-10-13	ДКВР-20-13
Газовое сопротивление котла (Па) при сжигании:					
каменных углей	110	220	240	390	—
бурых углей	160	300	330	555	—
Габарит, мм:					
длина в тяжелой обмуровке	4190	5410	6670	7000	—
ширина в тяжелой обмуровке	3200	3200	3830	3830	—
длина в облегченной обмуровке	3960	5105	6370	—	9775
ширина в облегченной обмуровке	2430	2430	3060	—	3215
Масса котла в объеме заводской поставки, т	6,9	8,7	11,3	15,2	44
Масса транспортабельного блока в облегченной обмуровке, т	15,93	19,82	25,7	—	—

Примечание. При соответствующей модернизации котлы могут работать на фрезерном торфе, дровах и древесных отходах.

В 1953—1960 гг. Бийский котельный завод выпускал паровые котлы серии ДКВ (двухбарабанные котлы водотрубные). В 1960 г. завод перешел на выпуск модернизированных котлов серии ДКВР (двухбарабанные котлы водотрубные — реконструированные). В части топливного режима эти котлы универсальные и могут работать на твердом, газообразном и жидком топливе различных видов.

Котельные агрегаты на базе этих котлов комплектуют индивидуальными экономайзерами для подогрева питательной воды, индивидуальными тягодутьевыми установками и установками для очистки дымовых газов.

В 1978—1980 гг. Бийский котельный завод начнет выпускать вместо котлов серии ДКВР котлы новых конструкций: для сжигания топочного мазута и природного газа — котлы ДЕ с камерными топками, а для сжигания твердого топлива — КЕ с топками для слоевого сжигания топлива.

376. Двухбарабанные котлоагрегаты ДЕ на избыточное давление 1,3 МПа

Величина, единица величины	ДЕ-4-14ГМ	ДЕ-6,5-14ГМ	ДЕ-10-14ГМ	ДЕ-16-14ГМ	ДЕ-25-14ГМ
Номинальная паропроизводительность при работе на природном газе и топочном мазуте*	4	6,5	10	16	25
КПД, %**	88,7—90,3	89,3—91	90,8—92,1	90,1—91,8	91,3—92,2

Продолжение табл. 375

Величина, единица величины	ДЕ-4-14ГМ	ДЕ-6,5-14ГМ	ДЕ-10-14ГМ	ДЕ-16-14ГМ	ДЕ-25-14ГМ
Поверхность нагрева, м²:					
радиационная	22,2	28	40	48,13	60,5
конвективная	47,4	67	116	156	212,4
общая	69,6	95	156	204,13	272,6
Температура газов за котлом, °С**	377—325	362—310	306—264	364—310	378—320
Габарит, мм:					
длина	2330	3100	4482	6055	7595
ширина	2915	2915	3025	2970	3080
высота от пола до оси верхнего барабана	3445	3445	3445	3445	3445
Масса котла в объеме заводской поставки, т	8,015	9,636	13,195	17,41	21,413
Масса транспортабельного блока без обмуровки и обшивки, т	5,612	7,021	10,105	12,187	15,069
Сопротивление котла при работе на мазуте, Па	495	923	1570	1701	2733

* Возможна длительная работа котлов с увеличением теплопроизводительности на 10% при незначительном уменьшении КПД.

** Первая цифра при работе котла на топочном мазуте, вторая — на природном газе.

377. Двухбарабанные котлоагрегаты КЕ на избыточное давление 1,3 МПа

Величина, единица величины	КЕ-2,5-14с	КЕ-4-14с	КЕ-6,5-14с	КЕ-10-14с	КЕ-25-14с
Номинальная паропроизводительность при работе на каменных и бурых углях, т/ч	2,5	4	6,5	10	25
Поверхность нагрева, м²:					
радиационная	19,8	20,7	27,8	30,3	92
конвективная	66,5	94	149	213,9	418
общая	81	114,5	173,8	244,3	510
Температура газов за котлом, °С	583	583	579	584	315
Сопротивление котла, Па	1040	1120	1120	1280	—
Габарит, мм:					
длина по каркасу	3820	4340	5550	6340	10 412
ширина по каркасу	2700	2700	2700	3250	3222
высота от пола до оси верхнего барабана	4150	4150	4150	4150	6000
Масса котла в объеме заводской поставки, т	10,145	11,625	14,330	17,085	39,173
Масса транспортабельного блока без обмуровки и обшивки, т	7,474	8,752	11,158	13,773	15,6
КПД, %	81,5—83,3	80,7—81,3	81,8—82,3	83,4	86,3—86,9

Единичная паропроизводительность котлов указанных серий: 2,5 (только для КЕ), 4; 6,5; 10; 16 (только для ДЕ) и 25 т/ч.

Белгородский котельный завод Минэнергомаша выпускает серию паровых котлов паропроизводительностью по 50 т/ч на избыточное давление до 1,3 МПа с камерными топками для сжигания каменных и бурых углей, фрезерного торфа, природного газа и мазута (табл. 378).

378. Паровые котлы К-50-14, Б-50-14, Т-50-14 и ГМ-50-14

Величина, единица величины	К-50-14	Б-50-14	Т-50-14	ГМ-50-14
Расчетное топливо	Каменные угли	Бурые угли	Фрезерный торф	Газ, мазут
Номинальная паропроизводительность, т/ч	50	50	50	50
Давление пара (избыточное), МПа	1,3	1,3	1,3	1,3
Температура перегретого пара, °С	250	250	250	250
Температура питательной воды, °С	100	100	100	100
Поверхность нагрева, м²:				
котла (общая)	402	402	402	537
водяного экономайзера	224+378	112+567	112+567	1062
воздухоподогревателя	2473	2582	2582	496
Диаметр барабана котла, мм	840	840	840	1040
Объем топки, м³	207	207	207	133
Температура уходящих газов, °С	115—155	115—155	115—155	126—160
Расчетный КПД, %	87—91	87—91	87—91	90—92
Габарит, мм:				
длина	8890	8890	8890	12 800
ширина	6330	6330	6330	6320
высота	19 275	19 275	19 275	14 255
Масса металла, т	210	210	210	160

Водогрейные котлы для нагрева воды до 150—200° С.

Котлы ТВГ. Монастырищенский машиностроительный завод выпускает водогрейные котлы ТВГ-4 и ТВГ-8 (условное наименование «теплофикационный водогрейный газовый»). Котлы предназначены для работы только на природном газе. Конструкция разработана Институтом использования газа АН УССР и проектным институтом Укргипроэнерго.

379. Котлы ТВГ

	ТВГ-4	*ТВГ-8*
Теплопроизводительность, ГДж/ч	16,8	33,6
Температура воды на входе в котел, °С	70	70
Температура воды на выходе из котла, °С	150	150
Давление воды на выходе из котла, МПа:		
не выше	1,4	1,4
не ниже	0,8	0,8
Количество нагреваемой воды, т/ч	50	100
Расход природного газа, м³/ч	560	1100
КПД, %	90	90
Давление газа перед горелками, МПа	0,02	0,02
Поверхность нагрева, м²:		
радиационная	80,5	140
конвективная	79,8	142
общая	160,3	282

Объем топочного пространства, м³	21	38,1
Габарит котла в тяжелой обмуровке, мм:		
длина	4900	4900
ширина	3840	3840
высота	4000	4750
Общая масса металла котла, т	6,44	10,11
Масса металла котла под давлением, т	5,42	8,79

Котлы КВ-ТС. Водогрейные котлы серии КВ-ТС (табл. 380) теплопроизводительностью от 16,8 до 84 ГДж/ч предназначены для сжигания твердого топлива (каменные и бурые угли) в слое на решетках обратного хода с пневмомеханическими забрасывателями (ПМЗ-ЛЦР). Расчетные виды топлива: каменные угли Минусинского бассейна, бурые угли Ирша-Бородинского месторождения Канско-Ачинского бассейна. Для сжигания бурых влажных углей необходимо установить за котлами воздухоподогреватели.

Температура воды на входе в котлы 70° С, на выходе — 150° С (постоянная для сернистых углей).

Давление воды: расчетное на выходе — 2,5 МПа; минимально допустимое — 0,8 МПа.

Котлы КВ-ТС-10 и КВ-ТС-20 выпускают серийно, а котлы КВ-ТС-4 и КВ-ТС-6,5 намечены к производству в период 1981—1985 гг.

Изготовитель котлов — Дорогобужский котельный завод Минэнергомаша.

Котлы КВ-ГМ. Для работы на природном газе и топочном мазуте разработана серия водогрейных котлов теплопроизводительностью от 16,8 до 420 ГДж/ч (табл. 381—383).

По состоянию на 1 января 1979 г. заводами Минэнергомаша освоено производство водогрейных котлов теплопроизводительностью от 42 ГДж/ч и выше. Освоение производством котлов КВ-ГМ-4 и КВ-ГМ-6,5 намечается на 1981—1985 гг.

380. Водогрейные котлы КВ-ТС (топливо — каменные и бурые угли)

Величина, единица величины	КВ-ТС-4	КВ-ТС-6,5	КВ-ТС-10	КВ-ТСВ-10	КВ-ТС-20	КВ-ТСВ-20
Теплопроизводительность, ГДж/ч	16,8	27,3	42	42	84	84
Расход воды через котел, т/ч	49,5	80	123,5	123,5	247	247
Расход топлива, кг/ч	875	1420	2160	—	4320	—
	1280	2060	—	3140	—	6290
КПД (%) при номинальной нагрузке	81,9	82,2	80,9	—	79,1	—
	81,1	82,1	—	82,8	—	82,5
Температура уходящих газов, °С	220	225	220	—	230	—
	225	225	—	186	—	218
Поверхность нагрева, м²: радиационная	38,66	48,9	55,9	55,9	82,8	82,8

Продолжение табл. 380

Величина, единица величины	КВ-ТС-4	КВ-ТС-6,5	КВ-ТС-10	КВ-ТСВ-10	КВ-ТС-20	КВ-ТСВ-20
конвективная (включая фестон)	88,7	150,4	229	113,5	417	218,8
общая	127,36	199,3	284,9	169,4	499,8	301,6
Поверхность нагрева воздухоподогревателя, м²	—	—	—	364	—	728
Температура нагретого воздуха, °С	—	—	—	190	—	230
Объем топочной камеры, м³	—	—	38,3	38,3	61,6	61,6
Сопротивление газового тракта, Па	375 419	392 435	900 —	— 843	866 —	— 1015
Гидравлическое сопротивление котла, МПа	0,1	0,11	0,15	—	0,21	—
Габарит, мм:						
длина						
ширина	4168	5616	. . .	. . .	. . .	. . .
высота						
Длина цепной решетки, мм	2000	4000	4000	4000	6500	6500
Масса, т						

Примечание. Над чертой — при работе на минусинском каменном угле, под чертой — на ирша-бородинском буром угле.

381. Водогрейные котлы КВ-ГМ

Величина, единица величины	КВ-ГМ-4	КВ-ГМ-6,5	КВ-ГМ-10	КВ-ГМ-20	КВ-ГМ-50	КВ-ГМ-100
Теплопроизводительность, ГДж/ч	16,8	27,3	42	84	210	420
Расход воды через котел, т/ч	49,5	80	123,5	247	618	1235
Расход топлива, $\frac{м^3/ч}{кг/ч}$	515 500	830 800	1200 1290	2460 2580	6260 5750	12 520 11 500
КПД (%) при номинальной нагрузке	90,5 86,4	91,1 87	90,3 88,9	89,9 87,6	92,6 91,1	92,7 91,3
Температура уходящих газов, °С	150 245	153 245	185 230	190 242	140 280	138 280
Поверхность нагрева, м²:						
радиационная	38,6	48,9	73,6	106,6	245	325
конвективная	88,7	150,4	221,5	406,5	1223	2385
общая	127,3	199,3	295,1	513,1	1468	2710
Объем топочной камеры, м³	—	—	38,3	51,2	—	—
Теплонапряжение топочного объема, ГДж/ч³	—	—	1,22	1,56 1,53	0,9	1,17
Сопротивление газового тракта, Па	220 260	230 260	580	600	1000	1190
Гидравлическое сопротивление котла, МПа	0,12	0,12	0,15	0,23	—	—

Примечание. Над чертой — при сжигании природного газа, под чертой — топочного мазута.

382. Водогрейные котлы ПТВМ

	ПТВМ-30М	ПТВМ-50
Теплопроизводительность, ГДж/ч	168	210
	147	210
Температура воды, °С:		
на входе в котел	70	70
на выходе из котла	150	150
Давление воды расчетное/минимальное на выходе, МПа	2/0,8	2,5/0,8
Расход воды, т/ч	500	625
	437,5	625
Расход топлива, $\frac{м^3/ч}{кг/ч}$	5200	6780
	4355	6340
КПД котла, %	91,08	89,6
	87,91	87,3
Температура уходящих газов, °С	162	180
	250	190
Поверхность нагрева, м²:		
радиационная	128,6	139
конвективная	693	1215
общая	821	1354
Масса, т	60	107

Примечание. Над чертой — при сжигании природного газа, под чертой — топочного мазута.

383. Водогрейные котлы КВ-ТК

	КВ-ТК-30	КВ-ТК-50
Теплопроизводительность, ГДж/ч	126	210
Температура воды, °С:		
на входе в котел	70	70
на выходе из котла	150	150
Давление воды на выходе, МПа:		
расчетное	2,5	2,5
минимальное	0,8	0,8
Расход воды, т/ч	375	625
Расход топлива, кг/ч	7400	12 200
	9700	16 300
КПД, %	87	85,7
	86,5	85,45
Температура уходящих газов, °С	198	210
	214	240
Поверхность нагрева (общая), м²	573	840
Поверхность нагрева воздухоподогревателя, м²	1338	2130
Температура нагретого воздуха, °С	250	270
	260	300
Объем топочной камеры, м³	185	290
Теплонапряжение топочного объема, ГДж/(м³·ч)	0,763	0,84
	0,783	0,847
Габарит, мм:		
длина	10 000	10 000
ширина	3 500	5 500
высота	15 240	15 240

Примечание. Над чертой — при сжигании черемховского каменного угля, под чертой — ирша-бородинского бурого угля.

13.4. Передвижные котельные установки. Сызранский ремонтно-механический завод выпускает *передвижную котельную установку на базе вертикально-водотрубного двухбарабанного котла ПКН-1с.* Оборудование котельной установки смонтировано на раме (салазках). Установка размещена в металлическом контейнере.

Длина установки 6740 мм, ширина 2650 мм, высота 3200 мм, общая масса 8,6 т.

Оборудование передвижной котельной установки:

1) паровой котел ПКН-1с производительностью 1 т/ч ($м^3$/ч) с $P_{раб}=0{,}9$ МПа;

2) инжектор № 5 ($D_у=25$ мм);

3) горизонтальный паровой насос ПДГ-2/20 Свесского насосного завода;

4) механический и натрий-катионитовый фильтры диаметром 600 мм для водоподготовки;

5) вихревой насос 1,5-ВС-1,3М ПО Ливгидромаш, (г. Ливны) (мощность электродвигателя 2,8 кВт; частота вращения — 1420 $мин^{-1}$);

6) сигнализатор предельного уровня воды СП-У завода Моснефтекип;

7) дымовая труба стальная ($D=400$ мм; $H=15{,}5$ м);

8) трубопроводы в пределах установки.

Трест Оргтехстрой Минстроя Латвийской ССР разработал конструкцию *передвижной тепловой установки,* предназначенной для временных систем теплоснабжения. Тепломеханическое оборудование размещено в трех контейнерах размером 3×6×3,2 м каждый:

контейнер № 1 с паровым котлом ПКН-2с паропроизводительностью 1 т/ч для выработки пара давлением до 0,8 МПа, блоком химической водоочистки, питательным паровым насосом;

контейнер № 2 с оборудованием, необходимым для хранения, подготовки и подачи мазута к котлу, установленному в контейнере № 1, а также с душевой установкой для обслуживающего персонала;

контейнер № 3 с блоком пароводяных подогревателей, емкостями для конденсата, питательными и сетевыми насосами.

Теплопроизводительность установки зависит от числа устанавливаемых контейнеров № 1. Теплопроизводительность одного контейнера 2,7 ГДж/ч. При установке трех контейнеров № 1, т. е. при теплопроизводительности установки 8 ГДж/ч, достаточна установка одного контейнера № 2 или 3.

Предусмотрена возможность получения от тепловой установки горячей воды с температурой до 95° С или только пара. В первом случае необходимо установить все три контейнера, а во втором — только контейнеры № 1 и 2.

При возможности получения пара от других источников и при необходимости получения горячей воды для систем отопления и горячего водоснабжения достаточно установить контейнер № 3.

Институт Мосгазпроект разработал конструкции передвижных *котельных для работы на газовом и дизельном топливе* (табл. 384). Теплопроизводительность котельных 4,2 и 8,4 ГДж/ч.

Фронтальная часть котла и котельно-вспомогательное оборудование находятся в помещении; большая часть котельного агрегата открыта. Котельные оборудованы автоматикой регулирования и защиты.

384. Передвижные котельные Мосгазпроекта

Величина, единица величины	1-ПКМ-Г	2-ПКМ-Г	1-ПКМ-Ж	2-ПКМ-Ж
	газообразное топливо		жидкое топливо (дизельное)	
Теплопроизводительность, ГДж/ч	4,2	8,4	4,2	8,4
Габарит котельной, мм:				
ширина	3250	3250	3250	3250
длина	6900	8000	6900	8000
высота	2980	2980	2980	2980
Масса установки (с дымовой трубой), т	14,4	19,7	10,87	19,9
Расход топлива, м³/ч (кг/ч)	136	264	(117)	(227)
КПД котла, %	85,6	87,8	84,7	87,2
Температура уходящих газов, °С	220	190	230	210
Поверхность нагрева котла (полная), м²	38	80	36	79
Температура воды на входе в котел, °С	70	70	70	70
Температура воды на выходе из котла, °С	95	95	95	95
Количество нагреваемой воды, т/ч	40	80	40	80
Расход электроэнергии на работу котельной, кВ·ч	17	38	17	38

Примечание. Температура воды на выходе из котла может быть повышена до 150° С.

Броварский экспериментальный завод нестандартизированного коммунального оборудования Минжилкомхоза УССР выпускает *передвижные котельные установки ПКУ-0,4М и ПКУ-1*, разработанные Укргипроинжпроектом. Оборудование котельных, предназначенных для временных систем теплоснабжения, размещают в утепленном транспортабельном помещении. Топливо — природный газ.

385. Передвижные котельные ПКУ-0,4 и ПКУ-1

	ПКУ-0,4	*ПКУ-1*
Водогрейные котлы	2 котла КГ-0,4	1 котел КСГМ-1
Теплопроизводительность, ГДж/ч	3,4	4,2
Расход природного газа ($Q^p_н$ = 35 600 кДж/м³), м³/ч)	130	135
Температура воды на выходе из котла, °С	95	95
Габарит, мм:		
длина	6800	5400
ширина	2500	3200
высота	2250	3100
Масса котельной без воды, кг	5800	5100

Калининградский завод Стройдормаш выпускает *пароподогреватели* — передвижные котельные агрегаты, предназначенные для обеспечения насыщенным паром систем разогрева мазута и других

вяжущих, пропаривания бетонных и железобетонных изделий, обогрева раствора и др.

Топливо — смесь моторного бензина и тракторного керосина в соотношении от 1:2 до 1:3.

Паропреобразователь Д-563 смонтирован на одноосном пневмошасси; выпускается двух типов — с приводом вспомогательного оборудования от двигателя внутреннего сгорания и от электродвигателя (Д-563А).

Паропреобразователь Д-564 смонтирован на раме (салазках), привод вспомогательного оборудования — от электродвигателя. Топливным насосом (лопастной марки Г12-41А) жидкое топливо подается к форсунке (механический распыл топлива). Питательный насос — плунжерный, простого действия. Резервным питательным прибором служит пароструйный самовсасывающий инжектор типа «Рестартинг» № 5.

Паропреобразователи оборудованы регуляторами уровня воды, автоматической защитой котлов, конденсационными бачками, предохранительными клапанами пружинного типа, водомерными устройствами, манометрами и др. Паропреобразователи поставляют в собранном виде со вспомогательным оборудованием.

Паропроизводительность паропреобразователя 0,65—0,69 т/ч; давление пара 1,1 МПа; температура уходящих газов 350...400° С; поверхность нагрева 15,6 м²; расчетный КПД 80%.

386. Габарит и масса агрегатов

	Д-563	*Д-564*
Длина, мм	4250	3150
Ширина, мм	2100	1300
Высота, мм	2250	1700
Масса, кг	2400	1900

13.5. Топочные устройства. Сжигание топлива различных видов осуществляется в слоевых или камерных топках.

В слоевых топках сжигают твердое топливо, в камерных — газообразное, жидкое и твердое топливо в пылевидном состоянии. Слоевое сжигание твердого топлива осуществляется в котлах паропроизводительностью до 35 т/ч; при большей производительности котлов для сжигания твердого топлива применяют камерные топки.

Основными критериями топок является тепловое напряжение зеркала горения топлива Q/R (для слоевых топок) и тепловое напряжение топочного объема Q/V:

тепловое напряжение (кДж/м²ч) зеркала горения

$$(Q/R) = B_р Q^р_н/R;$$

тепловое напряжение (кДж/м³ч) топочного объема

$$(Q/V) = B_р Q^р_н/V,$$

где $B_р$ — максимальный часовой расчетный расход топлива, кг/ч; $Q^р_н$ — низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг (или кДж/м³); R — площадь зеркала горения — площадь колосниковой решетки (м²), принимаемая по табл. 388—391; V — объем топки, м³.

Наиболее часто приходится по известным величинам $B_р$, Q, $(Q/R)_д$ и $(Q/V)_д$ определять необходимую площадь колосниковой решетки R, м², объем топки V, м³:

$$R = \frac{B_р Q_н^р}{Q/R}; \quad V = \frac{B_р Q_н^р}{Q/V},$$

где Q/R и Q/V — соответственно допустимые значения теплового напряжения зеркала горения [кДж/(м²·ч)] и топочного объема [кДж/(м³·ч)], принимаемые по табл. 387, 392—394.

Для сжигания твердого топлива в слое применяют:

простые колосниковые решетки (топки с ручным обслуживанием);

топки с пневмомеханическими забрасывателями топлива на неподвижную колосниковую решетку;

топки с чешуйчатой цепной решеткой прямого хода (ЧЦР);

топки с пневмомеханическими забрасывателями топлива на цепную решетку обратного хода (к фронту топки);

топки с шурующей планкой;

шахтные топки с наклонным и вертикальным зеркалом горения.

Простые колосниковые решетки (табл. 387, 388) применяют для сжигания антрацита, каменных и бурых углей, дров и торфа (если их влажность $W^р \leqslant 40\%$) в котлах паропроизводительностью до 2,5 т/ч (6,3 ГДж/ч). Колосниковое полотно этих топок может быть из неподвижных, поворотных и качающихся колосников. Глубина топки не более 2136 мм. Ширина колосникового полотна для загрузки топлива через одну дверцу не более 1300 мм.

Размеры плитчатого колосника, мм: ширина 96, длина 525, высота 100. Ширина решетки кратна 100 мм (с учетом зазоров между колосниками); длина решетки кратна 534 мм. Расстояние от уровня пола до низа загрузочной дверцы не более 750 мм. Расстояние от уровня колосниковой решетки до низа загрузочной дверцы, мм: при сжигании дров — 1200; торфа — 800; бурых углей — 500; каменных углей и антрацита — 250.

387. Расчетные характеристики слоевых топок с неподвижной решеткой с опрокидными колосниками и ручным забросом топлива (котлы типа чугунных секционных)*

Допустимое тепловое напряжение зеркала горения, МДж/(м²·ч)	1675—2515
То же, топочного объема, МДж/(м³·ч)	1255—2510
Коэффициент избытка воздуха в топке	1,4—1,6
Потеря тепла от химической неполноты сгорания топлива, %	3—5
То же, от механического недожога, %	8—10
Давление воздуха под решеткой, Па	800
Доля золы топлива в уносе, %	20—30

* При сжигании грохоченых каменных углей $y^г < 25\%$, $A^п \leqslant 4\%$ и грохоченых антрацитов АС, АМ; $A^п = 2\%$. Сжигать спекающиеся угли в топках с ручным обслуживанием не рекомендуется.

Топки ПМЗ-РПК с пневмомеханическими забрасывателями топлива и ручными поворотными колосниками (табл. 389) относятся к категории полумеханических топок. Применяются для всех видов ископаемых углей, за исключением бурых с $W^р > 35\%$ и штыбовых антрацитов. Подача топлива на решетку осуществляется за счет вращающегося ротора с лопастями и воздуха, поступающего через воздушные сопла.

388. Топки с горизонтальными решетками из поворотных колосников РПК-1 (изготовитель — Кусинский машиностроительный завод Минэнергомаша)

Размер решетки, мм*	Площадь решетки, м²	Масса, т	Размер решетки, мм*	Площадь решетки, м²	Масса, т
900×915	0,82	1,07	1000×1220	1,22	1,236
900×1220	1,10	1,176	1100×915	1,01	1,173
1000×915	0,91	1,127	1100×1220	1,34	1,29

* Ширина×длину решетки с учетом зазоров, мм.

389. Топки ПМЗ-РПК (изготовитель — Кусинский машиностроительный завод Минэнергомаша)

Типоразмер решетки*	Площадь решетки, м²	Масса, т	Типоразмер решетки*	Площадь решетки, м²	Масса, т
РПК-1 1100×1525	1,68	1,46	РПК-2 2200×3050	6,71	4,05
РПК-1 1100×2135	2,35	1,8	РПК-2 2600×2135	5,55	3,62
РПК-2 1800×1525	2,74	2,5	РПК-2 2600×2440	6,35	3,92
РПК-2 1800×2135	3,84	2,9	РПК-2 2600×3050	7,93	4,48
РПК-2 2200×1525	3,36	2,93	РПК-2 2600×3660	9,51	5,24
РПК-2 2200×2135	4,70	3,32	РПК-3 3300×2135	7,05	4,94
РПК-2 2200×2745	6,05	3,82	РПК-4 3600×2440	8,78	5,74

* Ширина×длину решетки с учетом зазоров, мм.

Топки ТЛЗ$_м$ (ПМЗ-ЛЦР) и ТЧЗ (ПМЗ-ЧЦР) с пневмомеханическими забрасывателями и цепной решеткой обратного хода (движение на фронт топки) относятся к классу механических фекально-слоевых топочных устройств и предназначены для сжигания различных (в том числе несортированных) каменных и бурых углей (табл. 390). Размер кусков не более 30—40 мм. В топках можно сжигать антрациты с добавками 15—30% пламенных углей.

Характерной особенностью этих топок является комбинированный процесс горения в слое и во взвешенном состоянии. Крупные частицы сгорают на решетке, а мелкие — в топочном объеме.

390. Топки ТЛЗм (ПМЗ-ЛЦР) и ТЧЗ (ПМЗ-ЧЦР), изготовляемые Кусинским машиностроительным заводом Минэнергомаша

Типоразмер*	Активная площадь зеркала горения, м²	Масса, т
ТЛЗ (ПМЗ-ЛЦР) 2700×4000	9,09	
ТЧЗ (ПМЗ-ЧЦР) 2700×4000	9,09	20,8
ТЧЗ (ПМЗ-ЧЦР) 2700×5600	13,4	25,7
ТЧЗ (ПМЗ-ЧЦР) 2700×6500	15,3	27,6
ТЧЗ (ПМЗ-ЧЦР) 2700×8000	19,3	33,3

* Ширина×длину решетки, мм.

Пневмомеханические ротационные забрасыватели осуществляют непрерывную подачу топлива малыми порциями на всю поверхность горящего слоя. На заднюю часть решетки подается больше топлива, и при движении колосникового полотна обеспечивается нижнее зажигание по всей длине слоя.

Мощность электродвигателей: привода решеток 1,4; 2,5; 3; 4,5 кВт; забрасывателей — 1,1 кВт. Рабочая ширина забрасывателей 600 мм; число забрасывателей для каждой топки — 2.

Топки ТЧ (ЧЦР) с чешуйчатой цепной решеткой прямого хода (от фронта топки в глубь топочной камеры) предназначены для слоевого сжигания грохоченых антрацитов марок АС и АМ под стационарными паровыми и водогрейными котлами теплопроизводительностью 27 ГДж/ч (10 т пара в час) и выше и в различных технологических установках (табл. 391, 392). Сжигать в них антрациты марок АСШ и АРШ не рекомендуется из-за значительных потерь топлива от механической неполноты сгорания.

Загрузка топлива в топочную камеру и сброс шлаков в шлакобункер полностью механизированы. Подача топлива в топку регулируется в зависимости от нагрузки котла и вида сжигаемого топлива путем изменения толщины слоя топлива и скорости движения колосникового полотна.

Чешуйчатое колосниковое полотно состоит из стальных пластинчатых цепей с большими и малыми звеньями. В хвостовой части колосникового полотна для удаления шлака с решетки установлен шлакосниматель скребкового типа. Воздух для горения подается в зонные камеры решетки.

391. Топки ТЧ (ЧЦР) (изготовитель — Кусинский машиностроительный завод Минэнергомаша)

Размер решетки (ширина×длина), мм	Активная площадь зеркала горения, м²	Масса, т	Размер решетки (ширина×длина), мм	Активная площадь зеркала горения, м²	Масса, т
2330×5600	11,25	21,6	3070×5600	14,82	28,6
2330×6500	13,35	24,1	3070×6500	17,6	31,7
2700×6500	15,47	28	4550×6500	26,12	45,4
2700×8000	19,52	32,1	4550×8000	32,9	52,7

Примечание. Мощность электродвигателей привода решеток от 1,4 до 4 кВт.

392. Расчетные характеристики слоевых механизированных топок для углей

	Донецкий антрацит $A^{п} = 2\%$	*Каменные угли*	*Бурые угли*
Допустимое тепловое напряжение зеркала горения, МДж/(м²·ч)	3350—4200 / 4200	3350—4200 / (5050—5850)	—
Допустимое тепловое напряжение топочного объема, МДж/(м³·ч)	840—1250 / 1050—1675	840—1250 / (1050—1675)	—

Коэффициент избытка воздуха в топке	1,6—1,7 1,5—1,6	1,4—1,5 (1,3—1,4)	—
Потеря тепла от химической неполноты сгорания топлива, %	0,5—1 0,5	0,5—1 (0,5—1)	—
Потеря тепла от механического недожога, %	13,5 13,5	5,5 6—12	5,5 5,5—8
Доля золы в уносе, % . .	10 10	16 (20)	22 (27)
Давление воздуха под решеткой, Па	1000 1000	800 (500)	—
Температура подаваемого воздуха, °С	25 или 150—200		

* Над чертой — для неподвижной решетки с ПМЗ; под чертой — для цепной решетки прямого хода (обратного с ПМЗ).

Топка с шурующей планкой. На колосниковую решетку неподвижные колосники топливо поступает из питательного бункера с помощью затвора или питателя.

Перемещается топливо по решетке шурующей планкой, периодически совершающей прямолинейно-возвратные движения. Презназначена в основном для сжигания каменных и бурых углей. При сжигании влажных бурых углей требуется подогрев дутьевого воздуха до 200° С. Начиная с 1976 г. применяют для чугунных секционных котлов.

393. Расчетные характеристики топок с шурующей планкой

	Бурые угли	*Каменные угли*
Допустимое тепловое напряжение зеркала горения, МДж/(м²·ч) . .	2900—3350	3350—3800
Допустимое тепловое напряжение топочного объема, МДж/(м³·ч) . .	840—1050	840—1050
Коэффициент избытка воздуха в топке	1,4	1,4
Потеря тепла от химической неполноты сгорания топлива, % . . .	1	1
Потеря тепла от механического недожога, %	7—9	7
Разрежение в топке, Па	40—50	40—50
Давление под решеткой, Па . . .	1000	1000

Шахтные топки с наклонным зеркалом горения предназначены для сжигания дров и торфа с влажностью до $W^{р}=45\%$, а с вертикальным — для сжигания дров с влажностью до $W^{р}\leqslant 55\%$. К шахтным топкам может быть отнесена и скоростная топка системы В. В. Померанцева для сжигания древесных отходов.

394. Расчетные характеристики шахтных топок

	Дрова	*Торф*	*Древесные отходы*
Допустимое тепловое напряжение зеркала горения, МДж/(м²·ч)	4600/12 600	4600	8400—16 800
Допустимое тепловое напряжение топочного объема, МДж/(м²·ч)	840—1250/1260		840—1250
Коэффициент избытка воздуха	1,4/1,3	1,4	1,3
Потеря тепла от химической неполноты сгорания топлива, %	2	2	1
Потеря тепла от механического недожога, % . . .	2/1	2	4
Разрежение в топке, Па .	40—60/60—80	100	50—60
Давление под решеткой, Па	800/—	600	1000

* Для наклонного/вертикального зеркала.

Горелки для сжигания природного газа (табл. 395—398). Котельные установки работают, как правило, на природном газе низкого (до 0,005 МПа) и среднего (до 0,03 МПа) давления.

Для поддержания необходимого давления газа используют газорегуляторные установки (ГРУ), размещаемые непосредственно в котельных. Допускается осуществлять газоснабжение котельных от отдельно стоящих газорегуляторных пунктов (ГРП).

Для сжигания газа применяют диффузионные, инжекционные и смесительные горелки (с принудительной подачей воздуха). Наибольшее распространение получили инжекционные и смесительные горелки.

395. Расчетные характеристики топок для сжигания природного газа

	Экранированная	*Неэкранированная*
Допустимое тепловое напряжение топочного объема, МДж/(м³·ч) . .	1260	1050
Коэффициент избытка воздуха . .	1,1—1,15	1,2
Потеря тепла от химической неполноты сгорания, %	1,5	1,5
Разрежение в топке, Па	30—40	30

396. Инжекционные горелки для газа среднего давления ИКГ института Мосгазпроект (номинальное давление газа 0,03 МПа)

Тип горелки	Номинальная теплопроизводительность, ГДж/ч	Номинальный расход газа, м³/ч	Пределы регулирования	
			по расходу, м³/ч	по давлению, МПа
ИГК-25М	0,506	14,2	3,4—19,1	0,001—0,05
ИГК-60М	1,203	33,8	7,2—45,5	0,001—0,05
ИГК-120	2,278	64	13,7—86,5	0,002—0,06
ИГК-170	3,133	88	18,8—119	0,002—0,06
ИГК-250	4,735	133	28,4—179,3	0,002—0,06
ИГК-300	9,078	255	54,5—344	0,002—0,06

397. Инжекционные форкамерные горелки для газа среднего давления института Укргипроинжпроект

Тип горелки	Номинальная теплопроизводительность, ГДж/ч	Номинальный расход газа, м³/ч*	Минимальный расход газа, м³/ч	Тип горелки	Номинальная теплопроизводительность, ГДж/ч	Номинальный расход газа, м³/ч*	Минимальный расход газа, м³/ч
ГИФ-С-15	0,534	15	2,3	ГИФ-С-75	2,67	75	11,5
ГИФ-С-20	0,712	20	3	ГИФ-С-100	3,56	100	15,3
ГИФ-С-35	1,246	35	5,4	ГИФ-С-150	5,34	150	23
ГИФ-С-50	1,78	50	7,6	ГИФ-С-200	7,12	200	30
				ГИФ-С-250	8,9	250	38

* При теплоте сгорания природного газа 35 600 кДж/м³.
** При давлении 0,03 МПа.

398. Инжекционные форкамерные горелки для газа низкого давления института Укргипроинжпроект

Тип горелки	Номинальная производительность, ГДж/ч	Номинальный расход газа*, м³/ч	Минимальный расход газа (м³/ч) при номинальном давлении, МПа	
			0,0013	0,002
ГИФ-Н-15	0,534	15	5,9	4,8
ГИФ-Н-20	0,712	20	7,9	6,3
ГИФ-Н-35	1,246	35	13,7	11,5
ГИФ-Н-50	1,78	50	19,6	15,8
ГИФ-Н-75	2,67	75	29,4	23,7
ГИФ-Н-100	3,56	100	39,2	31,6
ГИФ-Н-35	1,246	35	13,7	11,5
ГИФ-Н-70	2,492	70	27,5	23,3
ГИФ-Н-105	3,738	105	41,1	34,9
ГИФ-Н-140	4,984	140	55	46,5

* При теплоте сгорания природного газа 35 600 кДж/м³.

В инжекционных горелках за счет инжекции, создаваемой газом, происходят подсос воздуха и образование газовоздушной смеси. Горелки бывают частичного и полного смешения. При частичном смешении до 60—70% воздуха, необходимого для полного сгорания газа, поступает в горелку, а остальное количество поступает непосредственно в топку. Бывают горелки низкого и среднего давления.

К инжекционным горелкам полного смешения (образование всей газовоздушной смеси происходит непосредственно в горелке) относятся горелки ИГК конструкции института Мосгазпроект, работающие на газе среднего давления.

Наиболее удачной конструкцией инжекционных горелок частичного смешения являются форкамерные инжекционные горелки низкого и среднего давления. Подсос воздуха для образования газовоздушной смеси осуществляется частично за счет инжекции, создаваемой газовыми струями, и частично за счет разрежения в топке. Основной объем газовоздушной смеси создается в тоннелях горелок.

В смесительные горелки воздух, необходимый для сгорания газа, подается дутьевым вентилятором.

Смесительные горелки подразделяются на горелки низкого и среднего давления. Горелки низкого давления работают при давлении газа перед горелкой до 0,002 МПа и давлении воздуха 0,001 — 0,0015 МПа, а горелки среднего давления — при давлении газа перед горелкой до 0,03 МПа и давлении воздуха 0,002—0,003 МПа.

Для сжигания газа применяются также газомазутные горелки завода «Ильмарине». Эти горелки применяют в основном для котельных агрегатов с переменным топливным режимом: основное топливо — природный газ, мазут — резервное или аварийное топливо.

Форсунки для сжигания жидкого топлива. Разогрев мазута до температуры, необходимой для распыливания его форсунками (табл. 399), осуществляется в поверхностных теплообменниках. Устанавливают не менее двух подогревателей (один резервный).

399. Рекомендуемые температуры подогрева мазута для перекачки и перед форсунками для сжигания

Вид насоса, форсунки	Топочный мазут марки			Флотский мазут марки	
	40	100	200	Ф-5	Ф-12
Насосы:					
винтовые или шестеренчатые	30	40	50	—	—
поршневые или скальчатые	40	50	60	—	—
центробежные	55	65	75	—	35
Форсунки:					
механические, паромеханические и ротационные	90—100	110—115	130—140	60—80	80—90
низконапорные воздушные	85—95	100—105	120—135	50—75	70—85
паровые	75—85	90—100	110—115	45—70	65—70

Примечания: 1. Бо́льшие значения температур относятся к парафинистым мазутам.

2. Подогрев мазута в открытом резервуаре можно вести до температуры, не превышающей температуры вспышки.

Очистка жидкого топлива от механических примесей двухступенчатая: в фильтрах грубой и тонкой очистки. Фильтры грубой очистки устанавливают на всасывающей линии насосов, подающих топливо к котлам, а фильтры тонкой очистки — после подогревателей.

Устанавливают не менее двух фильтров каждой ступени очистки (один резервный в каждой ступени).

Для котельных паропроизводительностью до 5 т/ч допускается устанавливать один фильтр с устройством обводной линии для возможности чистки фильтра.

Подача мазута к котлам, как правило, осуществляется по циркуляционной схеме (со сбросом циркуляционного расхода мазута в емкости для хранения топлива), а легкого нефтяного топлива — по тупиковой схеме.

Насосов для подачи топлива из емкостей для хранения к котлам должно быть не менее двух (один резервный).

В зданиях отдельно стоящих котельных (включая котельные залы, но не над котлами или экономайзерами) допускается устанавливать закрытые расходные баки жидкого топлива объемом не более 5 м³ для мазута и 1 м³ для легкого нефтяного топлива.

Температура разогрева мазута в расходных баках, устанавливаемых в котельных, не должна превышать 90° С; разогревать легкое нефтяное топливо в расходных баках нельзя.

Резервуары для хранения жидкого топлива устанавливают в помещениях, сблокированных со зданиями котельных. При этом общий объем резервуаров не должен превышать для мазута 150 м³, а для легкого нефтяного топлива 30 м³. В этих случаях насосы для подачи топлива к котлам и подогреватели топлива устанавливают в помещении котельной.

Прокладка топливопроводов, как правило, должна быть открытой.

При установке расходных баков топлива в помещениях котельных руководствуются требованиями СНиП II-106-79 «Склады нефти и нефтепродуктов».

Для сжигания жидкого топлива применяют форсунки с механическим, паровым и воздушным распыливанием.

Механические форсунки Ф-1,0 и Ф-0,4 предназначены для сжигания солярового масла или дизельного топлива.

400. Механические форсунки завода «Ильмарине»

	Ф-1,0	*Ф*-0,4
Производительность по топливу, кг/ч	80	32
Теплопроизводительность, ГДж/ч	3,36	1,344
Давление перед форсункой:		
топлива, МПа	1,2—1,5	1,2—1,5
воздуха, кПа	1,4—1,5	1,4—1,5

Ротационные форсунки Р-1-150М1, Р-2М и Р-3 предназначены для сжигания мазута или сланцевого масла, а *автоматизированная ротационная форсунка АФ-61* — для сжигания дизельного топлива, солярового масла, керосина. Вязкость распыливаемого топлива до 6° ВУ.

401. Ротационные форсунки

	Р-2М	*Р-3*	*Р-1-150М1*	*АФ*-61
Номинальная производительность (по топливу), кг/ч	30	50	150	4—12
Теплопроизводительность, ГДж/ч	1,26	2,1	6,3	0,17—0,5
Минимальное давление перед форсункой (топлива), МПа	0,05	0,05	0,05	0,7
Давление распыливающего воздуха, Па	1500	1500	1500—4500	—
Производительность вентилятора, м³/ч	65	200	250	—
Мощность электродвигателя, кВт	0,8	0,8	2,2	0,2
Частота вращения электродвигателя, мин$^{-1}$	3000	3000	3000	—
Напряжение, В	220/380	220/380	220/380	220/380
Габарит, мм:				
длина	600	614	730	500
ширина	575	640	700	545
высота	575	640	650	510
Масса, кг	110	130	160	35

Газомазутные горелки ГМГ и ГМГБ (табл. 402) предназначены для сжигания топочных мазутов марок 40 и 100, флотских мазутов марок Ф5 и Ф12, а также природного газа с $Q_н^р = 35\,600$ кДж/м³. Допускается сжигать дизельное топливо, соляровое масло и др., но при этом характеристика горелок должна быть пересчитана исходя из плотности и вязкости жидкого топлива.

402. Газомазутные горелки ГМГ и ГМГБ

Наименование параметра	ГМГ-1,5	ГМГ-2м	ГМГ-4м	ГМГ-5,5/7		ГМГБ-5,6
Номинальная теплопроизводительность, ГДж/ч	6,3	8,4	16,8	23,2	29,4	23,5
Сопротивление горелки по воздуху, кПа	1,2	1,2	1,2	0,8	1,2	1,2
Давление газа, кПа	5	3,6	3,8	2	3—3,5	5
Давление мазута перед форсункой, МПа	1,6	2	2	2	3	2
Давление пара на распыливание, МПа	0,1—0,15	0,1—0,2	0,1—0,2	0,1—0,2	0,1—0,2	0,1—0,2
Удельный расход пара на распыливание мазута, 1 кг пара на 1 кг мазута	—	—	—	—	—	0,03
Вязкость мазута перед форсункой, °ВУ, не более	3	3	3	4	4	3
Коэффициент избытка воздуха при сжигании мазута	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,1
То же, газа	1,05	1,05	1,05	1,15	1,15	1,05

Природный газ с $Q_н^р = 35\,6000$ кДж/м³ допускается сжигать после соответствующей реконструкции газораспределительных насадков горелки.

Для сжигания мазута применяют паромеханическую форсунку.

13.6. Дутьевые установки. Для подачи к погонным устройствам котлов воздуха, необходимого для горения топлива, устанавливают дутьевые агрегаты, состоящие из вентиляторов с направляющими аппаратами для их регулировки и электродвигателей. К каждому котлу, как правило, устанавливают индивидуальные дутьевые агрегаты. Это обеспечивает экономию электрической энергии, возможность создания более эффективных систем автоматического регулирования процессов горения топлива, что особенно необходимо в условиях изменения тепловых нагрузок отопительных и промышленных котельных установок.

Допускается, в виде исключения, при соответствующем обосновании предусматривать для котлов малой теплопроизводительности (до 2 ГДж/ч) установку одного дутьевого агрегата на два котла. Для котлов, предназначенных для сжигания газа или жидкого топлива, можно устанавливать индивидуальные дутьевые вентиляторы к каждой газовой горелке или форсунке.

Тип дутьевых агрегатов выбирают в зависимости от количества воздуха, необходимого для горения топлива, и сопротивления, которое необходимо преодолеть для подачи воздуха к сгораемому топливу или к газогорелочным устройствам котлов.

Производительность дутьевого вентилятора $V_{д.в}$, м³/ч, при $t_в$ определяют по формуле

$$V_{д.в} = 1{,}1\alpha_т B_ч V_0 \frac{273 + t_в}{273} \frac{0{,}1}{b},$$

где 1,1 — коэффициент, учитывающий потери воздуха через неплотности воздушного тракта; $\alpha_т$ — коэффициент избытка воздуха в топке, зависящий от вида сжигаемого топлива и конструкции топочных устройств (значения коэффициента избытка воздуха принимают по таблицам гл. 13.5); $B_ч$ — максимальный расход топлива, кг/ч (м³/ч), одним котельным агрегатом при установке индивидуальных дутьевых агрегатов; V_0 — теоретически необходимый объем воздуха для сжигания 1 кг (м³) топлива при 0° и 0,1 МПа, м³/кг или м³/м³; $t_в$ — температура подаваемого воздуха, °С; b — барометрическое давление воздуха в районе котельной, МПа.

Учитывая малое значение $\frac{0{,}1}{b}$, поправкой на барометрическое давление воздуха можно пренебречь.

Теоретически необходимый объем воздуха при 0° С и 0,1 МПа для сжигания 1 кг (м³) топлива определяют по формуле

$$V_0 = 0{,}0889\left(C^р + 0{,}375S^р_л\right) + 0{,}265H^р - 0{,}0333O^р \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Значения $C^р$, $S^р_л$, $H^р$, $O^р$ принимают по соответствующим таблицам, характеризующим состав топлива по рабочей массе.

Для ориентировочных расчетов можно пользоваться данными табл. 114, гр. 5, подсчитанными по формуле

$$V_0 = \frac{0{,}267\,Q^р_н}{1000} \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Напор (Па), который должен создавать дутьевой вентилятор

$$H_{д.в} = \Delta h + \Delta h_{возд} + \Delta h_{в.п},$$

где Δh — избыточное давление воздуха при выходе из системы воздуховодов установки (при слоевых топках — сопротивление решетки и слоя топлива, при камерных топках для сжигания жидкого и газообразного топлива — сопротивление горелки или форсунки), Па; $\Delta h_{возд}$ — сопротивление воздуховодов установки, Па; $\Delta h_{в.п}$ — сопротивление воздухоподогревателя, Па.

При слоевом сжигании топлива значение Δh принимают по таблицам гл. 15 «Топочные устройства»; при установке газовых горелок низкого давления h=0,8 кПа, а при установке мазутных форсунок с воздушным распыливанием Δh=2,3 кПа.

Ориентировочно при скоростях воздуха в воздуховодах 10—12 м/с потеря давления $\Delta h_{возд}$=0,2—0,25 кПа.

Дутьевые вентиляторы, как правило, соединяют на одной оси с электродвигателями, а колеса малых дутьевых вентиляторов насаживают непосредственно на валы электродвигателей.

Необходимая мощность электродвигателя $N_{дв}$, кВт, дутьевой установки:

$$N_{д.в} = (1{,}05...1{,}1)\frac{V_{д.в} H_{д.в}}{102 \cdot 3600 \eta_{д.в} \cdot 10},$$

где $H'_{д.в}$ — полное давление, развиваемое дутьевым вентилятором, Па, соответствующее необходимой производительности дутьевого вентилятора и принятому числу оборотов; $\tau_{д.в}$ — КПД дутьевого вентилятора.

При установке дутьевого вентилятора на одной оси с электродвигателем $H'_{д.в}$ равно давлению, создаваемому вентилятором при соответствующем синхронном числе оборотов электродвигателя. (В ряде случаев $H'_{д.в} > H_{д.в}$, определяемого по формуле).

Воздухонагреватели устанавливают на участке воздушного тракта между дутьевым агрегатом и котлом. При таком конструктивном решении более эффективно используют дутьевые вентиляторы.

Выбор дутьевых вентиляторов проводится по табл. 403, 404.

Для котлоагрегатов теплопроизводительностью 2,5 ГДж/ч Бийский котельный завод выпускает дутьевые вентиляторы ВД-2.7 производительностью 1000 м³/ч и давлением при $t_в$=20°С 1500 Па. Рабочее колесо вентилятора выполняют в двух вариантах — из стали и полимеров и насаживают на конец вала электродвигателя. При рабочем колесе из полимеров производительность вентилятора увеличивается до 1200 м³/ч, а полное давление до 2060 Па. Частота вращения 2850 мин$^{-1}$; мощность электродвигателя 1,1 кВт.

Воздуховоды дутьевых установок выполняют из стали толщиной 2—3 мм.

Воздуховоды горячего воздуха изолируют; температура поверхности изоляции не должна быть выше 40—45° С.

Для расчета производительности, напора дутьевых вентиляторов и потребляемой ими мощности при изменении частоты вращения используют формулы:

а) производительность изменяется прямо пропорционально частоте вращения:

$$V_1/V_2 = n_1/n_2, \text{ откуда } V_2 = V_1 n_2/n_1;$$

б) давление изменяется прямо пропорционально квадрату частоты вращения:

$$H_1/H_1 = (n_1/n_2)^2, \text{ откуда } H_2 = H_1 (n_2/n_1)^2;$$

в) мощность изменяется прямо пропорционально кубу частоты вращения:

$$N_1/N_2 = (n_1/n_2)^3, \text{ откуда } N_2 = N_1 (n_2/n_1)^3.$$

В формулах V_2, H_2 и N_2 — соответственно новые значения производительности (м³/ч), давления (Па) и потребляемой мощности (кВт) при новой частоте вращения n_2; V_1, H_1 и N_1 — соответственно производительность, давление и потребляемая мощность при частоте вращения n_1.

13. 7. Тяговые установки. *Аэродинамическое сопротивление котельной установки.* Расчеты по определению аэродинамического сопротивления котельной установки относительно сложны, поэтому здесь приведены основные данные, необходимые для выполнения аэродинамических расчетов некоторых наиболее часто встречающихся котельных установок простейшего типа.

403. Дутьевые вентиляторы одностороннего всасывания серии ВД-0,7-37

Величина, единица величины	ВД-6		ВД-8		ВД-10		ВД-12		ВД-13-1/2		ВД-15-1/2		ВД-18		ВД-20	
Производительность, при максимальном КПД, тыс. м³/ч	4,4	6,5	8	10	15	20	28	35	45	60	65	85	85	105	115	150
Полное давление при t=20° С, Па	970	2170	980	1720	1530	2700	2200	3900	2870	5000	3750	6650	3250	5100	4050	6100
Максимальный КПД, %	67								70							
Диаметр рабочего колеса, мм	600		800		1000		1200		1350		1550		1800		2000	
Частота вращения, мин$^{-1}$	970	1450	730	970	730	970	730	970	730	970	730	970	585	730	585	730
Потребляемая мощность, кВт	1,75	5,6	3,18	7	9,2	22	25	55	50	116	95	220	107	210	180	360
Внутренний диаметр всасывающего патрубка, мм	420		560		700		840		1085		1085		1400		1400	
Внутренние размеры нагнетательного патрубка, мм	351×226		468×300		580×376		700×450		790×508		907×580		1053×675		1170×750	
Габарит, мм:																
длина	1254		1324		1690		1816		2309		2380		2921		2997	
ширина	980		1300		1620		1940		2189		2505		2910		3230	
высота	990		1280		1575		1890		2145		2385		2780		3050	
Масса, кг	290		395		803		1000		1906		2140		3840		4186	

Примечание. Дутьевые вентиляторы серии ВД-07-37 выпускали до 1977 г., начиная с 1977 г. выпускают дутьевые вентиляторы серии ВДН.

404. Дутьевые вентиляторы ВДН

Величина, единица величины	ВДН-8		ВДН-9		ВДН-10		ВДН-11,2		ВДН-12,5	
Производительность при максимальном КПД, тыс. м³/ч	6,3	10,5	9,5	14	13	20	18	28,5	25	40
Полное давление при t=20° С, Па	1060	2250	1330	2850	1640	3500	2070	4450	2580	6100
Максимальный КПД, %	82		81		82		82		82	
Диаметр рабочего колеса, мм	800		900		1000		1120		1250	
Скорость вращения, мин$^{-1}$	970	1450	970	1450	970	1450	970	1450	970	1450
Потребляемая мощность, кВт	2,4	8,2	4,3	14,2	7,2	25	12,8	44	28	80
Тип электродвигателя	АО2-62-6	АО2-61-4	АО2-62-6	АО2-62-4	АО2-72-6	АО2-72-4	АО2-81-6	АО1-82-4	АО2-82-6	АО2-92-4
Мощность электродвигателя, кВт	5,7	13	5,7	17	10,7	30	16,4	55	40	100
Внутренний диаметр всасывающего патрубка, мм	530		530		660		660		830	
Внутренние размеры нагнетательного патрубка, мм	400×300		450×338		500×375		560×420		625×470	
Габарит, мм: длина	1193		1232		1362		1572		1822	
ширина	1331		1491		1651		1843		2050	
высота	1210		1360		1506		1690		1885	
Масса, кг	754	723	793	772	1062	1067	1494	1579	2021	2256

Разрежение S, Па, которое должно быть обеспечено естественной или искусственной тягой котельной:

$$S \geqslant 1{,}2S_{к.у},$$

где 1,2 — коэффициент запаса.

Аэродинамическое сопротивление $S_{к.у}$, Па, котельной установки:

$$S_{к.у} = \Delta S_т + \Delta S_к + \Delta S_{пар} + \Delta S_{в.эк} + \Delta S_{в.п} + \Delta S_{зол} + \Delta S_{зас} + \Delta S_{газ} + \Delta S_{д.т},$$

где $\Delta S_т$, $\Delta S_к$, $\Delta S_{пар}$ и т. д. — соответственно аэродинамическое сопротивление (Па) топки (разрежение), котла, пароперегревателя, водяного экономайзера, воздухоподогревателя, золоуловителя, заслонок (шиберов), газоходов, дымовой трубы.

Для топок с дутьевыми вентиляторами необходимое разрежение в топке $\Delta S_т = 20...40$ Па. При сжигании топлива без дутья $\Delta S_т = 40...80$ Па.

Данные об аэродинамическом сопротивлении котлов приведены в гл. 13. 3.

Аэродинамическое сопротивление $\Delta S_к$, Па, котлов некоторых конструкций можно определить по эмпирической формуле

$$\Delta S_к = 10\left[A\left(\frac{D_к}{H_к}\alpha_к\right)^2 - B\right],$$

где $D_к$ — паропроизводительность котла, кг/ч; $H_к$ — поверхность нагрева котла, м^2; $\alpha_к$ — коэффициент избытка воздуха за котлом; A и B — коэффициенты, принимаемые по табл. 405:

405. Значения коэффициентов A и B

Котлы:	A	B
вертикально-водотрубные	0,004	2
горизонтально-водотрубные	0,006	0
жаротрубные	0,005	0
вертикально-цилиндрические	0,004	3

Аэродинамическое сопротивление, Па:

а) чугунных секционных одноходовых котлов

$$\Delta S_т + \Delta S_к = 70...100;$$

б) ребристых водяных экономайзеров

$$\Delta S_{в.эк} = 5n\frac{W_{ср}^2}{2g}\rho_{ср};$$

в) трубчатых воздухоподогревателей

$$\Delta S_{в.п} = 0{,}42W^2 l;$$

г) дымовой трубы:

$$\Delta S_{д.т} = \Delta S_{д.тр} + \Delta S_{вых},$$

где $\Delta S_{д.тр}$ — сопротивление трению (Па) дымовой трубы (или газоходов):

$$\Delta S_{д.тр} = 10\lambda\frac{l}{d}\frac{W_{ср}^2}{2g}\rho_{ср};$$

$\Delta S_{вых}$ — потеря давления (Па) при выходе газов из трубы;

$$\Delta S_{вых} = 11\rho\frac{W^2}{2g}.$$

В этих формулах n — число труб экономайзера; W и $W_{ср}$ — скорость и средняя скорость газов, м/с; ρ и $\rho_{ср}$ — плотность и средняя плотность газового потока, кг/м³, при соответствующей или средней температуре потока; $g=9{,}81$ м/с²; λ — коэффициент трения, для стальных труб и газоходов $\lambda=0{,}02$; для кирпичных и железобетонных $\lambda=0{,}04$; l — длина труб воздухоподогревателей, дымовой трубы или газоходов, м; d — диаметр дымовой трубы, м.

Для прямоугольных дымовых труб и газоходов

$$d = 4f/И,$$

где f — живое сечение дымовой трубы или газохода, м²; $И$ — периметр сечения дымовой трубы или газохода, м.

Скорость газового потока W, $W_{ср}$, м/с, определяют по формуле

$$W = V_{г.т}/F_{г.т},$$

где $V_{г.т}$ — секундный объем газового потока, м³/с; $F_{г.т}$ — площадь поперечного сечения рассматриваемого участка газового тракта котельной, м².

Секундный объем дымовых газов (м³/с) в рассматриваемом пункте газового тракта котельной установки определяют по формуле

$$V_{г.т} = \alpha_{г.т} V_г^н B_ч \frac{273 + t_{г.т}}{273 \cdot 3600},$$

где $\alpha_{г.т}$ — коэффициент избытка воздуха в рассматриваемом пункте газового тракта; $V_г^н$ — теоретический объем продуктов сгорания 1 кг (м³) топлива при $\alpha=1$ (принимают по табл. 411); $B_ч$ — расчетный часовой расход топлива, кг/ч (м³/ч); $t_{г.т}$ — температура дымовых газов в рассматриваемом пункте газового тракта, °С.

Коэффициент избытка воздуха в рассматриваемом пункте газового тракта $\alpha_{г.т}$ котельной установки определяют из выражения

$$\alpha_{г.т} = \alpha_т + \Delta\alpha,$$

где $\alpha_т$ — коэффициент избытка воздуха в топке котла; $\Delta\alpha$ — присос воздуха на участке от топки до рассматриваемого пункта газового тракта.

Присос воздуха на отдельных участках газового тракта котельной установки:

котлы (в зависимости от конструкции): $\Delta\alpha_к=0{,}05...0{,}1$;

пароперегреватель $\Delta\alpha_п=0{,}15$;

водяной экономайзер $\Delta\alpha_{в.эк}=0{,}1$;

воздухоподогреватель: $\Delta\alpha_{в.п}=0{,}1$;

дымовая труба $\Delta\alpha_{д.т}=0{,}05...0{,}1$.

Коэффициент избытка воздуха $\alpha_{к.у}$ котельной установки (при наличии пароперегревателя, воздухоподогревателя, водяного экономайзера и дымовой трубы):

$$\alpha_{к.у} = \alpha_т + \Sigma\Delta\alpha = \alpha_т + (0{,}1 + 0{,}15 + 0{,}1 + 0{,}1 + 0{,}2) = \alpha_т + 0{,}65.$$

Значение $\alpha_т$ принимают по данным гл. 13.4.

Плотность газов γ_t кг/м³, при температуре t определяют по формуле

$$\gamma_t = \gamma_0 \, 273/(273 + t),$$

где γ_0 — плотность дымовых газов может быть принята равной 1,3 кг/м³.

Температуру дымовых газов за котлами различных конструкций принимают по данным гл. 13.3.

Рекомендуемые значения температуры дымовых газов, уходящих из котельных установок (у дымовой трубы): при сжигании малосернистого и малозольного топлива — 120° С; сернистого мазута — 160° С; остальных видов топлива — 140° С.

Падение температуры газов Δt, °С/м, по высоте дымовых труб:

для кирпичных труб $\Delta t = 0{,}4/\sqrt{D}$;

для стальных нефутерованных труб $\Delta t = 0{,}8/\sqrt{D}$, где D — максимальная приведенная паропроизводительность котельной, т/ч условного пара.

Падение температуры дымовых газов учитывают только при естественной тяге; при искусственной тяге температуру уходящих газов принимают равной их температуре перед дымососом.

Сопротивление кирпичных или бетонных боровов — до 20 Па на каждые 25 м; сопротивление каждого поставленного на пути газов шибера — 5...10 Па, заслонки до 5 Па (при скорости газов $W = 3...4$ м/с).

Сопротивление золоуловителей $\Delta S_{зол} \simeq 500$ Па.

Дымовые трубы котельных могут быть железобетонными монолитными или сборными, кирпичными, армокирпичными и стальными.

Монолитные железобетонные трубы — цилиндрической или конической формы. Ствол конической формы — с постоянным или переменным уклоном образующей наружной поверхности трубы ($i \leqslant 0{,}1$).

Отдельно стоящие кирпичные и армокирпичные трубы — конической формы (цоколь трубы может быть цилиндрической формы). Уклон образующей наружной поверхности 0,02—0,04 (постоянный на всю высоту).

Стальные трубы могут иметь цилиндрическую или коническую форму, а также сочетание этих форм.

При искусственной тяге высоту дымовых труб определяют в соответствии с «Указаниями по расчету рассеивания в атмосфере выбросов предприятий» и «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий».

При естественной тяге высоту дымовой трубы определяют исходя из необходимости создания требуемого разрежения S и проверяют из условия рассеивания в атмосфере вредных выбросов (зола, окислы серы, двуокись азота, окись углерода).

Унифицированные высоты дымовых труб: 30, 45, 60, 75, 90, 120, 150, 180 м. Диаметры устья кирпичных и железобетонных труб: в интервале 1,2—2,4 модуль 0,3 м; в интервале 3—9,6 м — модуль 0,6 м.

Минимальный диаметр кирпичных труб 1,2 м, монолитных железобетонных — 3 м.

Унифицированные диаметры стальных труб — 0,4; 0,5; 0,63; 0,8 и 1 м. Применение стальных дымовых труб $D > 1$ м допускается только при технико-экономическом обосновании.

В целях предупреждения проникания дымовых газов в толщу конструкций кирпичных и железобетонных труб нельзя допускать положительное статическое давление на стенки газоотводящего канала.

Для кладки кирпичных дымовых труб применяют кирпич глиняный лекальный марок 125—150. Можно использовать обыкновенный глиняный кирпич пластического прессования марки не ниже 125 с водопоглощением не более 15%. Морозостойкость кирпича — не ниже марки 25.

При кладке используют сложный раствор марки не ниже 50 на портландцементе. Для железобетонных монолитных труб применяют бетон на портландцементе или пластифицированном портландцементе, содержащем не более 8% трехкальциевого алюмината.

Проектная марка бетона по прочности на сжатие должна быть не менее 200, водоцементное отношение — не более 0,4 для труб, в которых возможно образование конденсата, морозостойкость бетона не менее 200, водонепроницаемость 8.

В трубах, предназначенных для удаления дымовых газов, образующихся от сжигания сернистого топлива (независимо от процента содержания серы), следует предусматривать футеровку из кислотоупорного кирпича на кислотоупорном растворе по всей высоте ствола. При отсутствии конденсата на внутренней поверхности трубы, по всей высоте и при всех режимах эксплуатации допускается применять футеровку из лекального или обыкновенного глиняного кирпича пластического прессования марки не ниже 100 с водопоглощением не более 15% на глиноцементном или сложном растворе марки не ниже 50. Максимальная скорость дымовых газов при выходе из дымовых труб: при искусственной тяге до 20—25 м/с; при естественной тяге — до 10 м/с. Причем при минимальной нагрузке скорость газов не должна быть ниже 3 м/с (исходя из условий «незадуваемости»).

Площадь выходного сечения F, м^2, дымовой трубы:

$$F = \alpha_{к.у} V_г^н B_ч \left(273 + t_{ух}\right) \Big/ \left(3600 \cdot 273 W_{вых}\right),$$

где $\alpha_{к.у}$ — коэффициент избытка воздуха котельной установки; $V_г^н$ — теоретический объем продуктов сгорания топлива (принимают по табл. 411); $B_ч$ — максимальный часовой расход топлива котельной, кг/ч (м^3/ч); $t_{ух}$ — температура уходящих газов, °С; $W_{вых}$ — скорость газов на выходе из дымовой трубы, м/с.

Естественная тяга (табл. 406—407). Высоту дымовой трубы H, м, определяют по формуле

$$H = 0{,}03 \frac{S}{\left(\frac{1}{273 + t_{н.в}} - \frac{1}{273 + t_{ср}}\right) b},$$

где S — разрежение, создаваемое дымовой трубой, Па; $t_{н.в}$ — температура наружного воздуха, °С; $t_{ср}$ — средняя температура газов в трубе, °С; b — барометрическое давление в районе котельной, кПа.

Для котельных теплопроизводительностью до 3 ГДж/ч сечение дымовой трубы $F_{тр}$, см^2, определяют по формуле

$$F_{тр} = 0{,}007Q \Big/ \sqrt{h},$$

где Q — тепловая производительность котлов, кДж/ч; h — высота дымовой трубы (м) от уровня колосниковой решетки (или от оси горелки при сжигании газообразного топлива и от оси форсунки при сжигании жидкого топлива) до устья дымовой трубы.

406. Определение теоретической тяги $h_{тр}^{т}$, Па, на 1 м высоты трубы

Средняя температура газов в дымовой трубе, °С	Плотность воздуха (кг/м³) при относительной влажности φ=70% и давлении V≈0,1 МПа										
	1,42	1,375	1,327	1,3	1,276	1,252	1,228	1,206	1,182	1,16	1,137
	Температура воздуха, °С										
	−30	−20	−10	−5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30
140	5,65	5,15	4,7	4,42	4,15	3,91	3,68	3,45	3,2	3	2,77
160	5,95	5,5	5,02	4,75	4,51	4,27	4,03	3,81	3,57	3,35	3,12
180	6,31	5,85	5,37	5,10	4,86	4,62	4,38	4,16	3,92	3,7	3,47
200	6,65	6,2	5,72	5,45	5,21	4,97	4,73	4,51	4,27	4,05	3,82
220	6,98	6,5	6,02	5,75	5,51	5,27	5,03	4,81	4,57	4,35	4,12
240	7,28	6,78	6,3	6,03	5,79	5,55	5,31	5,09	4,85	4,63	4,4
260	7,55	7,05	6,57	6,3	6,06	5,82	5,58	5,36	5,12	4,9	4,67
280	7,8	7,28	6,8	6,53	6,29	6,05	5,81	5,59	5,35	5,13	4,9
300	8	7,51	7,03	6,76	6,52	6,28	6,05	5,82	5,58	5,36	5,13
320	8,2	7,72	7,24	6,97	6,73	6,49	6,25	6,03	5,79	5,57	5,34
340	8,42	7,92	7,44	7,17	6,93	6,69	6,45	6,23	5,99	5,77	5,54
360	8,62	8,1	7,62	7,35	7,11	6,87	6,63	6,41	6,17	5,95	5,72
380	8,8	8,27	7,79	7,52	7,28	7,04	6,8	6,58	6,34	6,12	5,89

Площадь сечения боровов $F_{бор}=0.0018Q$, где Q — тепловая производительность котлов (кДж/ч), обслуживаемых расчетным участком борова.

Для удобства чистки борова рекомендуется делать сечением не менее 500×500 мм (борова чугунных секционных котлов могут иметь меньшее сечение).

407. Размеры дымовых труб для котельных теплопроизводительностью до 3 ГДж/ч

Площадь сечения трубы, см²	Размеры труб, см		Теплопроизводительность котельной (ГДж/ч) при высоте трубы, м				
	прямоугольных	круглых диаметром	15	20	25	30	35
170	13×13	15	0,09	0,1	0,12	0,13	0,14
325	13×25	20	0,18	0,2	0,23	0,25	0,27
500	20×25	25	0,27	0,31	0,35	0,38	0,41
625	25×25	28	0,33	0,38	0,43	0,48	0,52
925	25×38	35	0,51	0,59	0,67	0,73	0,76
1275	25×51	40	0,69	0,8	0,9	1,02	1,06
1444	38×38	43	0,78	0,91	1,01	1,11	1,2
1938	38×51	50	1,05	1,22	1,34	1,49	1,6
2601	51×51	58	1,43	1,66	1,82	1,99	2,15
3264	51×64	65	1,76	2,05	2,28	2,5	2,7
4096	64×64	72	2,22	2,56	—	—	—

Искусственная тяга. Производительность дымососа (м³/ч) определяют по формуле

$$V_{дым}=1{,}1\alpha_{дым}V_г^н B_ч\left(273+t_{дым}\right)/273,$$

где 1,1 — коэффициент запаса производительности дымососа; $\alpha_{дым}$ — коэффициент избытка воздуха перед дымососом; $V_г^н$ — теоретический объем продуктов сгорания 1 кг (м³) топлива при $\alpha=1$ (принимают по табл. 411); $B_ч$ — максимальный часовой расход топлива, кг/ч (м³/ч); $t_{дым}$ — температура дымовых газов у дымососа.

Расчетное полное давление H_o, Па, которое должно создаваться дымососом:

$$H_р=1{,}2\left(S_{к.у}-h_{тр}^т\right),$$

где 1,2 — коэффициент запаса; $S_{к.у}$ — аэродинамическое сопротивление котельной установки, Па; $h_{тр}^т$ — разрежение, Па, создаваемое дымовой трубой (принимают по табл. 406).

При выборе дымососа по каталогам расчетное полное давление $H_{дым}$, Па, должно быть приведено к условиям, принятым в каталогах, т. е.

$$H_{дым}=H_р\left(273+t_{дым}\right)/\left(273+t_{кат}\right),$$

где $t_{кат}$ — температура газов или воздуха, принятая в каталоге, °С.

Потребная мощность электродвигателя $N_{дым}$, кВт, для дымососа:

$$N_{дым}=1{,}1V_{дым}H_{дым}/\left(10\cdot3600\cdot102\eta_{дым}\right),$$

где 1,1 — коэффициент запаса мощности; $\eta_{дым}$ — коэффициент полезного действия дымососа.

408. Дымососы одностороннего и двустороннего всасывания серии Д-0,7-37

Величина, единица величины	Дымососы одностороннего всасывания										Дымососы двустороннего всасывания				
	Д-8		Д-10		Д-12		Д-13-1/2		Д-15-1/2		Д-13-1/2×2у			Д-15-1/2×2у	
Производительность при максимальном КПД, тыс. м³/ч	8	10	15	20	28	35	45	60	65	85	50	75	101	80	105
Полное давление при t=200° С, Па	600	1080	950	1700	1370	2400	1780	3150	2320	4100	780	1780	3160	1530	2400
Максимальный КПД, %	67						70				67			70	
Диаметр рабочего колеса, мм	800		1000		1200		1350		1550		1350			1550	
Частота вращения, мин —1	730	970	730	970	730	970	730	970	730	970	485	730	970	580	730
Потребляемая мощность, кВт	1,9	4,4	6,6	13,8	15,6	34	31	73	59	134	16	54	129	48	98
Внутренний диаметр всасывающего патрубка, мм	560		700		840		1085		1085		—			—	
Внутренние размеры всасывающего патрубка, мм	—		—		—		—		—		1530×570			1750×600	

Внутренние размеры нагнетательного патрубка, мм	468×300	580×376	700×450	790×508	907×580	1016×790	1170×906
Габарит, мм:							
длина	1324	1690	1816	2309	2380	3565	3915
ширина	1300	1620	1940	2189	2505	3270	3508
высота	1280	1575	1890	2145	2385	2770	3140
Масса, кг	455	937	1185	2153	2465	4700	5600
Завод-изготовитель	Бийский котельный завод			Хабаровский завод «Энергомаш»		Барнаульский котельный завод	

Примечание. Дымососы серии Д-07-37 с 1977 г. заменены дымососами серии ДН.

409. Дымососы одностороннего всасывания серии ДН

Наименование параметра	ДН-9		ДН-10		ДН-11,2		ДН-12,5	
Производительность при максимальном КПД, тыс. м³/ч	9,3	13,8	12,8	19	17,6	25,5	24,2	37
Полное давление при $T_г$=200°С, Па	860	1800	1050	2300	1320	2900	1630	3600
Максимальный КПД, %	81		81		81		81	
Диаметр рабочего колеса, мм	900		1000		1120		1250	

Продолжение табл. 409

Наименование параметра	ДН-9		ДН-10		ДН-11,2		ДН-12,5	
Скорость вращения, мин$^{-1}$	970	1450	970	1450	970	1450	970	1450
Потребляемая мощность, кВт	2,7	8,5	4,6	15	8,2	26,2	14	75
Тип электродвигателя	АО-262-6	АО2-61-4	АО2-72-6	АО2-71-4	АО2-81-6	АО2-81-4	АО2-82-6	АО2-91-4
Мощность электродвигателя, кВт	5,7	13	10,7	22	16,4	40	40	75
Внутренний диаметр всасывающего патрубка, мм	530		660		660		830	
Внутренние размеры нагнетательного патрубка, мм	450×338		500×375		560×420		625×470	
Габарит, мм:								
длина	1232		1362		1534		1767	
ширина	1491		1651		1843		2050	
высота	1360		1506		1690		1885	
Масса, кг	867	846	1156	1134	1566	1571	2008	2133

Технические характеристики дымосов приведены в табл. 408—410.

Для котлоагрегатов теплопроизводительностью 2,5 ГДж/ч, работающих на жидком или газообразном топливе, выпускают дымососы Д-3,5, а для работающих на твердом топливе с золоулавливающими циклонами — дымососы типа Д-5,7.

410. Дымососы Д-3,5 и Д-5,7

	Д-3,5	*Д-5,7*
Производительность, м³/ч	3200	3700
Полное давление при $T_г$=200° С, Па	—	1100
Полное давление при $T_г$=350° С, Па	360	—
Диаметр рабочего колеса, мм	350	570
Частота вращения, мин$^{-1}$	1450	1450
Мощность электродвигателя, кВт	1,7	1,7
Габарит, мм:		
длина	990	700
ширина	665	643
высота	717	1157
Масса дымососа с электродвигателем, кг	132	120

13.8. Автоматизация работы и тепловой контроль котельных. Степень автоматизации, а также оснащение котельных приборами теплового контроля и сигнализации устанавливают в соответствии со СНиП II-35-76 «Котельные установки» (разд. 15).

При работе котельных на газообразном или жидком топливе предусматривают, как правило, полную комплексную автоматизацию, обеспечивающую работу котельных без постоянного эксплуатационного персонала или с минимальной его численностью.

Для контроля параметров воды, пара, жидкого и газообразного топлива, дымовых газов, а также топочных процессов, наблюдение за которыми необходимо при эксплуатации котельных, предусматривают установку показывающих приборов. Для контроля параметров, изменение которых по сравнению с установленными пределами может привести к аварийному состоянию, устанавливают сигнализирующие показывающие приборы.

Для анализа работы оборудования и хозяйственных расчетов применяют регистрирующие или суммирующие приборы.

В табл. 411 приведены данные о показывающих приборах теплового контроля, которыми должны быть оснащены паровые и водогрейные котельные агрегаты.

В зависимости от расчетного давления пара и производительности паровые котельные агрегаты в части оснащения приборами теплового контроля можно разделить на четыре группы:

группа I — давление пара до 0,07 МПа включительно;

группа II — давление пара более 0,07 МПа, паропроизводительность менее 4 т/ч;

группа III — давление пара более 0,07 МПа, паропроизводительность от 4 до 35 т/ч;

группа IV — давление пара более 0,07 МПа, паропроизводительность более 35 т/ч.

Водогрейные котельные агрегаты в зависимости от температуры воды можно разделить на две группы:

группа I — температура воды до 115° С включительно;

группа II — температура воды более 115° С.

Для предотвращения аварий паровых (независимо от давления

пара и производительности) и водогрейных котлов при сжигании газообразного и жидкого топлива необходимо предусматривать автоматическое прекращение подачи топлива в следующих случаях:

повышение или понижение давления газоообразного топлива перед горелками, а также понижение давления жидкого топлива, кроме котлов, оборудованных ротационными горелками;

уменьшение разрежения в топке;

понижение давления воздуха перед горелками для котлов, оборудованных горелками с принудительной подачей воздуха;

погасание факелов горелок, отключение которых при работе котлов не допускается;

повышение давления пара при работе котельных без постоянного обслуживающего персонала;

повышение температуры воды на выходе из водогрейных котлов;

повышение или понижение (по сравнению с установленными пределами) уровня воды в барабанах паровых котлов;

повышение или понижение давления воды на выходе из водогрейных котлов;

неисправность цепей защиты, включая исчезновение напряжения (только для котельных II категории).

Для паровых и водогрейных котлов с механизированными слоевыми топками и с камерными топками для сжигания твердого топлива предусматривают автоматическое отключение подачи топлива и выключение тягодутьевых установок в таких случаях:

понижение давления воздуха за дутьевыми вентиляторами или под решеткой;

уменьшение разрежения в топке;

погасание факела (для камерных топок);

повышение или понижение уровня воды в барабанах паровых котлов;

повышение температуры, а также повышение или понижение давления воды на выходе из водогрейных котлов;

уменьшение расхода воды через водогрейные котлы;

неисправность цепей защиты.

Для водогрейных котлов с температурой воды 115° С и ниже при понижении давления воды за котлом и уменьшении расхода воды через котел автоматическое прекращение подачи газообразного, жидкого и твердого топлива, а также выключение тягодутьевых установок не требуется.

Кроме приборов теплового контроля, устанавливаемых у котельных агрегатов (непосредственно у мест замера или сгруппированных в щитах), предусматривают:

а) показывающие приборы для измерения температуры и давления воды в подающих и обратных трубопроводах тепловых сетей, температуры и давления питательной воды (в магистралях); температуры конденсата, возвращаемого в котельную; температуры и давления жидкого топлива и давления газообразного топлива (на входе в котельную и в магистралях перед котлами);

б) регистрирующие приборы для измерения температуры перегретого пара, направляемого потребителям (в общем паровом коллекторе), воды в трубопроводах систем теплоснабжения и горячего водоснабжения (в подающих и обратных), возвращаемого конденсата; давления пара, направляемого потребителям (в общем паровом коллекторе), воды в трубопроводах систем теплоснабжения и горячего водоснабжения (в подающих и обратных); расхода (суммиру-

ющие приборы) воды в подающих трубопроводах системы теплоснабжения и горячего водоснабжения, воды, поступающей на подпитку тепловой сети, циркуляционной воды системы горячего водоснабжения, возвращаемого конденсата, природного газа в общем газопроводе котельной, жидкого топлива (в подающем и циркуляционном трубопроводах системы мазутоснабжения).

Деаэрационные установки системы водоподготовки оборудуют приборами для измерения температуры и уровня в баках деаэрированной воды, температуры воды, поступающей в деаэратор, показывающими и регистрирующими приборами для измерения давления пара в деаэраторах атмосферного и повышенного давления, а также вакуума в вакуумных деаэраторах.

Насосные установки различного назначения оборудуют показывающими приборами для измерения давления перекачиваемой среды во всасывающих (после запорной арматуры) и в напорных (до запорной арматуры) патрубках насосов, давления пара перед паровыми насосами и после насосов при использовании отработавшего пара.

Установки для нагрева воды и мазута оборудуют показывающими приборами для измерения температуры нагреваемой и греющей среды до и после каждого подогревателя; давления нагреваемой среды в общем трубопроводе до подогревателей и за каждым подогревателем; давления пара, поступающего к подогревателям.

Водоподготовительные установки оборудуют показывающими приборами для измерения давления воды до и после каждого фильтра; расхода воды, поступающей к каждому ионитному фильтру (при установке двух фильтров расходомер общий на оба фильтра); воды, поступающей на водоподготовку (суммирующий прибор), на взрыхление фильтров (после каждого механического фильтра), а также расхода воды, поступающей к каждому эжектору для приготовления регенерационного раствора и замера уровня в баках декарбонизированной или осветленной воды.

В установках для снабжения котельных жидким топливом предусматривают показывающие приборы для измерения температуры топлива и жидких присадок в баках, давления топлива до и после фильтров, уровня топлива в баках и приемной емкости.

Редукционные, редукционно-охладительные и охладительные установки оборудуют показывающими приборами для измерения температуры перегретого и охлажденного пара, давления пара в подводящем паропроводе и после редуцирования.

411. Приборы теплового контроля (показывающие) для паровых и водогрейных котельных агрегатов

Контролируемые параметры	Паровые агрегаты				Водогрейные агрегаты	
	группа I ($P \leqslant 0{,}07$ МПа)	группа II ($P > 0{,}07$ МПа; $D < 4$; т/ч)	группа III $P > 0{,}07$ МПа; $D = 4 \ldots 35$ т/ч)	группа IV ($P > 0{,}07$ МПа; $D \geqslant 35$ т/ч)	группа I ($t \leqslant 115$°С)	группа II ($t > 115$°С)
Температура: пара за пароперегревателем до главной паровой задвижки	—	—	+	+[1]	—	—

Продолжение табл. 411

Контролируемые параметры	Паровые агрегаты				Водогрейные агрегаты	
	группа I ($P \leqslant 0{,}07$ МПа)	группа II ($P > 0{,}07$ МПа; $D < 4$ т/ч)	группа III $P > 0{,}07$ МПа; $D = 4 \ldots 35$ т/ч)	группа IV ($P > 0{,}07$ МПа; $D \geqslant 35$ т/ч)	группа I ($t \leqslant 115$°С)	группа II ($t > 115$°С)
питательной воды за экономайзером	—	—	+	+	—	—
питательной воды в общей магистрали перед котлами	—	+	—	—	—	—
воды на входе в котел после запорной арматуры	—	—	—	—	—	+[2]
воды на выходе из котла до запорной арматуры	—	—	—	—	+	+[2]
воды в общем трубопроводе перед водогрейными котлами	—	—	—	—	+	—
уходящих газов	—	—	+	+[1]	—	+[3]
воздуха до и после воздухоподогревателя	—	—	+	+	—	+
пылевоздушной смеси в пылепроводах перед горелками при транспортировке пыли горячим воздухом	—	—	—	+	—	—
Давление:						
пара в барабане котла	+	+	+[4]	+[4]	—	—
перегретого пара до главной паровой задвижки	—	—	+	+[1]	—	—
пара у мазутных форсунок	—	—	+	+	—	—
питательной воды на входе в экономайзер после регулирующего органа	—	—	+	+	—	—
питательной воды в общей магистрали перед котлами	—	+	—	—	—	—
воздуха после дутьевого вентилятора	+	+	+	+	+	+
воздуха после каждого регулирующего органа для котлов, имеющих зонное дутье	—	+	+	+	+	+
воздуха перед горелками за регулирующими устройствами	+	+	+	+	+	+
воздуха перед пневмозабрасывателями	—	+	+	+	—	+
воздуха после регулирующего органа у каждого котла	+	—	—	—	+	+
жидкого и газообразного топлива перед горелками за регулирующим органом	+	+	+	+	+	+

Продолжение табл. 411

Контролируемые параметры	Паровые агрегаты				Водогрейные агрегаты	
	группа I ($P \leqslant 0{,}07$ МПа)	группа II ($P > 0{,}07$ МПа; $D < 4$ т/ч)	группа III ($P > 0{,}07$ МПа; $D = 4 \ldots 35$ т/ч)	группа IV ($P > 0{,}07$ МПа; $D \geqslant 35$ т/ч)	группа I ($t \leqslant 115$°С)	группа II ($t > 115$°С)
воды на входе в котел после запорной арматуры и на выходе из котла до запорной арматуры	—	—	—	—	—	+
Разрежение:						
в топке котла	+	+	+	+	+	+
перед дымососом	+	—	+	+	—	+
за котлом	+	—	—	—	+	+
Расход:						
пара от котла	—	—	+[1]	+[1]	—	—
пара в общем паропроводе от котлов	+[3]	—	—	—	—	—
жидкого и газообразного топлива котлом (суммирующие приборы)	—	—	—	+	—	+[5]
питательной воды каждым котлом	—	—	—	+[1]	—	—
воды через котел	—	—	—	—	—	+[3]
Содержание кислорода в уходящих газах	—	—	+[7]	+[6]	—	+[8]
Уровень воды в барабане котла	—	+	+[9]	+[9]	—	—

[1] Показывающий и регистрирующий прибор.

[2] Показывающий и регистрирующий прибор только по требованию завода — изготовителя котла о поддержании постоянной температуры воды.

[3] Показывающий и регистрирующий прибор.

[4] Для котлов паропроизводительностью более 10 т/ч должен быть установлен регистрирующий прибор.

[5] При теплопроизводительности котла 125 ГДж/ч и более.

[6] Автоматический газоанализатор.

[7] Переносной газоанализатор.

[8] Для котлов теплопроизводительностью 85 ГДж/ч переносной газоанализатор, а для котлов бо́льшей теплопроизводительности — автоматический газоанализатор (самопищущие приборы).

[9] При расстоянии от площадки, с которой ведется наблюдение за уровнем воды, до оси барабана более 6 м или при плохой видимости водоуказательных приборов на барабане котла дополнительно предусматривают два сниженных указателя уровня: один из указателей должен быть регистрирующим.

Приборы для измерения температуры. В табл. 412 приведены основные технические данные термометров.

Термометры технические стеклянные ртутные. Исполнение П — нижняя часть термометра прямая; исполнение У — нижняя часть термометра угловая (90°).

412. Модификация термометров

№ термометра	Пределы измерения температуры, °С	№ термометра	Пределы измерения температуры, °С
2	—30 . . . 50	8	0 . . . 350
4	0 . . . 100	9	0 . . . 400
5	0 . . . 160	10	0 . . . 450
6	0 . . . 200	11	0 . . . 500
7	0 . . . 300		

Оправы защитные для технических стеклянных термометров предназначены для предохранения термометров от механических повреждений и для установки их в аппаратах, трубопроводах, резервуарах и др.

Термометры манометрические сигнализирующие, предназначенные для измерения температуры сигнализации о заданной температуре, выпускают двух модификаций: ТСМ-100 (пределы измерения от 0 до 100° С) и ТСМ-200 (пределы измерения от 100 до 200° С).

Термометры манометрические предназначены для измерения, регистрации температуры и сигнализации о температуре жидких и газообразных сред; температура измеряемой среды от 0 до 400° С, давление измеряемой среды до 6,4 МПа.

Термометры манометрические самопишущие ТГ2С-711 и ТГ2С-712 служат для измерения и регистрации одновременно двух температур; термометры манометрические показывающие и сигнализирующие — для измерения и сигнализации об отклонении температуры от заданного значения.

Термометры сопротивления платиновые, медные и термометры термоэлектрические (термопары) предназначены для измерения температуры жидких и газообразных сред. Пределы измерений, °С: термометры сопротивления платиновые ТСП-5071 — от —200 до +600; термометры сопротивления медные ТСМ-5071 — от —50 до +150; термометры термоэлектрические (термопары) ТХА-0515 — от —50 до +900; термометры термоэлектрические (термопары) ТХК-0515 — от —50 до +600.

Выпускают термометры на давление среды от 0,4 до 6,4 МПа.

Лагометры профильные показывающие Л-64 предназначены для измерения температуры в пределе от 0 до 100° С в комплекте с термометрами сопротивления, а лагометры регулирующие двухпозиционные ЛР-64-02 — для измерения и двухпозиционного регулирования (сигнализации) температуры в том же пределе, также в комплекте с термометрами сопротивления.

Уравновешенные мосты переменного тока КСМ предназначены для измерения, записи и регулирования (при наличии регулирующего устройства) температуры жидких и газообразных сред.

Уравновешенные мосты работают в комплекте с одним (одноточечные мосты) или несколькими (многоточечные мосты) термометрами сопротивления стандартных градуировок.

Показания прибора отсчитываются при помощи указателя по шкале и записываются на диаграммной ленте.

Переключатели ПМГ для термометров сопротивления. Многоточечные щеточные поворотные переключатели ПМТ-4, ПМТ-6, ПМТ-8, ПМТ-12 и ПМТ-20 предназначены для работы в схемах с термометрами сопротивления. Число точек подключения соответствует индексу прибора — 4, 6, 8, 12 и 20.

Приборы для измерения давления и разрежения. Для измерения давления, перепада давления и разрежения в газовом тракте котельных агрегатов и в тягодутьевых установках применяют тягонапоромеры и напоромеры (табл. 413).

Для измерения давления и разрежения неагрессивных жидкостей, пара и газов используют манометры и мановакуумметры показывающие, записывающие и сигнализирующие (табл. 414).

При выборе модификации приборов необходимо учитывать, что большинство приборов, за исключением мановакуумметров показывающих и электроконтактных, выпускают в модификациях, исходя из предельных значений давления и разрежения (МПа), соответствующих предварительному ряду чисел — 0,06; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1 (и далее в десятикратном размере), но до максимального значения, указанного в табл. 413, 414.

413. Тягонапоромеры и напоромеры

Наименование и тип прибора	Допустимое статическое давление, кПа	Пределы измерений, кПа, до
Тягонапоромеры дифференциальные жидкостные ТДЖ	50	±6,3
Тягонапоромеры жидкостные ТНЖ-Н	20	±1,6
Тягонапоромеры ТНМП-52	25	±0,12
Напоромеры НМП-52	25	+4

414. Манометры и мановакуумметры

Наименование и тип прибора	Назначение	Температура окружающей среды, °С	Пределы измерений, МПа, до
Манометры показывающие ОБМ1-100, ОБМ1-160	Измерение давления неагрессивных жидкостей, газов, пара	—50 . . . +60	+1,6
Манометры самопишущие с трубчатой пружиной:			
МТС-711 МТС-712	Измерение и регистрация давления	+5 . . . +50	+1,6
МТ2с-711 МТ2с-712	Измерение и регистрация одновременно двух давлений		
Манометры электроконтактные ЭКМ-IV	Измерение и сигнализация о максимальном и минимальном давлении взрывобезопасных жидкостей, газов и пара	0 . . . +60	+1,6
Манометры показывающие, сигнализирующие МП4-III	Измерение и сигнализация измеряемого давления неагрессивных жидкостей, пара и газов	0 . . . +60	+1,6
Мановакуумметры показывающие ОБМВ1-100, ОБМВ1-160	Измерение разрежения и давления неагрессивных жидкостей, пара и газов	50 . . . +60	—0,1—0—2,5

Продолжение табл. 414

Наименование и тип прибора	Назначение	Температура окружающей среды, °С	Пределы измерений, МПа, до
Мановакуумметры электроконтактные ЭКМВ-IV	Измерение и сигнализация о максимальном разрежении и давлении взрывобезопасных жидкостей и газов	0 . . . +60	—0,1—0—0,3
Вакуумметры электроконтактные ЭКВ-IV	Измерение и сигнализация о максимальном разрежении взрывобезопасных жидкостей и газов	0 . . . +60	—0,1

Модификации мановакуумметров показывающих и электроконтактных выпускают с предельными значениями давления 0,06; 0,15; 0,3; 0,5; 0,9; 1,5, 2,5 МПа.

Датчики-реле напора и тяги ДНТ и перепада давления ДПН предназначены для сигнализации о предельных значениях напора, тяги и перепада давления неагрессивных газов, воздуха и жидкости. Предел настройки от —0,1 до +1 КПа.

Датчики-реле напора ДН, тяги ДТ и давления ДД предназначены для сигнализации о предельных значениях напора, тяги и давления неагрессивных газов и воздуха (ДН, ДТ) и давления жидкости и неагрессивных газов (ДД).

Датчики-реле напора и тяги ДН и ДТ выпускают четырех модификаций с максимальным пределом настройки 0,25—2,5 КПа, а датчики-реле давления — восьми модификаций с максимальным пределом настройки 160—1600 КПа.

Краны-переключатели КП-3 и КП-6 предназначены для поочередного соединения одного тягонапоромера с тремя (КП-3) или шестью (КП-6) импульсными линиями.

Дифференциальные манометры предназначены для измерения расхода жидкости, пара и газа по перепаду давлений в сужающих устройствах (дифманометры-расходомеры); перепада давлений жидкости, пара и газа (дифманометры-перепадомеры); уровня жидкости, находящейся под атмосферным или избыточным давлением.

В табл. 415 даны рекомендации по выбору типа дифманометра для заданных контрольно-измерительных условий.

В табл. 416 приведены основные данные приборов, предназначенных **для измерения уровня жидкости, нефтепродуктов и сыпучих материалов** (углей), находящихся в различных резервуарах, бункерах и др.

В табл. 417 приведены данные о назначении выпускаемых промышленностью автоматических регуляторов прямого и непрямого действия, об исполнительных механизмах привода регулирующих устройств (задвижек, вентилей, заслонок и др.).

В табл. 418 приведены основные данные регулирующей, отсечной и предохранительной арматуры, применяемой в системах автоматического регулирования и безопасности котельных установок.

Системы автоматизации котельных. **Унифицированная система комплексной автоматизации микрокотлов АМК** (табл. 419) предназначена для комплексного автоматического регулирования, управления и защиты паровых (производительностью до 1 т/ч) и водогрейных микрокотлов.

415. Области применения дифманометров

Дифманометр		Выполняемые функции							
			по расходу				по уровню		
тип	наименование	регистрация давления	измерение	регистрация	суммирование	сигнализация	измерение	регистрация	сигнализация
ДП-710Р и ДП-710чР	Поплавковый самопишущий	—	—	+	—	—	—	+	—
ДП-712Р	Поплавковый самопишущий с интегратором	—	—	+	+	—	—	+	—
ДП-778Р и ДП-778	Поплавковый показывающий с сигнальным устройством	—	+	—	—	+	+	—	+
ДП-780Р и ДП-780	Поплавковый показывающий	—	+	—	—	—	+	—	—
ДП-781Р	Поплавковый показывающий с интегратором	—	+	—	+	—	+	—	—
ДСС-710Н	Сильфонный самопишущий	—	—	+	—	—	—	+	—
ДСС-712Н	Сильфонный самопишущий с интегратором	—	—	+	+	—	—	—	—
ДСС-732С	Сильфонный самопишущий с дополнительной записью давления с интегратором	+	—	+	+	—	—	—	—
ДСС-734Н и ДСС-734чН	Сильфонный самопишущий с дополнительной записью давления	+	—	+	—	—	—	—	—
ДСП-778Н	Сильфонный показывающий с сигнальным устройством	—	+	—	—	+*	+	—	+*
ДСП-780Н	Показывающий	—	+	—	—	—	+	—	—
ДСП-781Н	Показывающий с интегратором	—	+	—	+	—	—	—	—
ДМ (модель 3573)	Мембранный	—	+	—	—	—	+	—	—

2

* Сигнализация о предельном значении параметра.

Примечание. Приборостроительный завод (г. Ивано-Франковск) выпускает дифманометр колокольный ДКО (модель 3702), предназначенный для замера расхода, разрежения, избыточного давления.

416. Приборы для измерения уровня

Наименование и тип прибора	Назначение	Предел измерения, м	Температура контролируемой жидкости, °С	Давление контролируемой жидкости, МПа
Датчики уровня поплавковые электрические ДПЭ	Контроль уровня неагрессивных жидкостей в различных резервуарах	До 10	—50 . . . +125	До 0,6

Продолжение табл. 416

Наименование и тип прибора	Назначение	Предел измерения, м	Температура контролируемой жидкости, °С	Давление контролируемой жидкости, МПа
Регулятор-сигнализатор уровня типа ЭРСУ-3	Для сигнализации и поддержания в заданных пределах уровня воды и жидких электропроводных сред в емкости	—	До 200	До 2,5
Сигнализаторы уровня электронные ЭСУ-1М, ЭСУ-2М	Для сигнализации отклонения уровня жидкости (воды, кислотных, соляных и щелочных растворов) от заданного значения	До 2	—60 . . . +250	До 2,5
Устройство УМ-2-32-ОНБТ-21М	Для измерения уровня мазута и сигнализации о его предельных значениях	1,25—20	До 80	—
Измеритель уровня УДУ-5М	Для измерения уровня нефтепродуктов в резервуарах	0—12	—50 . . . 100	0,03
Реле искробезопасного контроля сопротивлений ИКС-2Н	Для контроля и сигнализации об уровне сыпучих материалов (углей в бункерах и течках) В комплекте реле применяется датчик уровня ДУ	До 6	—10 . . . +35	—

417. Автоматические регуляторы

Наименование регулятора, характеристика	Назначение
Регуляторы прямого действия	
Регуляторы температуры прямого действия РТ ($D_у$=15. . . 80 мм; пределы регулирования 20 . . . 180° С; давление среды до 1 МПа)	Поддержание заданной температуры жидких и газообразных сред
Клапаны регулирующие прямого действия «до себя» типа 21ч12нж и «после себя» 21ч10нж ($D_у$=50 . . . 150 мм; общий предел регулирования 15—1300 кПа; температура регулируемой среды от —15 до +300° С; условное давление среды — до 1,6 МПа)	Регулирование давления воды, пара, воздуха и нефтепродуктов
Регуляторы уровня для деаэраторов Б-11ч-5 ($D_у$=80 и 150 мм; условное давление среды 0,6 МПа; температура среды до 105° С)	Поддержание заданного уровня воды в деаэраторах
Регуляторы уровня Т ($D_у$=50, 80 и 100 мм; условное давление среды до 2,5 МПа)	Регулирование уровня воды в сосудах под давлением, деаэраторах, теплообменниках

Продолжение табл. 417

Наименование регулятора, характеристика	Назначение
Регуляторы непрямого действия	
Система автоматического регулирования «Контур»	Регулирование и управление технологическими процессами котельных. Регулирующие приборы системы Р-25 работают с гидравлическими и электрическими исполнительными механизмами
Электронные регулирующие приборы РПИБ	Для регулирования различных технологических процессов в котельных
Электронный импульсатор РПИБ-Ш-И	Для импульсного дозирования веществ (например, реагентов водоподготовительных установок)
Электронные корректирующие приборы КПИ	Для автоматического регулирования технологических процессов котельных
Переключатель ламповый с контактным выходом ПЛК-П	Для сигнализации о предельных значениях параметров
Дифференциаторы ламповые ДЛ-П и ДЛ-Т	Для автоматического регулирования технологических процессов котельных
Сумматор сигналов переменного тока СП-63	То же
Размножитель сигналов переменного тока РП-63	Для автоматического регулирования технологических процессов котельных
Устройство динамической связи КСД-Б	То же
Исполнительные механизмы	
Электрический исполнительный механизм МЭК-10к/120	В системах с контактным управлением совместно с реверсивным пускателем типа МКР-0-58. Номинальный момент на выходном валу 100 Дж
Однооборотный электрический исполнительный механизм ИМТМ-4/2,5	В системах с контактным управлением, снабжен концевыми выключателями. Номинальный момент на выходном валу 40 Дж

Продолжение табл. 417

Наименование регулятора, характеристика	Назначение
Однооборотный электрический исполнительный механизм МЭО-63/10-0,25К-73	В системах с контактным управлением. Снабжен концевыми и путевыми выключателями. Номинальный момент на выходном валу 630 Дж
Гидравлические исполнительные механизмы ГИМ поставляют комплектно с редукционным клапаном РК-2 для поддержания давления воды в заданных пределах	В различных системах автоматического регулирования. Давление воды перед электрогидрореле 0,11—0,16 МПа. Максимальный момент на выходном валу 7000 Дж при давлении воды 0,13 Мпа

418. Регулирующая, отсечная и предохранительная арматура

Наименование и тип арматуры	Назначение	Условный диаметр D_y, мм	Максимально допустимые параметры регулируемой среды	
			температура, °С	условное давление, МПа
Поворотные регулирующие заслонки ПРЗ	В системах автоматического регулирования для изменения расхода пара, газа или воздуха	100—500	От —40 до +200	0,25
То же, ЗМС	То же, для изменения расхода пара или газа	25—100	От —40 до +200	0,1
Клапаны регулирующие игольчатые 9с-3-3 и 9с-4	Для ручного и автоматического регулирования расхода воды и давления пара. Запорными органами служить не могут	20—50	425	6,4
Клапаны регулирующие (поворотные) 6с-7, 6с-8 и 6с-9	То же	50—250	—	2,5—10
Клапаны регулирующие Т	Для регулирования питания паровых котлов	50—150	200, 145	6,4; 10
Отсечные клапаны ЗСК	Для отсечки жидкого топлива при срабатывании схемы безопасности котлоагрегата	15—32	200	2,5
Малогабаритные предохранительные клапаны низкого давления ПКН	Для отсечки газообразного топлива. Диапазон контролируемого давления от 0,3 до 60 КПа	80; 100; 200	—	—
То же, высокого давления ПКВ	То же, диапазоны контролируемого давления от 3 до 600 КПа	80; 100; 200	—	—

419. Унифицированная система комплексной автоматизации микрокотлов

Модификация системы	Тип котла	Паропроизводительность, т/ч	Циркуляция	Топливо
АМК-I-Г	Паровой	До 1	Естественная	Газ низкого давления
АМК-II-Г	»	0,2—0,4	»	То же
АМК-III-Г	»	0,2—0,4	Принудительная	»
АМК-В-Г	Водогрейный	—	—	»
АМК-I-Ж	Паровой	До 1	Естественная	Жидкое
АМК-II-Ж	»	0,2—0,4	»	»
АМК-III-Ж	»	0,2—0,4	Принудительная	»
АМК-В-Ж	Водогрейный	—	—	»

Комплектность поставки системы:

1) блок управления БУ-М для управления работой котла и регулирования его параметров;

2) датчик реле давления пара ДД-10-20к для аварийной остановки котла при повышении давления пара сверх установленного;

3) клапаны газовые К-70, К-40, К-20 для подачи газа при различных нагрузках котла;

4) блок соленоидов БС-М для подачи газа к запальнику и управления газовыми клапанами;

5) трансформатор зажигания ТЗ-2 для воспламенения топлива, поступающего к запальнику;

6) электромагнитный исполнительный механизм ЭИМ, предназначенный для регулирования работы дутьевого вентилятора, дымососа, питательного насоса;

7) фотоэлектрический датчик пламени ФД для контроля наличия пламени при работе котла на жидком топливе;

8) исполнительный механизм термостата ИМТ для аварийной остановки котла при прекращении циркуляции (принудительной) воды;

9) колонка уровнемерная УК (применяется в схеме регулирования уровня и защиты котлоагрегата при упуске воды);

10) реле давления РД-12 (исполнение 1) для защиты при повышении температуры горячей воды и при понижении давления жидкого топлива;

11) реле давления РД-8-Т (может применяться вместо датчика-реле давления ДД-10-20К);

12) комбинированные реле КРД-1 и КРД-2 для регулирования температуры жидкого топлива;

13) датчик аварийного уровня греющей воды ДАУ;

14) датчик-реле напора ДН-250-10К для аварийной остановки котла при прекращении подачи воздуха вентилятором.

Устройство управляющее КУРС-101 используют в схемах автоматизации паровых и водогрейных котлов (давление пара до 0,07 МПа при температуре воды до 115° С), предназначенных для работы на газообразном и жидком топливе, устанавливаемых в котельных тепличных комбинатов. Устройство обеспечивает автоматический

пуск и остановку котлов, регулирование работы котлов при изменении нагрузки, защиту котла при аварийных режимах с соответствующей сигнализацией.

Система автоматизации отопительных котельных АМКО (табл. 420) предназначена для автоматического регулирования как отдельных агрегатов (водогрейных — при нагреве воды до 115° С и паровых — при давлении пара до 0,07 МПа при их работе на газообразном и жидком топливе), так и всей котельной.

Система предусматривает полуавтоматический пуск котельных агрегатов, поддержание заданных и требуемых параметров теплоносителя, уровня воды в котле, давления воздуха, разрежения в топке и защиту при аварийных режимах в соответствии со СНиП II-35-76 «Котельные установки».

420. **Области применения системы АМКО**

Модификация системы	Область применения	
	тип котлов	топливо
АМКО-ОК-I	Водогрейные	Газ, жидкое
АМКО-ОК-II	Паровые	То же
АМКО-К-I	Водогрейные	Газ низкого давления
АМКО-К-II	»	Газ среднего давления
АМКО-К-III	»	Жидкое
АМКО-К-IV	Паровые	Газ низкого давления
АМКО-К-V	Паровые	Газ среднего давления
АМКО-К-VI	»	Жидкое

Система автоматизации КУРС-300 предназначена для автоматизации регулирования и защиты при аварийных режимах паровых котлов ДЕ паропроизводительностью от 4 до 25 т/ч при работе на газообразном и жидком топливе.

14. ТОПЛИВО, СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТОПЛИВНОЕ ХОЗЯЙСТВО

14.1. Топливо. За *условное* принято топливо, низшая теплота сгорания которого на рабочую массу $Q_н^р$ составляет 29 400 кДж/кг.

Отношение низшей теплоты сгорания натурального (рабочего) топлива к теплоте сгорания условного топлива называется *калорийным эквивалентом* $Э_к$:

$$Э_к = Q_н^р / 29\,400.$$

Перевод натурального топлива $B_н$ в условное $B_у$ выполняют умножением количества натурального топлива на калорийный эквивалент:

$$B_у = Э_к B_н.$$

Перевод условного топлива в натуральное выполняют делением количества условного топлива на калорийный эквивалент:

$$B_н = B_у / Э_к.$$

Технический эквивалент $Э_т$ — отношение полезно использованного количества тепла натурального топлива к теплоте сгорания условного топлива:

$$Э_т = Q_н^р \eta_{к.у} / 29400,$$

где $\eta_{к.у}$ — коэффициент полезного действия котельной установки в долях единицы.

Технический эквивалент для одного и того же топлива всегда меньше калорийного эквивалента; его используют при определении удельных норм и фактического расхода топлива.

Приведенной влажностью, зольностью и сернистостью топлива называется процентное содержание в топливе влаги, золы и серы (по рабочему составу), отнесенное к 4200 кДж низшей теплоты сгорания топлива.

Приведенная влажность топлива

$$W^п = 4200 W^р / Q_н^р.$$

Приведенная зольность топлива

$$A^п = 4200 A^р / Q_н^р.$$

Приведенная сернистость топлива

$$S^п = 4200 S^р / Q_н^р.$$

Здесь $W^р$, $A^р$ и $S^р$ — соответственно влажность, зольность и сернистость топлива по рабочему составу (%);

$$S^р = S_{ор}^р + S_к^р,$$

где $S_{ор}^р$ — сера органическая, %; $S_к^р$ — сера колчеданная, %; $Q_н^р$ — низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг.

В технической литературе, выпускавшейся до 1976 г., теплота сгорания природного газа указана по сухому составу газа «$Q_н^с$, ккал/нм³». Учитывая, что для природного газа $Q_н^р = Q_н^с$, в настоящее время теплота сгорания природного газа принимается по рабочему составу в килоджоулях на кубический метр (кДж/м³) сухого газа (при 0° С и 0,1 МПа).

В табл. 421 приведены данные для определения количества воздуха, необходимого для сжигания заданного расхода топлива, определения производительности дутьевых установок, выбора типа дутьевых агрегатов, а также для тепловых расчетов котельных установок, расчета тяги, определения производительности дымососных установок, выбора типа дымососов.

421. Основные виды котельно-печного топлива

Вид топлива, бассейн, месторождения	Марка и группа топлива	Низшая теплота сгорания $Q_н^р$ кДж/кг (кДж/м³ для газообразного топлива)	Калорийный эквивалент $Э_к$	Теоретически необходимый объем воздуха $V_0^н$ (при 0° С и 0,1 МПа) для сгорания 1 кг (1 м³) топлива, м³/кг (м³/м³)	Теоретический объем продуктов сгорания 1 кг (м³) топлива $V_г^н$ (при 0° С и 0,1 МПа) при $\alpha=1$, м³/кг (м³/м³)	Приведенные характеристики топлива, %		
						влажность $W^п$	зольность $A^п$	сернистость $S^п$
Угли								
Донецкий бассейн	Д	19 656	0,67	5,16	5,67	2,78	4,65	0,65
	Г	22 092	0,751	5,83	6,28	1,52	4,37	0,61
	Ж, К, О, С	18 060	0,615	4,77	5,16	2,09	8,26	0,58
	А	22 638	0,771	6,04	6,32	1,58	4,24	0,32
	ПА	25 326	0,862	6,64	6,97	0,83	3,47	0,4
	Т	24 276	0,825	6,43	6,79	0,87	4,11	0,48
Львовско-Волынский бассейн	Г	22 050	0,751	5,75	6,23	1,90	3,77	0,5
Днепровский бассейн	Брикет	16 926	0,576	4,51	5,42	4,92	3,97	0,8
Месторождения Кавказа:								
Ткибульское	Г	17 976	0,611	4,71	5,22	3,03	6,31	0,3
Ткварчельское	Ж	16 800	0,572	4,48	4,92	2,87	8,75	0,32
Ахалцихское	БЗ	11 298	0,384	3,02	3,5	7,88	13,6	0,5
Печорский бассейн:								
Интинское	Д	18 354	0,625	4,88	5,35	2,52	5,81	0,6
Воркутинское	Ж	23 730	0,808	6,15	6,58	0,97	4,18	0,14
Кизеловский бассейн	Г	19 740	0,672	5,33	5,73	1,28	6,60	1,3
Южно-Уральский бассейн	Брикет	19 152	0,651	5,11	6,15	3,94	2,48	0,22
Кузнецкий бассейн	Д	22 890	0,778	6,02	6,58	2,20	2,42	0,06
	Г	26 208	0,891	6,88	7,42	1,36	1,76	0,08

	Ж, К, ОС	21 000	0,715	4,75	4,97	1,40	6,14	0,14
	СС	23 940	0,815	6,26	6,73	1,58	3,20	0,05
	Т	26 250	0,893	6,83	7,22	1,04	2,70	0,06
Канско-Ачинский бассейн (Ирша-Бородинское)	Б2	15 708	0,534	4,24	4,98	3,82	1,61	0,05
Минусинский бассейн (Хакасское)	Д	21 378	0,727	5,69	6,25	2,61	2,6	0,1
Иркутский бассейн:								
Черемховское*	Д	17 934	0,61	4,72	5,21	3,04	6,32	0,26
Азейское	Б3	17 388	0,591	4,59	5,25	6,04	3,08	0,1
Забайкальские месторождения:								
Черновское	Б2	14 532	0,494	4,22	4,94	9,69	3,79	0,14
Харанорское	Б1	12 516	0,426	3,48	4,24	13,6	2,88	0,1
Гусиноозерское	Б3	16 422	0,559	4,39	5,01	6,01	4,3	0,13
Тарбагатайское	Б2	16 422	0,559	4,39	4,82	8,06	3,28	0,54
Букачачинское	Г	26 796	0,912	7,01	7,54	1,25	1,44	0,09
Буреинский бассейн (Ургальское)	Г6	20 118	0,684	5,25	5,68	1,57	6,18	0,83
Угли Дальнего Востока (месторождения):								
Кивда-Райчихинское*	Б2	12 768	0,434	3,56	4,3	12,33	3,09	0,1
Липовецкое*	Д	18 312	0,623	4,75	5,17	1,38	7,76	0,09
Артемовское*	Б3	13 356	0,455	3,55	4,15	7,55	7,64	0,09
Тавричанское*	Б3	17 136	0,583	4,53	5,06	3,43	6,1	0,1
Сучанское*	Т	24 318	0,826	6,41	6,77	0,86	3,94	0,09
Подгороднен-ское	Т	18 438	0,626	4,91	5,21	0,91	9,18	0,09
Майхинское*	Б2	13 650	0,465	3,64	4,01	10,65	3,6	0,8
Хасанское*	Б3	17 514	0,596	4,67	5,14	5,94	6,15	0,1
Смоляниновское*	Б2	11 550	0,393	3,08	3,4	13	6,75	0,7
Реттиховское*	Б1	10 080	0,343	2,71	3,48	17,71	7,21	0,08
Чихезское*	Б1	10 752	0,366	2,99	3,8	16,8	4,88	0,08

Продолжение табл. 421.

Вид топлива, бассейн, месторождение	Марка и группа топлива	Низшая теплота сгорания $Q_н^р$, кДж/кг (кДж/м³ для газообразного топлива)	Калорийный эквивалент $Э_к$	Теоретически необходимый объем воздуха $V_0^н$ (при 0° С и 0,1 МПа) для сгорания 1 кг (1 м³) топлива, м³/кг (м³/м³)	Теоретический объем продуктов сгорания 1 кг (м³) топлива $V_г^н$ (при 0° С и 0,1 МПа) при $\alpha=1$, м³/кг (м³/м³)	Приведенные характеристики топлива, %		
						влажность $W^п$	зольность $A^п$	сернистость $S^н$
Угли о. Сахалина	Д*	22 974	0,782	5,32	5,85	2,1	4,04	0,07
	Г*	25 662	0,873	6,7	7,25	1,55	2,08	0,08
	Ж	28 056	0,954	7,48	8,25	1,08	1,7	0,06
	БЗ*	16 464	0,56	4,36	4,96	5,1	5,1	0,05
Ленский бассейн:								
Сангарское	Д	24 318	0,827	6,37	6,93	1,73	2,33	0,03
Джебарики-Хайское	Д	23 100	0,786	6,08	6,64	2	2,02	0,04
Кангаласское	Б2	17 094	0,582	4,55	5,02	7,38	2,42	0,07
Согинское (б. Тикси)	Б1	13 692	0,466	3,65	4,05	12,6	0,82	0,09
Нерюнгринское	СС	24 759	0,843	6,51	6,97	1,61	2,16	0,03
Зырянский бассейн (Аркагалинское)	Д	19 488	0,663	5,19	5,72	3,86	2,09	0,71
Угли Казахской ССР:								
Карагандинский*	К	21 378	0,727	5,6	6,02	1,57	5,42	0,16
Экибастузское	СС	16 800	0,571	4,42	4,79	1,75	9,53	0,2

Угли Узбекской ССР*:								
Ангренское	Б2	13 860	0,471	3,81	4,47	10,45	3,97	0,38
Шаргуньское	СС	25 704	0,874	6,85	7,55	0,9	2,95	0,11
Угли Киргизской ССР*:								
Кызыл-Кийское	Б3	15 834	0,539	4,3	4,92	7,43	3,82	0,24
Алмалыкское	Б3	13 902	0,473	3,71	4,08	7,19	5,86	0,18
Сулюктинское	Б3	17 934	0,61	4,79	5,37	5,14	3,12	0,12
Кок-Янганское*	Д	21 588	0,734	5,67	6,17	2,04	3,48	0,33
Ташкумырское*	Д	18 396	0,626	4,87	5,39	3,31	4,89	0,27
Джергаланское*	Д	25 242	0,859	6,74	7,4	1,68	1,62	0,15
Угли Таджикской ССР (Шурабское)*	Б3	16 254	0,553	4,47	5,1	7,63	2,38	0,26
Горючие сланцы								
Эстонская ССР	—	10 878	0,37	2,99	3,57	4,54	15,45	0,54
Ленинградская обл.	—	8 148	0,277	2,32	2,86	5,93	24,2	0,83
Куйбышевская обл.	—	5 964	0,203	1,8	2,25	12,3	37,2	2,62
Саратовская обл.	—	5 670	0,193	1,7	3,16	12,95	39,2	2,75
Торф:								
фрезерный	—	8 484	0,289	2,38	3,3	25,8	3,25	0,05
кусковой	—	9 282	0,316	2,48	3,19	—	—	—

Продолжение табл. 421

Вид топлива, бассейн, месторождение	Марка и группа топлива	Низшая теплота сгорания $Q_н^р$ кДж/кг (кДж/м³ для газообразного топлива)	Калорийный эквивалент $Э_к$	Теоретически необходимый объем воздуха $V_о^н$ (при 0° С и 0,1 МПа) для сгорания 1 кг (1 м³) топлива, м³/кг (м³/м³)	Теоретический объем продуктов сгорания 1 кг (м³) топлива $V_г^н$ (при 0° С и 0,1 МПа) при $\alpha=1$, м³/кг (м³/м³)	Приведенные характеристики топлива, %		
						влажность $W^п$	зольность $A^п$	сернистость $S^п$
Дрова	—	10 248	0,349	2,81	3,75	—	—	—
Жидкое топливо								
Бензин	—	43 830	1,493	11,7	—	—	—	—
Керосин	—	43 092	1,466	11,5	—	—	—	—
Дизельное, автотракторное горючее	—	42 756	1,454	11,39	—	—	—	—
Соляровое масло	—	42 462	1,444	11,31	—	—	—	—
Моторное топливо	—	41 496	1,411	11,05	—	—	—	—
Мазут малосернистый и сернистый	40	41 370	1,407	10,62	11,48	—	—	0,03
	100	40 950	1,393	10,62	11,48	—	—	0,03
Мазут высокосернистый	40	40 530	1,379	10,2	10,99	—	—	0,29
	100	40 152	1,366	10,2	10,99	—	—	0,29
	200	39 900	1,357	10,2	10,99	—	—	0,3
Природный газ								
Азербайджанская ССР	—	36 792	1,251	9,82	11,1	—	—	—
Башкирская АССР	—	35 910	1,221	9,58	10,82	—	—	—

Волгоградская обл.	—	34 944**	1,189	9,32	10,55	—	—	—
Коми АССР	—	33 373—34 524***	1,135—1,174	8,89—9,2	10,05—10,4	—	—	—
Краснодарский край	—	35 574	1,21	9,49	10,75	—	—	—
Куйбышевская обл.	—	36 834	1,253	9,83	11,1	—	—	—
Львовская обл. УССР	—	33 222—35 784***	1,13—1,217	8,87—9,54	10,08—10,8	—	—	—
Полтавская обл.	—	31 290	1,064	8,35	9,44	—	—	—
Саратовская обл.	—	34 146—38 094***	1,161—1,296	9,10—10,18	10,3—11,55	—	—	—
Ставропольский край	—	33 474	1,139	8,93	10,01	—	—	—
Туркменская ССР	—	32 760	1,114	8,74	9,85	—	—	—
Тюменская обл.	—	35 406	1,204	9,44	10,65	—	—	—
Узбекская ССР	—	33 600—38 136***	1,143—1,297	8,96—10,19	10,15—11,5	—	—	—
Харьковская обл.	—	34 986	1,19	9,33	10,55	—	—	—
Якутская АССР	—	34 482	1,173	9,2	10,4	—	—	—

* Низшая теплота сгорания (средняя по марке).

** Теплота сгорания $Q_н^р$ средняя по месторождениям области.

*** Пределы изменения теплоты сгорания $Q_н^р$ по месторождениям республик, областей.

Примечание. Условные обозначения: а) каменные угли: Д — длиннопламенный; Г — газовый; Ж — жирный; ОС — отощенный спекающийся; СС — слабоспекающийся; Т — тощий; б) бурые угли: Б1 — $W^р$ более 40%; Б2 — $W^р$ от 30 до 40%; Б3 — $W^р$ до 30%.

422. Классификация углей по размеру кусков

Класс	Условное обозначение	Размер кусков, мм	Класс	Условное обозначение	Размер кусков, мм
Плитный	П	Более 100	Семечко	С	6—13
Крупный	К	50—100	Штыб	Ш	0—6
Орех	О	25—50	Рядовой	Р	0—200
Мелкий	М	13—25			

423. Классификация топлива по содержанию золы

	Содержание приведенной золы $A^{п}$, %:
$A^{п} < 4$	малозольные (антрациты, каменные угли)
$A^{п} = 8 . . . 10$	среднезольное
$A^{п} = 20 . . . 40$	высокозольное

424. Классификация топлива по содержанию влаги

	Содержание приведенной влаги $W^{п}$, %:
$W^{п} < 3$	маловлажное
$W^{п} = 3 . . . 8$	средневлажное
$W^{п} \geqslant 9$	высоковлажное

425. Топочные мазуты (ГОСТ 10585—75)

Величина, единица величины	Мазут топочный марки			Мазут флотский марки	
	40	100	200	Ф5	Ф12
Вязкость условная, градусов условной вязкости (УВ):					
при 50° С	—	—	—	5	12
» 80° С	8,0	15,5	—	—	—
» 100° С	—	—	6,5—9,5	—	—
Зольность, %, не более	0,12	0,14	0,30	0,05	0,1
Содержание серы, %, не более:					
для малосернистого	0,5—1,0	0,5—1,0	0,5—1,0	—	0,6
» сернистого	2	2	2	2	—
» высокосернистого	3,5	3,5	3,5	—	—
Температура вспышки, °С, не ниже:					
в открытом тигле	90	110	140	—	—
» закрытом »	—	—	—	80	90
Температура застывания, °С, не выше	+25	+42	+42	—5	—8

426. Дизельное топливо (ГОСТ 10585—75)

Величина, единица величины	ДА	ДЗ	ДЛ	ДС	А	З	Л	С
Цетановое число, не менее	40	40	45	50	45	45	45	50
Вязкость кинематическая, сст:								
при 20° С	2,5—4	3,5—6	3,5—8	—	1,5—2,5	2,2—3,2	3—6	4,5—8
» 60° С	—	—	—	2,5—4	—	—	—	—
Температура застывания, °С	—60	—45	—10	—15	—55	—35	—10	—15
Содержание серы, %, не более	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6	1	1

Примечание. Обозначения: ДА — дизельное арктическое, применяемое при температуре окружающего воздуха ниже —30° С; ДЗ — дизельное зимнее, применяемое при температуре выше —30° С; ДЛ — дизельное летнее, применяемое при температуре выше 0° С; ДС — специальное дизельное топливо.

427. Бензины автомобильные (ГОСТ 2084—77)

Величина, единица величины	А-66	А-72	А-76	АИ-93	АИ-98
Октановое число по моторному методу, не менее	66	72	76	93	98
Октановое число по исследовательскому методу, не менее	Не нормируется			93	98
Содержание тетраэтилсвинца, г/кг, не более	0,6	Отсутствует	0,41	0,82	0,82
Содержание серы, %, не более	0,15	0,12	0,1	0,1	0,1

Примечание. Автомобильные бензины, за исключением бензина АИ-98, подразделяются на виды: летний, предназначенный для применения в период с 10 апреля по 1 октября во всех районах, кроме северных и северо-восточных, в течение всех сезонов в южных районах; зимний, предназначенный для применения в течение всех сезонов в северных и северо-восточных районах и с 1 октября по 1 апреля — в остальных районах.

В период перехода с летнего бензина на зимний, и наоборот, допускается в течение одного месяца применять как зимний, так и летний бензин, а также их смесь.

428. Автотракторное, дизельное, индустриальное и компрессорное масла

Тип масла	ГОСТ	Вязкость кинематическая, сст, при температуре, °С		Отношение кинематической вязкости при 50° С к кинематической вязкости при 100° С, не более	Температура вспышки, определенная в открытом тигле, °С, не ниже	Температура застывания, °С, не выше
		100	50			
Масло автотракторное АСП-6	10541—78	Не менее 6	—	—	175	—35

Продолжение табл. 428

Тип масла	ГОСТ	Вязкость кинематическая, сст, при температуре, °С		Отношение кинематической вязкости при 50° С к кинематической вязкости при 100° С, не более	Температура вспышки, определенная в открытом тигле, °С, не ниже	Температура застывания, °С, не выше
		100	50			
Масло автотракторное:	10541—78					
АСП-10		10±0,5	—	—	190	—25
АКЗп-6		—	—	—	160	—40
АКЗп-10		10±0,5	—	—	160	—40
АКп-10		10±0,5	—	—	190	—25
Ак-15		Не менее 15	—	—	225	—5
Масло дизельное:	8581—78					
Дп-8		9—9,5	48—54	6	200	—25
Д-11		10,5—12,5	—	7,3	200	—18
Дп-11		10,5—12,5	68,5—81,5	6,5	190	—15
Дп-14		13,5—15,5	104—120	7,75	210	—10
Масло индустриальное:	20 799—75					
12		—	10—14	—	165	—30
20		—	17—23	—	170	—20
30		—	27—33	—	180	—15
45		—	38—52	—	190	—10
50		—	42—58	—	200	—20
Масло компрессорное:	1861—73					
12 (М)		11—14	11—14	—	216	—
19 (Т)		17—21	17—21	—	242	—

Примечания: 1. Масло автотракторное применяют для смазки автомобильных карбюраторных двигателей: АСп-6 — весной, осенью, зимой при температуре —15° С; АСП-10 — летом; АКЗп-6 — в северных районах зимой; АКЗп-10 (универсальная смазка) — зимой и летом; АКп-10 — летом; а для смазки тракторных карбюраторных двигателей используют масло марки АК-15 — летом.

2. Масло дизельное применяют для смазки тракторных дизелей: Дп-8 — зимой, Дп-11 и Дп-14 — летом.

3. Масло индустриальное применяют для смазки: индустриальное-12 — маломощных машин с частотой вращения 1500—3000 мин$^{-1}$, шлифовальных станков, электродвигателей и др.; индустриальное-20 — металлообрабатывающих станков, центробежных насосов, электродвигателей малой и средней мощности; индустриальное-30 — двигателей в летний период; индустриальное-45 и 50 — молотов ковочных машин гибочных, пресс-ножниц.

4. Масло компрессорное применяют для смазки одноступенчатых компрессоров с давлением до 0,8 МПа — компрессорное-12; многоступенчатых компрессоров высокого давления — компрессорное-19.

429. Области применения минеральных масел

Марка масла	Характеристика	Назначение
Л — для высокоскоростных механизмов	Дистиллатное кислотно-щелочной очистки	Для смазки легких механизмов, работающих с большой частотой вращения, контрольно-измерительных приборов, маломощных электродвигателей с частотой вращения до 8000 мин$^{-1}$

Продолжение табл. 429

Марка масла	Характеристика	Назначение
Т — для высокоскоростных механизмов	То же	Для смазки легких механизмов и электродвигателей с частотой вращения более 5000 мин$^{-1}$, контрольно-измерительных приборов
МВП — приборное	Дистиллатное глубокой кислотной очистки и изготовленное из низкозастывающих нефтей	Для смазки контрольно-измерительных приборов, работающих при низких температурах; для заполнения масляно-пневматических амортизаторов; для приготовления низкозастывающих смазок
ЦИАТИМ-1-М	Маловязкое, дистиллатное с низкой температурой застывания и узким фракционным составом	Для смазки специальной аппаратуры, работающей при низких температурах, и воздушных выключателей
Трансформаторное	Глубокоочищенное дистиллатное и заготовленное из беспарафинистых и малосмолистых нефтей	Для заливки трансформаторов, для охлаждения масляных выключателей, а также для гашения дуги, возникающей между контактами при выключении тока. В смеси с 50% масла индустриального-20 применимо в подшипниках электродвигателей (до 100 кВт) с кольцевой смазкой, работающих зимой на открытом воздухе
Индустриальное-12	Дистиллатное кислотно-щелочной очистки	Для подшипников шпинделей шлифовальных станков с частотой вращения 1500—5000 мин$^{-1}$, маломощных электродвигателей с кольцевой смазкой, для гидросистем легких механизмов
Индустриальное-20	Дистиллатное кислотно-щелочной очистки	Для электродвигателей с частотой вращения до 1500 мин$^{-1}$, центробежных насосов, для заливки в картеры металлообрабатывающих станков, для гидропередачи средних и тяжелых станков, для охлаждения металлорежущего инструмента, как закалочная жидкость при термообработке
Индустриальное-30	Смесь дистиллатных очищенных масел (индустриальное-45 и индустриальное-20)	Для капельной, фитильной, картерной циркуляционной и кольцевой смазки металлообрабатывающих станков, для подшипников электродвигателей выше 50 кВт, с кольцевой смазкой, для главных трансмиссионных подшипников, цилиндров маломощных двигателей (не дизелей), гидросистем механизмов средней мощности, дымососов и вентиляторов, работающих в нормальных температурных условиях

Продолжение табл. 429

Марка масла	Характеристика	Назначение
Индустриальное-45	Дистиллатное кислотно-щелочной очистки	Для механизмов, работающих со средней нагрузкой при средних скоростях движения, для металлообрабатывающих станков с небольшой скоростью движения, коренных подшипников и механизмов движения паровых машин мощностью выше 400 кВт, ходовых частей паровых и приводных поршневых насосов, механизмов движения компрессоров (коренных подшипников движения пальцев кривошипа), редукционных передач, дымососов и вентиляторов, пылеугольных мельниц (для циркуляционной и кольцевой смазки)
Индустриальное-50	Среднеулучшенное, хорошо очищенное дистиллатное масло, изготовленное из лучших бакинских нефтей	В основном для тяжелых механизмов, работающих с большой нагрузкой, малой скоростью движения (менее 1 м/с) и частыми остановками, для компрессоров, работающих с давлением пара до 0,8 МПа; для механизмов, греющих или работающих в помещениях с повышенной температурой. Применимо также для нефтяных двигателей всех систем и мощностей, включая стационарные дизели
Индустриальное-45В	Дистиллатное щелочной очистки	Для механизмов с проточной системой смазки. При кольцевой и циркуляционной системах смазки применяется с теми же ограничениями, что и индустриальное-20В
Автотракторное АК-6	Дистиллатное, кислотно-контактной очистки	Для заливки картеров и коробок скоростей всех автомашин в зимнее время (при температуре выше 15° С), весной и осенью; для новых, еще не изношенных автомобильных двигателей в летнее время. Может быть использовано во всех случаях, где применяется масло индустриальное-45
Цилиндровое-11	То же	Для механизмов, работающих с большой нагрузкой и малой скоростью или (вследствие разогревания трущихся частей и подшипников) при высокой рабочей температуре; для тяжелых червячных передач и средних редукторов; для паровых машин, работающих на насыщенном паре с давлением до 0,5 МПа. Для тракторных двигателей летом. Можно применять также для цилиндров воздушных компрессоров некоторых типов

Продолжение табл. 429

Марка масла	Характеристика	Назначение
Конденсаторное	Минеральное масло, изготовленное из высококачественных масляных нефтей, тщательно очищенное	Для прочистки и заливки конденсаторов
Висциновое	Неочищенное масло, изготовленное из веретенного дистиллата с примесью тяжелых цилиндровых масел и других остаточных смолистых продуктов	Для заливки фильтров, применяемых для очистки от пыли воздуха, приточных систем вентиляции и воздуха, всасываемого турбокомпрессорами кислородных цехов и доменными воздуходувками. Основное требование, предъявляемое к этому маслу, — большая липкость при сравнительно небольшой вязкости
М — дизельное для тихоходных двигателей	Дистиллатное, очищенное серной кислотой и отбеливающей землей или щелочью	Для цилиндров и механизмов стационарных и судовых двигателей; бензиновых и газовых двигателей различной мощности с частотой вращения до 800 $мин^{-1}$, для двигателей, работающих в условиях пониженных температур
Т — дизельное для тихоходных двигателей	То же	Преимущественно для четырехдвухтактных двигателей, имеющих значительный износ и увеличенные зазоры между трущимися частями
Компрессорное М	Смесь индустриального и авиационного масла МК-22	Для горизонтальных воздуходувных машин; для горизонтальных двух- и трехступенчатых компрессоров низкого и среднего давления, для одноступенчатых вертикальных и горизонтальных компрессоров низкого давления
Полугудрон	Остаточное, неочищенный продукт прямой перегонки различных нефтей	Для грубых механизмов, осей вагонеток с открытыми подшипниками

14.2. Смазочные материалы. В табл. 428 приводятся основные показатели автотракторного, дизельного, индустриального и компрессорного масел, а в табл. 429 — области их применения.

14.3. Топливное хозяйство. Поступающее на предприятие топливо должно иметь сертификат государственной инспекции по качеству. Отбор проб и анализ топлива производят:

а) от каждой прибывающей партии, если потребление в год превосходит 2000 т жидкого или 5000 т твердого топлива;

б) от 10% всего количества топлива, если потребление его ниже величины, приведенной в п. «а»;

в) во всех случаях, когда качество топлива вызывает сомнение.

Отбор и разделку проб проводят: а) каменного и бурого угля — по ГОСТ 10742—71; б) торфа — по ГОСТ 5396—77; в) жидкого топлива (нефтепродуктов) — по ГОСТ 2517—69.

Для определения физико-химических характеристик твердого и жидкого топлива рекомендуется руководствоваться методами, приведенными в соответствующих стандартах.

Приемка, складирование и хранение твердого топлива. При

строительстве и эксплуатации складов твердого топлива должны учитываться специальные требования, обусловленные физико-химическими свойствами топлива и предусматриваться меры по максимальному снижению его потерь от окисления, уноса ветром, вымывания осадками, смерзания, перешмельчения и др.

Территория для размещения угольного склада должна выбираться в сухом, незаболоченном и незатапливаемом месте.

Склад твердого топлива располагают на спланированной площадке, имеющей организованный сток воды и основание, выполненное с учетом местных гидрогеологических условий.

Наилучшим видом грунта для склада твердого топлива следует считать плотные суглинки. В этом случае грунт, уплотненный путем трамбовки, является хорошим основанием. Возможно устройство глинистого или шлакоглинистого основания. Применение асфальта, бетона, деревянного настила для покрытия площадок открытых складов твердого топлива не допускается.

В случае близости грунтовых вод к поверхности площадки рекомендуется сооружать закрытые дренажные канавы, располагаемые между штабелями.

Склады топлива должны периодически очищаться от мусора, травы и других предметов, поглощающих влагу, иметь пожарные проезды и хорошее освещение рабочей площадки.

Склады твердого топлива (включая приемно-разгрузочные устройства), как правило, должны быть открытыми.

Закрытые склады твердого топлива допускаются в районах жилой застройки, при стесненных условиях площадки котельной, при необходимости работы котельной на топливе, непригодном для открытого хранения.

Вместимость складов твердого топлива следует принимать:

при доставке топлива автотранспортом — не более 7-суточного расхода;

при доставке топлива железнодорожным транспортом — не более 14-суточного расхода.

Суточный расход топлива определяется исходя из суточной теплопроизводительности котельной при средней температуре наружного воздуха самого холодного месяца (см. табл. 311).

При доставке топлива только в период навигации водным транспортом величина запаса топлива на складе устанавливается по согласованию с организациями, планирующими топливоснабжение.

Должен быть организован строгий учет поступающего на склад и расходуемого топлива.

При доставке топлива железнодорожным транспортом вагонные весы на площадке котельной следует предусматривать только в случае их отсутствия на железнодорожной станции или на площадке предприятия, на которой размещается котельная.

При доставке топлива автотранспортом автомобильные весы на площадке котельной следует предусматривать только в случае их отсутствия на базисном (центральном) складе.

Поступившее на склад твердое топливо укладывается в штабеля. Высота штабелей углей определяется возможностью механизмов, используемых для складских операций, а по условиям склонности углей к окислению не должна превышать: для углей II группы — 12 м, для углей III группы — 6 м, для углей IV группы — 5 м; для углей I группы высота штабелей не ограничивается.

Группы углей принимают по данным табл. 430.

430. Группировка углей по склонности к окислению и предельные сроки хранения на складах

Бассейн, месторождение	Марка, класс угля	Предельный срок хранения, мес
Группа I. Наиболее устойчивые к окислению		
Сучанское месторождение	Т	36
Черемховское »	Д	36
Донецкий бассейн	Т	36
Печорский »	Ж	24
Группа II. Устойчивые к окислению		
Донецкий бассейн	Г (К, О, М)	18
Кузнецкий »	Т, СС	18
Карагандинский бассейн	К	18
Сахалинское месторождение	Ж, К, Г	18
Шаргуньское »	СС	18
Уральское и Букачачинское месторождения	Г	18
Группа III. Средней устойчивости к окислению		
Донецкий бассейн	Д (К, О), Г (Р, С, Ш), Ж, ОС	12
Кузнецкий »	Д (К, О, М), Г (К, О, М), К, Ж	12
Печорский »	Д (К, О)	12
Сахалинское месторождение	Д (Р, С, Ш)	12
Хакасское »	Д	12
Львовско-Волынское месторождение	Г	12
Липовецкое »	Д (К, О, М)	12
Группа IV. Неустойчивые с повышенной активностью к окислению		
Кузнецкий бассейн	Г (Р, М, С, Ш), Д (Р, С, Ш)	8
Печорский »	Д (Р, М, С, Ш)	8
Донецкий »	Д (Р, М, С, Ш)	6
Хакасское месторождение	Д (Р, С, Ш)	8
Ткибульское »	Г	6
Ткварчельское »	Ж	6
Липовецкое »	Д (Р, С, Ш)	6
Азейское, Ангренское, Артемовское, Ахалцихское, Гусиноозерское, Ирша-Бородинское, Кангаласское, Кивда-Райчихинское, Майхинское, Реттиховское, Сахалинское, Смоляниновское, Согинское, Таврическое, Харанорское, Хасанское, Черновское месторождения	Б	6

Примечания: 1. Штабеля угля или их отдельные участки, подвергшиеся самонагреванию до температуры выше 60° С или самовозгоранию, подлежат немедленной замене независимо от установленных для них сроков хранения.

2. Если уголь перед истечением установленных сроков хранения не будет иметь, по результатам лабораторных анализов, снижения качества по сравнению с установленными нормами, сроки хранения угля могут быть продлены на половину от установленного планового срока. После повторного продления срока хранящийся уголь обязательно заменяют. При продлении срока хранения угля также учитывают температурный режим угля за весь срок его хранения, а для сортовых углей и антрацитов — изменение их фракционного ситового состава.

Расстояние между смежными штабелями угля принимают 1 м при высоте штабелей не более 3 м и 2 м — при большей высоте штабеля.

Размеры штабелей торфа должны быть по длине не более 125 м, по ширине — не более 30 м и по высоте — не более 7 м. Углы откоса штабелей для кускового торфа — не менее 60°, для фрезерного торфа — не менее 40°.

Расположение штабелей торфа предусматривают попарное с разрывами между подошвами штабелей в одной паре 5 м; между парами штабелей — равными ширине штабеля по подошве, но не менее 12 м. Разрывы между торцами штабелей от их подошвы принимают для кускового торфа 20 м, для фрезерного — 45 м.

Расстояние от подошвы штабеля топлива до ограждения — 5 м, до головки ближайшего рельса железнодорожного пути — 2 м и до края проезжей части автомобильной дороги — 1,5 м.

На немеханизированных складах размеры штабелей углей I группы неограничены, для углей II группы — высота до 10 м, длина и ширина неограничены, для углей III и IV групп — высота до 2,5 м, ширина не более 20 м, длина неограничена.

Все угли, кроме тощих и антрацитов, при укладке их в штабеля тщательно уплотняют (желательно с применением укатки механизмами). Особенно тщательно уплотняют откосы штабелей.

Укладку бурых и каменных углей с большим содержанием летучих ведут послойно (0,5—1 м) с обязательным уплотнением каждого слоя.

Закладка штабелей печорского и сучанского углей марки Ж проводят без послойного уплотнения; уплотнение применяют только по верхнему основанию и откосам штабеля.

Сортовые угли (ГК, ГО, ДК, ДО, БК, БО, ОСК, ССК, ССО, ТК, ЖК), антрациты (АП, АК, АО, АМ, АС), сортовые обогащенные угли укладывают в штабель без послойного и поверхностного уплотнения во избежание их измельчения.

Запрещается применять скреперные установки при закладке сортовых углей и антрацитов во избежание измельчения кускового топлива.

Для предупреждения нагревания и самовозгорания при хранении наиболее склонных к окислению углей из группы IV (кроме уплотнения его в штабеле), а также для сортовых углей, склонных к самовозгоранию и самоокислению и укладываемых в штабеля без уплотнения, рекомендуется: а) покрывать поверхность штабеля различными составами (табл. 431); б) вносить в уголь группы IV ингибиторы-антиокислители в виде растворов, водных эмульсий, суспензий или сухих реагентов (табл. 432).

431. Поверхностные покрытия штабелей угля

Наименование покрытия	Состав	Толщина пленки на штабеле угля (мм) или количество реагента, наносимого на 1 м² поверхности
Суспензия гашеной извести	3—4% концентрации	3 мм
Битумно-глинистая паста	Битум марки III — до 45%, глина — 30%, вода — 25%	2—3 мм
Битумное	Марка III	5 мм
Дорожная смола	—	16 л на 1 м²
Смесь угольной мелочи с мазутом или отработанными маслами	Мазут — 3%, угольная мелочь — 97%	25—50 мм
Полиэтиленовая пленка	—	—
Водно-мазутные эмульсии	Мазут 30—40%, вода 70—60%	2—3 мм

432. Химические вещества — ингибиторы, тормозящие окислительные процессы в углях (количество добавки — 3% к массе угля)

	Концентрация, %
Суспензии извести $Ca(OH)_2$	1—3
Хлористый кальций $CaCl_2$	1—10
Хлористый натрий NaCl	1—3
Углекислый кальций $CaCO_3$	1—3
Хлористый аммоний NH_4Cl	1—3
Углекислый аммоний $(NH_4)_2CO_3$	1—3
Жидкое стекло натровое	0,5—1

Устройство в штабелях угля каких-либо вентиляционных каналов или вытяжных труб с целью охлаждения штабелей запрещено.

В южных районах (Средняя Азия, Украина, Кавказ) для уменьшения перегревания штабеля смачивают поверхности 5%-ной суспензией гашеной извести.

В северных районах с целью уменьшения окисления угля ведут закладку малоустойчивых углей (группа IV) в зимнее время на ледяные основания, с ледяным покрытием толщиной 20—25 см и изолированным слоем из мелкого угля толщиной не менее 0,75 м. Для верхнего покрытия штабеля достаточно намораживать слой льда 3—5 см.

В качестве мероприятий по снижению окисляемости малоустойчивых углей в особых случаях применяют метод хранения их в траншеях, кагатах, в виде комплексных штабелей и под несгораемым навесом.

Процесс окисления угля при хранении в штабеле (особенно в летние месяцы) необходимо контролировать, систематически измеряя температуру угля переносными термощупами или ртутными термометрами лабораторного типа со шкалой до +150° С.

При применении термометров в штабеле устанавливают вертикальные контрольные металлические трубы диаметром 25—50 мм, нижние концы которых наглухо заделывают и заостряют, а верхние концы плотно закрывают деревянной пробкой. К пробке на шнуре подвешивают термометр, спускаемый внутрь трубы на 20 мин.

Устанавливают трубы в штабель в шахматном порядке на расстоянии не более 25 м одной трубы от другой таким образом, чтобы концы труб не доходили до основания штабеля на расстояние $^1/_4$ его высоты.

Каждая контрольная точка (труба) должна иметь порядковый номер, который ставят на конце трубы, выступающем над поверхностью штабеля угля на 0,2—0,3 м. После установки труб в штабель поверхность штабеля вокруг труб тщательно уплотняют.

При закладке устойчивых к окислению углей железные трубы для измерения температуры угля не устанавливают. В этом случае для контрольной проверки используют переносной термощуп.

Температурный контроль с помощью переносного термощупа без установки железных труб проводят:

а) *по верхнему основанию штабеля* в трех сечениях — в центральном и на расстоянии 0,25 длины штабеля от торцов; в штабелях шириной более 50 м делают три замера на середине площадки верхнего основания и на коньке штабеля на расстоянии 10 м от торцов; в штабелях шириной менее 50 м замер производится в середине площадки верхнего основания; б) *по откосам штабеля* — на расстоянии 2 м от нижней кромки штабеля; расстояние между точками замера температур на откосах то же, что и на верхнем осно-

вании штабеля (в центральном и на расстоянии 0,25 длины штабеля от торцов, считая его длину по нижнему основанию); при измерении температуры на площадке или на коньке термощупы погружаются в уголь отвесно, на откосах перпендикулярно к их поверхности; после замера температуры отверстия в угле, образованные термощупом, а также следы от ног на поверхности засыпаются углем; если в точках контроля температуры обнаружится твердый промерзший слой грунта, то температура в этих точках не замеряется.

Глубина погружения термощупа в штабель при замере температуры угля составляет 1,25—1,5 м.

Штабеля угля, в которых температура достигла 65—80° С, заносятся в группу опасных штабелей, и температурный контроль с помощью термощупа прекращается.

Штабеля с действующими или ликвидированными очагами самовозгорания числятся как самовозгорающиеся, и температурный контроль с помощью термощупа в них запрещается.

При высоте штабеля до 5 м измерение температуры угля производится в одной точке каждой трубы на $^1/_2$ высоты штабеля.

При высоте штабеля более 5 м измерение температуры угля производится в двух точках каждой трубы: на глубине $^1/_3$ и $^2/_3$ высоты штабеля.

Как правило, измерение температуры каменных и бурых углей производится один раз в декаду при температуре угля до 40° С и ежегодно при повышении температуры угля свыше 40° С. При температуре угля в штабеле 60° С и более или при повышении температуры на 5° С в сутки необходимо немедленно ликвидировать очаги самовозгорания.

Внешними признаками появления очагов самонагревания угля в летнее время, весной и осенью служат:

а) появление за ночь на поверхности штабеля, близкой к очагу самонагревания, влажных пятен, исчезающих с восходом солнца;

б) появление белых пятен, исчезающих при выпадении дождя;

в) появление невысыхающих влажных пятен;

г) появление озолившегося угля;

д) появление пара и запаха продуктов разложения угля;

е) искрение в ночное время, в зимнее время при наличии снежного покрова на штабелях — проталины в снежном покрове.

При самонагревании угля в штабеле до температуры свыше 40° С принимаются следующие меры:

а) уплотнение в районе очагов нагрева;

б) в случае когда дополнительное уплотнение угля в местах его нагревания не дало результатов и температура угля возрастает до 60° С и более, необходимо немедленно удалить из штабеля весь нагревшийся уголь и направить его для использования.

В первую очередь со склада в производство выдают уголь из штабеля, имеющего повышенную температуру, или из штабеля, в котором появились очаги, произошло самовозгорание угля.

При возникновении очагов нагревания угля с температурой 60° С и выше, а также очагов загоревшегося угля принимаются следующие меры:

а) производится удаление загоревшегося угля, который складывается на отдельную площадку тонким слоем высотой не более 0,5 м, и производится интенсивная поливка водой до полного тушения. Для предупреждения повторного самовозгорания охлажденный уголь немедленно отгружается для текущего расхода;

б) при невозможности удаления угля из штабеля и его отгрузке для расхода применяется тушение очагов загоревшегося угля путем уплотнения пораженных мест и заливания очагов водой 3—4%-ной суспензией гашеной извести или глинистым раствором.

Угли с внешней влагой более 6—7% и при содержании мелочи более 20% независимо от марки углей подвержены смерзанию в штабеле на глубину 0,5—2 м (в зависимости от климатических условий).

Для предотвращения смерзаемости угля необходимо:

взрыхление верхнего слоя в штабеле с помощью машин-рыхлителей или других приспособлений до наступления заморозков или после первых заморозков, когда толщина слоя промерзшего угля не превышает 100—150 мм;

применять обкатку верхнего слоя угля до начала заморозков поверхностно-активными веществами (нефтепродукты, соответствующие отходы коксохимического, нефтеперерабатывающего и других производств) на глубину его промерзания в штабеле в зависимости от климатических условий в данном районе.

Склады угля должны быть обеспечены противопожарным водопроводом в соответствии с противопожарными нормами строительного проектирования предприятий промышленности.

Гидранты противопожарного водопровода должны располагаться на площадках, не засыпанных углем, с тем, чтобы расстояние от любого гидранта до места укладки угля было не более 100 м.

Гидранты противопожарного водопровода должны обеспечивать подачу воды для углей I и II группы не менее 10 л в 1 с, для углей III и IV группы не менее 20 л в 1 с.

Склады угля должны быть обеспечены противопожарным инвентарем в соответствии с нормами первичных средств пожаротушения.

Приемка и хранение жидкого топлива. Масса жидкого топлива, поступающего в топливохранилище, определяется путем обмера.

Вместимость топливохранилищ определяется исходя из суточного расхода жидкого топлива и принимается на основании табл. 433.

433. Вместимость топливохранилищ

Назначение и способ доставки жидкого топлива	Вместимость хранилищ жидкого топлива
Основное и резервное, доставляемое по железной дороге	На 10-суточный расход
То же, доставляемое автомобильным транспортом	На 5-суточный расход
Аварийное для котельных, работающих на газе, доставляемое по железной дороге или автомобильным транспортом	На 3-суточный расход
Основное, резервное и аварийное, доставляемое по трубопроводам	На 2-суточный расход
Растопочное для котельных производительностью 420 ГДж/ч и менее	Два резервуара по 100 т
То же, для котельных производительностью более 420 ГДж/ч	Два резервуара по 200 т

Примечания: 1. Резервным называется жидкое топливо, предназначенное для сжигания в течение длительного периода наряду с газом при перерывах в его подаче.

2. Растопочное — применяется при розжиге котлов с камерными топками для сжигания твердого топлива в пылевидном состоянии и для подсвечивания факела при уменьшении тепловой нагрузки на эти котлы.

Хранение мазута осуществляется, как правило, в подземных и надземных (с обсыпкой) железобетонных резервуарах. Допускается при соответствующих обоснованиях применение стальных резервуаров.

Для хранения легкого нефтяного топлива и жидких присадок применяются стальные резервуары.

Для хранения основного и резервного топлива, а также жидких присадок следует предусматривать установку не менее двух резервуаров. Для хранения аварийного топлива допускается установка одного резервуара.

Слив топлива из железнодорожных цистерн осуществляется по специальным трубопроводам с обогревом или в приемные лотки, располагаемые между рельсами (уклон труб и лотков не менее 0,01).

При доставке топлива автотранспортом слив его, как правило, следует предусматривать по трубопроводам или через воронки.

Слив топлива осуществляется непосредственно в емкости для хранения или в специальные приемные емкости, из которых топливо насосами (устанавливается не менее двух рабочих насосов) перекачивается в основные емкости для хранения.

Температуру разогрева жидкого топлива в железнодорожных цистернах следует принимать для мазута марки 40—30° С, для мазута марки 100—60° С, для легкого нефтяного топлива — 10° С.

Разогрев топлива, доставляемого в автомобильных цистернах, не предусматривается.

В местах отбора жидкого топлива из резервуаров для хранения должна поддерживаться температура мазута марки 40 — не менее 60° С, мазута марки 100 — не менее 80° С, легкого нефтяного топлива — не менее 10° С.

В табл. 434 указаны типы емкостей, применяемых для хранения и транспортировки нефтепродуктов.

434. Емкости, применяемые для хранения и транспортировки нефтепродуктов

Наименование нефтепродуктов	Резервуары	Железнодорожные цистерны			Автомобильные цистерны	Бочки	
		с верхним сливом	с нижним сливом	с универсальным сливом		стальные	деревянные
Топливо дизельное	+	+	+	+	+	+	—
Топливо моторное	+	—	+	+	+	+	+
Мазуты разных марок	+	—	+	+	+	+	—
Масла смазочные	+	—	+	+	+	+	+

Устройство емкостей, в которых транспортируется и хранится жидкое топливо, должно исключать возможность попадания атмосферных осадков и пыли в нефтепродукты.

Топливо в мелкой таре (бочки, бидоны) должно храниться на стеллажах в месте, защищенном от воздействия солнечных лучей и атмосферных осадков. Бочки можно хранить в три яруса.

435. Перечень операций*, выполняемых при подготовке емкостей к наливу нефтепродуктов

Наименование продукта, подлежащего наливу	Наименование нефтепродукта, находившегося ранее в емкости								
			мазут			масло смазочное			
	топливо дизельное, масло соляровое	топливо моторное (ДТ-1, ДТ-2, ДТ-3)	малосернистый	сернистый и высокосернистый	флотский	3-й группы	4-й группы	5-й группы	6-й группы
Топливо дизельное, масло соляровое	5	2	1	1	1	3	2	2	2
Топливо моторное (ДТ-1, ДТ-2, ДТ-3)	5	6	5	5	5	6	6	5	5
Мазут малосернистый	5	6	6	6	6	6	6	6	6
Мазут сернистый и высокосернистый	5	6	6	6	6	6	6	6	6
Мазут флотский	5	6	5	5	6	6	6	6	5
Масло смазочное**:									
3-й группы	3	2	1	1	1	6	3	5	3
4-й »	3	1	1	1	1	3	3	3	1
5-й »	3	1	1	1	1	3	5	5	2
6-й »	3	1	1	1	3	3	6	6	6

* Условные обозначения операций: 1 — удалить остаток нефтепродукта, эмульсии и воды, промыть растворителем или горячей водой и просушить; 2 — удалить остаток нефтепродукта и эмульсии, промыть горячей водой и просушить; 3 — удалить остаток нефтепродукта, эмульсии и воды (без промывки) и просушить; 4 — удалить остаток зачистными насосами (допускается остаток до 0,25% объема емкости); 5 — зачистки не требуется (допускается остаток до 0,5% объема емкости); 6 — зачистки не требуется (допускается остаток до 2% объема емкости).

** Смазочные масла разбиты на следующие группы: 3-я группа — индустриальные, веретенные и машинные дистиллаты; 4-я группа — дизельные, авиационные, МТ, компрессорные, судовые; 5-я группа — цилиндровое-11, автотракторные АКЗл, АКП-10, АСП-10, АК-15 и моторное Т; 6-я группа — цилиндровые-24, 38, 52.

Перед наливом нефтепродуктов в емкости последние в зависимости от того, какие нефтепродукты находились в емкости ранее, необходимо подготовить к приему нового вида нефтепродуктов (табл. 435).

Заправка емкостей и систем жидким топливом и маслами может осуществляться с помощью автотопливозаправщиков и автомаслозаправщиков, стационарных или передвижных заправочных колонок.

Основные технические данные автотопливозаправщиков приведены в табл. 436.

436. Автотопливозаправщики

Величина, единица величины	ТЗ-63	ТЗ-150	ТЗ-151	АТЗ-157	ТЗ-200
Шасси	ГАЗ-63	ЗИЛ-150	ЗИЛ-151	ЗИЛ-157	МАЗ-200
Вместимость цистерны эксплуатационная, л	2000	4000	4000	3300	7000
Насос	СВН-80	СВН-80	СВН-80	СВН-80	СЦЛ-20-24А
Привод насоса	От двигателя автомобиля через коробку отбора мощности				
Счетчики	СД-40	СД-40	СД-40	СШ-40	СД-70
Фильтры	ТФ-2м	ТФ-2м	ТФ-2м	ФГТ-30	ТФ-2м
Рукава:					
приемные	65×3	65×3	65×3	65×9	65×4,5
раздаточные	38×10	38×15	38×15	25×9	38×15
для перекачки	50×9	50×9	50×9	50×9	—
Раздаточные краны	РП-34	РП-34	РП-34	АК-25	РП-34
Объемный расход раздаточной системы, л/мин:					
через один рукав	250	250	250	100	300
через два рукава	—	300	300	270 (через 4)	500

Продолжение табл. 436

Величина, единица величины	ТЗ-16	ТЗ-22	ТЗ-5
Шасси	Полуприцеп МАЗ-5204, тягач ЯАЗ-210-Д	Полуприцеп 2МАЗАП-5204М, тягач КрАЗ-221	«Урал-375Е»

Продолжение табл. 43

Величина, единица величины	ТЗ-16	ТЗ-22	ТЗ-5
Вместимость цистерны эксплуатационная, л	16 000	20 000	5000
Насос	СЦЛ-20-24А	ЦСП-57	СЦЛ-20-24А
Привод насоса	От автономного двигателя М-20	ГАЗ-51	От коробки отбора мощности
Счетчики	СД-70	СЖП-1000	СЖШ-1000
Фильтры	ТФ-2м	ТФ-2м	ТФ-2м
Рукава:			
приемные	75×4,5	100×8,5	65×9
раздаточные	50×20	76×20	50×15
для перекачки	—	—	50×9
Раздаточные краны	РП-40	РП-40	РП-40
Объемный расход раздаточной системы, л/мин:			
через один рукав	500	1000	400
через два рукава	1000	2000	700

437. Насосы автотопливозаправщиков

	СВН-80	*СЦЛ-20-24А*	*ЦСП-57*
Производительность при 1450 мин$^{-1}$ (для воды), л/мин:			
номинальная	500	500	2160/ /1080*
максимальная	675	1030	2160
Напор при расходе, кПа:			
номинальный	235	530	540/1080*
максимальный	785	1570	1080
Высота всасывания максимальная, м вод. ст.	8—9	8,5	6,5
Диаметр патрубков, мм:			
всасывающего	80	80	150
напорного	80	70	100
Габарит, мм:			
длина	435	480	750
ширина	290	390	1010
высота	305	478	650
Масса, кг:			
с алюминиевым корпусом	32	40	—
с чугунным корпусом	—	81	360

* При параллельном/последовательном режиме работы.

438. Заправочные колонки для горючего

Величина, единица величины	Передвижные колонки			Стационарные колонки						
					КГС-75					
	КГП-35	КГП-19	модель 3107	КГС-150	модель 324/384	модель 395 м²	модель ТК-40	А-9	А-12	сдвоенная А-30
Производительность, л/мин	30—35	18	25	150	75(70)	45/25	40	70,3	65—10	65×2/15×2
Тип насоса	НРК-4 или модели 306	Ручной поршневой № 2	Ручной поршневой двойного действия	ИБС-53	Вихревой самовсасывающий	Модели 1395, МБА-376А-03	ТК-406	Лопастной А-9	Лопастной А-12	
Привод насоса	Ручной			Электрический				Электрический и ручной		
Тип электродвигателя	—	—	—	АО-42-2	ВВФ-22-2	ВФ2Г-12/4	ВО31-4	КОМ-11-4А	КОМ-11-4А	КОМ-11-4А (2 шт.)
Мощность электродвигателя, кВт	—	—	—	2,8	1,3	0,42	0,42	0,6	0,6	0,6
Напряжение, В	—	—	—	220/380				380		
Способ замера горючего	СШ-25	Двумя мерными сосудами по 5 л	Поршневым счетчиком четырехцилиндровым	СШО-40	Поршневым счетчиком четырехцилиндровым			Двухпоршневым счетчиком		
Габарит, мм: длина	667	1140	555	570	450(565)	750	440	—	640	690
ширина	720	1066	380	670	530(455)	475	4790	—	520	400
высота	1188	2206	1080	1300	1850(1550)	1430	1405	—	1300	1300
Масса, кг	100	138	70	250	420(240)	160	170	—	160	300

439. Ручные насосы

Величина, единица величины	Однопоршневые насосы		Двухпоршневые насосы		Крыльчатые насосы		Маслораздаточный насос — дозатор
	№ 2	№ 4	№ 2	№ 4	НРК-2	НРК-4	
Производительность при 30—45 двойных качаниях, л/мин	15—20	40—50	15—20	35—45	15—20	35—45	10—15 (за 15—20 оборотов рукоятки)
Наибольший напор, кПа	294	294	245	245	196	196	—
Усилие, прилагаемое к рукоятке, Н	150—180	200—220	150—180	200—220	10—20	80—90	—
Вакуум, создаваемый насосом, кПа	66,5	66,5	66,5	66,5	53,2	47,9	—
Диаметр всасывающих и напорных патрубков, мм	25	38	25	38	25	38 (напорный—25)	19 (напорный)
Габарит (без рукоятки), мм:							
длина	270	298	400	500	182	268	317
ширина	240	240	240	285	192	233	115
высота	268	300	254	320	208	264	1299 (диаметр корпуса 100)
Масса, кг	19	27	19	38	15	32	9,5

14.4. Экономия топливно-энергетических ресурсов в строительстве.

Повышение технического уровня котельных, тепловых сетей и теплопотребляющих установок.

1. Периодическое проведение теплотехнических испытаний котельных агрегатов для установления оптимальных режимов их работы на основании реальных переменных тепловых нагрузок в течение года, включая определение числа работающих котельных агрегатов при различных тепловых нагрузках котельных исходя из необходимости эксплуатации котельных в целом при максимально возможном коэффициенте полезного действия.

2. Установление и соблюдение оптимальных условий работы котельных при различных тепловых нагрузках исходя из реальных условий работы на твердом топливе различных кондиций.

3. Соблюдение установленных коэффициентов избытка воздуха в топках котлов, а также режимов работы котельных на основании разработанных режимных карт эксплуатации.

4. Устранение неплотностей в газовом тракте котельных агрегатов с целью сокращения до минимума объемов подсасываемого воздуха для обеспечения работы котельных на максимально возможных коэффициентах полезного действия.

5. Соблюдение установленного водно-химического режима эксплуатации котельных установок, обеспечивающего безнакипный режим работы котлов и водоподогревателей.

6. Автоматизация процессов горения топлива, работы питательных, циркуляционных (сетевых) и подпиточных насосных установок.

7. Применение программных систем автоматического регулирования, обеспечивающих сокращение расхода тепла на отопление при перерывах в производственных процессах промышленных и служебно-бытовых зданий и сооружений при условии обеспечения необходимых температурных режимов в помещениях ко времени их использования в соответствии с основным назначением этих зданий (после перерыва в работе: выходные и праздничные дни, вечернее и ночное время при односменной работе).

8. Учитывая необходимость сокращения расхода электроэнергии на циркуляцию теплоносителя (вода), применять паровые системы теплоснабжения при условии, что при этом системы автоматического регулирования обеспечат расходы тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение на уровне этих расходов при использовании воды в качестве теплоносителя.

9. Соблюдение установленного температурного графика отпуска тепла в системах централизованного теплоснабжения с теплоносителем водой с тем, чтобы исключить необходимость увеличения расхода воды в системе против расчетного, обеспечить экономию электроэнергии, расходуемой на циркуляцию теплоносителя.

10. Периодическая наладка систем централизованного теплоснабжения для обеспечения расчетных расходов теплоносителя по отдельным потребителям тепла.

11. Сокращение потерь тепла с отходящими газами котельных установок за счет применения экономайзеров контактного типа (для подогрева воды для бытового и технологического горячего водоснабжения).

12. Поддержание в требуемом состоянии тепловой изоляции оборудования котельных установок, теплопотребляющего оборудования, трубопроводов пара и горячей воды с тем, чтобы тепловые потери

оборудованием и трубопроводами в окружающую среду не превышали установленных норм.

13. Качество покровных (защитных) конструкций тепловой изоляции должно исключать возможность увлажнения последней.

14. Поддержание установленного давления пара, вырабатываемого котельными агрегатами, что позволит обеспечить необходимый экономический уровень эксплуатации водяных экономайзеров и подачу потребителям требуемого количества пара.

15. Устранение потерь пара, конденсата и горячей воды из трубопроводов при передаче тепла.

16. Максимальное использование тепла пара и конденсата.

Организационно-технические мероприятия:

1. Сокращение до минимума, а не только до нормативных величин, потерь топлива при транспортировке, хранении и подаче к котельным агрегатам, топливоиспользующему оборудованию и другим потребителям.

2. Установление надлежащего контроля за экономным расходованием тепла, топлива и электроэнергии различными установками и оборудованием.

3. Своевременное проведение высококачественного ремонта основного и вспомогательного оборудования котельных, трубопроводов, установок по использованию тепла.

4. Совершенствование методов установления норм расхода тепла и топлива технологическими процессами производства строительных работ, отопительно-вентиляционными установками и системами горячего водоснабжения зданий и сооружений строительных площадок, предприятий строительной индустрии.

5. Повышение квалификации эксплуатационного персонала; систематическое проведение занятий по основным специальностям обслуживающего персонала.

6. Разработка и осуществление мероприятий по материальному стимулированию эксплуатационного персонала:

за сокращение потерь топлива на складах и при его транспортировке;

за сокращение удельных расходов топлива и электроэнергии на выработку тепла и его транспортировку;

за сокращение расходов тепла на собственные нужды котельных;

за сокращение потерь тепла трубопроводами тепловых сетей;

за сокращение расхода тепла на отопление, вентиляцию, технологические процессы строительного производства, на бытовое горячее водоснабжение при одновременном обеспечении требуемых расчетных температурных режимов и санитарного состояния воздуха в обслуживаемых помещениях, установленных режимов технологических процессов, заданных условий работы установок и систем бытового горячего водоснабжения.

7. Обобщение и распространение опыта передовых коллективов (бригад, смен и др.) по эффективному использованию топлива, тепла и электроэнергии.

8. Организация социалистического соревнования за экономное расходование топлива, тепла и электроэнергии.

15. ВОДОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК

15.1. Общие сведения. Водоснабжение складывается из следующих основных процессов:

добывания воды и ее забора из водоисточника различными водозаборными сооружениями;

подъема воды из водоисточников насосными станциями;

улучшения качества воды — осветление, обеззараживание, умягчение и т. д.;

транспортирования воды к местам потребления;

регулирования расхода и напора воды в водопроводных сетях.

Комплекс сооружений и оборудования, обеспечивающий перечисленные функции, называется *системой водоснабжения.*

По целевому назначению воды различают такие системы водоснабжения:

хозяйственно-питьевые — для удовлетворения питьевых и хозяйственно-бытовых нужд населения;

производственные, обеспечивающие технологические процессы предприятий;

противопожарные — для тушения пожара;

поливочные — для поливки зеленых насаждений и мытья улиц;

объединенные, предназначенные для удовлетворения различных нужд.

Производственное водоснабжение по способу использования воды подразделяют на прямоточное; оборотное, или циркуляционное; повторное, или последовательное; смешанное.

Ряд участков сетей и сооружения водоснабжения и канализации города (поселка) и предприятия могут быть объединены.

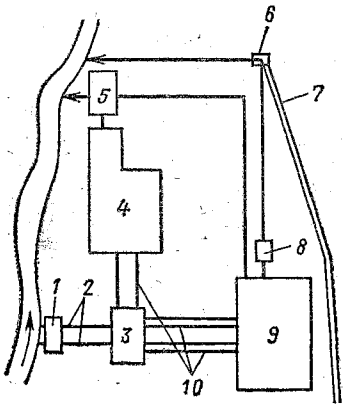


Рис. 101. Схема прямоточного водоснабжения промышленного предприятия

1 — водозабор, совмещенный с насосной станцией I подъема; 2 — водоводы необработанной воды; 3 — объединенные очистные сооружения с насосной станцией II подъема; 4 — жилой поселок; 5 — очистные сооружения хозяйственно-фекальной канализации; 6—оголовок; 7 — нагорная канава; 8 — очистные сооружения производственно-ливневой канализации; 9 — промышленное предприятие; 10 — водоводы магистральные

На рис. 101 приведена принципиальная схема водоснабжения с набором сооружений при прямоточном водоснабжении производственных потребителей воды. Подача воды на площадку равна сумме общего водопотребления.

На рис. 102 приведена схема смешанного водоснабжения: холодильная станция (охлаждение конденсаторов) на прямоточном водоснабжении, компрессорная (охлаждение компрессоров) — на оборотном, автохозяйство и котельная — часть потребителей на прямоточном, а часть на оборотном с очисткой сточных вод. Ряд потребителей в этой схеме используют воду последовательно.

При оборотном водоснабжении подача воды на площадку равна сумме безвозвратных потерь воды в процессе водопотребления и обработки воды.

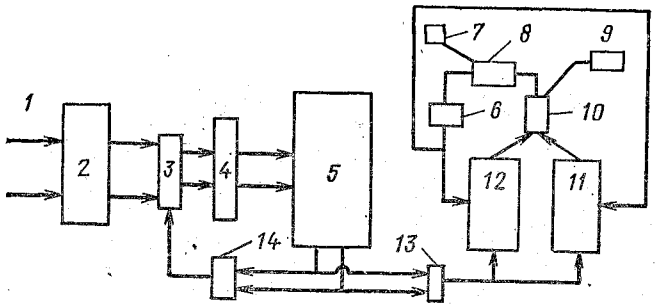


Рис. 102. Схема смешанного водоснабжения

1 — водоводы производственной воды; 2 — холодильная станция; 3 — резервуары отработанной воды; 4 — насосная станция оборотного водоснабжения «чистого» цикла; 5 — компрессорная станция; 6 — насосная станция оборотного водоснабжения «грязного» цикла; 7 — емкость для нефтепродуктов; 8—очистные сооружения производственных стоков; 9 — шламонакопитель; 10 — пескоуловка; 11 — котельная; 12 — автохозяйство; 13 — водонапорная башня; 14 — охладитель (градирня или брызгальный бассейн

На рис. 103 приведена высотная схема водоснабжения из открытого водоисточника.

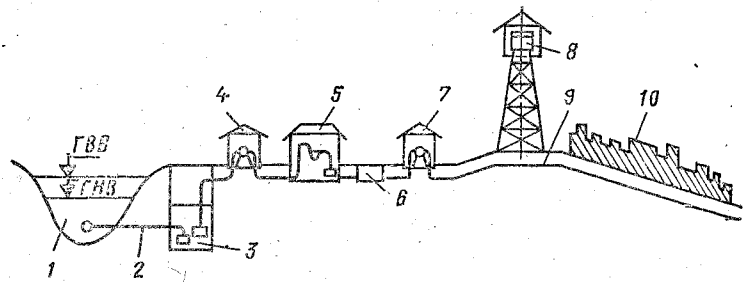


Рис. 103. Высотная схема водоснабжения из открытого водоисточника

1 — водоисточник; 2 — водозаборное устройство; 3 — береговой колодец; 4—насосная станция I подъема; 5 — очистные сооружения; 6 — резервуар чистой воды; 7 — насосная станция II подъема; 8 — водонапорная башня; 9 — водораспределительная сеть; 10 — строительная площадка с поселком

Систему и схему водоснабжения строительной площадки принимают с учетом расходов на производственные и хозяйственно-бытовые нужды строительства и города (поселка), с расчетом возможности использования объектов водоснабжения в процессе эксплуатации строящегося объекта.

При выборе источника водоснабжения, решении схемы водоснабжения и канализации необходимо стремиться к использованию (созданию) кооперированных объектов и систем.

15.2. Нормы водопотребления. Расход воды на удовлетворение нужд комплекса строительства определяют на основе удельных расходов воды на одного жителя города (поселка), на одного трудящегося, на единицу продукции, вида работ и т. п.

Нормы расхода воды для отдельных водопотребителей приведены в табл. 440.

440. Нормы расхода воды для отдельных водопотребителей

Наименование потребителя и вид расхода воды	Измеритель	Норма расхода воды потребителями, л
Водоразборные колонки при отсутствии внутреннего водопровода и канализации	На 1 жителя в сутки	30—50
Санитарно-бытовые нужды, включая и расход воды на коммунальное обслуживание в неполностью канализованных поселках	То же	45—65
То же, в полностью канализованных поселках при неполностью канализованных зданиях	»	60—80*
Благоустроенные поселки:		
внутренний водопровод и канализация (без ванн)	»	80—110
то же, с газоснабжением	»	100—125
внутренний водопровод, канализация и ванны с водонагревателями, работающими на твердом топливе	»	120—150
То же, с газовыми водонагревателями	»	150—200
Внутренний водопровод, канализация и система централизованного горячего водоснабжения	»	250—400
Отдельные объекты:		
общежития в неканализованных зданиях	На 1 живущего в сутки	15—20
то же, в канализованных зданиях, но без общественных столовых и душей	То же	50—75
общественные уборные	На 1 очко в сутки	350—400
общественные писсуары с непрерывной смывкой	На 1 место в час	100—200
общественные душевые	На 1 сетку в час	400—500
Приготовление и укладка бетона, включая промывку инертных, но без поливки конструкций; суммарный расход	На 1 м³ бетона в деле	2250—3000
То же, при незначительном загрязнении инертных	То же	1500—2000
Поливка бетона в летнее время	1 м³ бетона в деле за 1 раз	50**

* Максимальный суточный расход 75—100 л относится к зданиям без ванн.

** От 7 до 14 сут. В средней полосе СССР — 4...6 поливок, в южной — 10...13, в северной — 2...4 поливки в сутки.

Продолжение табл. 110

Наименование потребителя и вид расхода воды	Измеритель	Норма расхода воды потребителями, л
Поливка бетона в летнее время в климатических условиях средней полосы	1 м³ бетона в деле в сутки	200—400
Изготовление бетонных изделий на заводе без промывки и поливки готовых изделий	1 м³ изделий	200—300
То же, железобетонных изделий	То же	150—250
То же, при применении способа пропаривания	»	400—500
Поливка заводских изделий из железобетона	»	200—250
Каменные работы и конструкции:		
кирпичная кладка на холодном цементном растворе с приготовлением раствора, но без расхода воды на поливку кирпича	1000 шт. кирпичей	90—180
то же, на теплом растворе	То же	115—230
кирпичная кладка на холодном сложном растворе с приготовлением раствора, но без расхода воды на поливку кирпича	»	110—170
то же, на теплом растворе	»	160—210
кирпичная кладка на холодном известковом растворе с приготовлением раствора	То же	130—150
то же, на теплом растворе	1 м³ укладки	165—185
бутовая кладка на цементном растворе с приготовлением его, но без расхода воды на поливку	То же	60—100
бутовая кладка на цементном растворе с приготовлением его, но без расхода воды на поливку	»	60—100
то же, на сложном растворе	»	100—150
то же, на известковом растворе	»	150—200
кладка из легкобетонных пустотелых камней на цементном растворе с приготовлением раствора	»	50—60
то же, из сплошных камней	»	75—90
то же, из пустотелых камней на сложном растворе	»	70—90
то же, из сплошных камней	»	105—135
то же, из пустотелых камней на известковом растворе	1 м³ кладки	120—160
то же, из сплошных камней	То же	180—240
поливка кирпича	1000 шт. кирпичей	200—250
Колонны металлические массой, т:		
1,5—3	1 т смонтированных конструкций	30—50
5—15	То же	60—105
до 40	»	215—275
Вяжущие материалы и растворы:		
гашеные извести до консистенции густого теста	1 м³ теста	1850—2300
то же, до жидкого состояния	То же	2650—3000
приготовление известкового раствора (механическое), включая и расход воды на гашение извести и приготовление известкового молока	1 м³ раствора	1000—1400
то же, сложного раствора	То же	600—1000
то же, цементного раствора	»	150—300
приготовление холодного известкового раствора для каменных работ, считая расход воды на гашение извести отдельно	»	250—300
то же, для штукатурных работ	»	210—250

Продолжение табл. 440

Наименование потребителя и вид расхода воды	Измеритель	Норма расхода воды потребителями, л
приготовление холодного сложного раствора, считая расход воды на гашение извести отдельно	1 м³ раствора	200—240
приготовление холодного цементного раствора	То же	170—210
то же, теплого известкового, считая расход воды на гашение извести отдельно	»	200—240
приготовление глиняного раствора	»	400—480
Штукатурные работы:		
оштукатуривание вручную при готовом растворе (известковом, сложном, цементном и теплом)	1 м² поверхности	2—4
то же, под «правило»	То же	4—6
оштукатуривание вручную известковым, известково-алебастровым, сложным и цементным раствором стен и потолков здания, включая расход воды на приготовление раствора	»	30—40
Железобетонные и бетонные работы и конструкции:		
промывка гравия или щебня при механическом способе в гравиемойках при среднем загрязнении инертных	»	500—1000
промывка песка в пескомойках при среднем загрязнении	»	1250—1500
приготовление холодного жесткого бетона в бетоносмесителях	1 м³ бетона	225—275
то же, пластичного бетона	То же	250—300
то же, литого бетона	»	275—325
приготовление теплого бетона	»	300—400
Полы и кровельные работы:		
устройство на уплотненном основании подстилающего слоя (подготовки) из щебня с проливкой водой или раствором	1 м³ подготовки	650—700
устройство на уплотненном основании бетонной подготовки с приготовлением бетона	То же	1300—1400
устройство кирпичных полов на цементном растворе с основанием	1 м² поверхности пола	105—115
то же, на песчаной подготовке	То же	75—80
устройство и отделка цементных полов при готовом основании	»	18—20
устройство бетонных полов на готовом основании и подготовка с приготовлением бетона	»	25—30
устройство деревянных торцовых полов на готовом основании	»	6—7
то же, с устройством основания и глинобитной подготовки	»	80—95
устройство паркетных полов с циклевкой и очисткой паркета	»	3—4
устройство полов из метлахских плиток по готовому основанию	»	5—6
устройство теплых кровель из рулонных материалов с приготовлением раствора	1 м² поверхности кровли	4—6
то же, по железобетонным ребристым плитам	То же	9—11
устройство черепичных кровель с приготовлением известкового раствора	»	5—6
Санитарно-технические работы:		
отопление и вентиляция, обмуровка и устройство боровов для котлов	1 м³ кладки за вычетом пустот	100—120

Продолжение табл. 440

Наименование потребителя и вид расхода воды	Измеритель	Норма расхода воды потребителями, л
устройство бутовых и кирпичных оснований (фундаментов)	1 м³ кладки за вычетом пустот	50—75
устройство комнатных кирпичных печей (в среднем)	То же	130—150
Водопровод и канализация:		
устройство смотровых кирпичных канализационных колодцев с оштукатуриванием стен и днища при глубине колодца 1,6 м	1 колодец	220—260
то же, бутовых	То же	530—600
устройство смотровых канализационных колодцев из пластин с устройством основания, экрана из мятой глины при глубине 1,6 м	»	650—750
Силовые установки:		
паровые котлы (парообразование) без использования конденсата	1 кг пара	1—1,2
то же	1 м² поверхности нагрева в час	15—30
паровые котлы (парообразование) с использованием конденсатора (расход свежей воды)	1 кг пара	0,15—0,20*
двигатели внутреннего сгорания типа дизеля, при прямоточном водоснабжении	1 л. с. в час	15—40**
то же, при оборотном водоснабжении	То же	3—5
компрессоры центробежные (ротационные) и поршневые (при отсутствии данных о марке в среднем)	»	25—40
то же		
Внутрипостроечный транспорт:	1 м³ воздуха	5—10
то же		
а) автомобильный и тракторный парк:		
легковые автомобили — общий расход (заправка, обмывка) в среднем	1 сут	300—400***
заправка легковых автомобилей	Разовая	20—30
то же	1 сут	100—150
грузовые автомобили — общий расход (заправка, обмывка) в среднем	То же	400—700
заправка грузовых автомобилей	Разовая	40—50
то же	1 сут	150—250
капитальный ремонт грузовых автомобилей с разборкой и обмывкой	1 машина	700—800
автобусы — общий расход (заправка, мытье)	1 сут	1500
тракторы — общий расход (заправка, обмывка) в среднем	То же	300—600
то же	1 маш.-ч	10—25
заправка тракторов в среднем (при отсутствии данных о марке)	1 сут	50—75
то же	1 ч	4—6
капитальный ремонт тракторов в мастерской с разборкой и обмывкой	1 трактор	1200—1500
текущий ремонт тракторов	То же	400—500
б) паровозно-тепловозный парк:		
паровозы при широкой колее (включая обмывку)	1 паровоз в сутки	10 000—20 000
то же, при узкой колее	То же	4000—8000
обмывка паровозов, отдельно	»	1500
промывка и наполнение паровозных котлов	Разовые	10 000—15 000

* При расходе конденсата на технологические нужды — по нормам.

** При температуре воды: поступающей +10...+30° С. отработанной +50° С.

*** В зависимости от типа автомобиля, состояния дорог и времени года.

Продолжение табл. 440

Наименование потребителя и вид расхода воды	Измеритель	Норма расхода воды потребителями, л
тепловозы:		
ТЭ-3, ТЭМ-2; ТЭМ-1, ТЭ-2, ТЭ-1	1 секция в сутки	6—7
ТГМ-3, ТГМ-1	То же	3—5
ТГК-2, ТГК	»	2—3
производственные потребности депо паровозов	1 место в сутки	4000—5000
то же, тепловозов и электровозов	То же	10 000—15 000
электровозы и тепловозы	1 маш.-смена	10—15
Производственные предприятия:		
кузнечные мастерские	1 горно-ч	40—50
слесарно-механические мастерские	1 станко-ч	80—100
механические мастерские	То же	35—45
столярные мастерские	1 верстак	20—25
инструментальные мастерские	1 кг инструмента	12,5—15
чугунное литье	1 кг литья	12,5—20
стальное литье	То же	15—20
медное литье	»	7,5—10
Промышленность строительных материалов:		
кирпич глиняный полнотелый	1000 шт. усл. кирпича	1440
кирпич глиняный, пустотелый пористый, керамические блоки	То же	1250
блоки керамические пустотелые	1 м³ блоков	800
кирпич силикатный	1000 шт. усл. кирпича	1690
заводы силикатного кирпича производительностью 100 млн. шт. в год:		
на привозной извести	То же	689
на извести собственного изготовления	»	720
производство глиняной черепицы	1000 шт. черепицы	1110

15.3. Расход воды на пожаротушение и требования к качеству воды.

Расчетный расход при населении 1000 ... 5000 чел. составляет 6 л/с; при населении до 1000 чел. (длительность пожара — 2 ч) — 2,5 л/с.

441. Нормы расхода воды и число струй на внутреннее пожаротушение

	Число струй	*Расход воды на 1 струю, л/с*
Общежития высотой до 4 этажей, больницы, детские ясли-сады, спальные корпуса пионерских лагерей, магазины, пансионаты, предприятия общественного питания, бытового обслуживания и вспомогательные здания промышленных предприятий объемом до 25 000 м³	1	2,5
Производственные здания, гаражи высотой до 50 м и здания складов при объеме 5000 м³ и более, при хранении в них сгораемых материалов в сгораемой упаковке	2	2,5

Расход воды для пожаротушения на промышленных предприятиях зависит от степени огнестойкости производственных зданий (табл. 442, 443).

В период освоения строительной площадки и при строительстве нормы расхода воды и оборудование согласовывают с органами пожарного надзора, так как огнеопасность объектов в период строительства может быть выше, чем в период эксплуатации.

При определении запаса воды, необходимого для тушения пожара как в населенных местах, так и на промышленных предприятиях, расчетную продолжительность тушения пожара принимают равной 3 ч.

Требования к качеству воды. Качество воды на хозяйственно-бытовые нужды должно удовлетворять ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая», на производственные нужды — требованиям и нормативам технологии.

15.4. Расчетный расход воды на строительство.

Расчетный секундный расход воды $q_{хоз}$, *л/с, на санитарно-бытовые нужды* определяют по формуле

$$q_{хоз} = \frac{aN_1 K_{час}}{60 \cdot 60n},$$

442. Расход воды на один пожар для пожаротушения в зданиях при ширине до 60 м с фонарями (л/с)

Степень огнестойкости зданий	Категория производства по пожарной опасности	Объем здания, тыс. м³						
		до 3	3—5	5—20	20—50	50—200	200—400	более 400
I, II	Г, Д	10	10	10	10	15	20	25
	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г, Д, В	10	10	15	25	—	—	—
		10	15	20	30	—	—	—
IV, V	Г, Д	10	15	20	30	—	—	—
	В	15	20	25	—	—	—	—

443. Расход воды на один пожар для пожаротушения в зданиях при ширине до 60 м без фонарей (л/с)

Степень огнестойкости зданий	Категория производства по пожарной опасности	Объем здания, тыс. м³										
		до 5	5—20	20—50	50—100	100—200	200—300	300—400	400—500	500—600	600—700	700—800
I, II	А, Б, В	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Г, Д	10	10	10	15	20	25	30	35	40	45	50

где N_1 — число рабочих; a — расход воды на одного рабочего в смену (при $a=30$ л/с $q_{хоз}=0{,}002\,N_1$); $K_{час}$ — коэффициент часовой неравномерности (см. табл. 444); n — число часов работы (обычно 8 ч).

Расчетный секундный расход воды на души $q_{душ}$, л/с

$$q_{душ}=\frac{bN_2}{60n},$$

где N_2 — число рабочих, пользующихся душем; b — расход воды на прием душа; n — число минут работы душевой (обычно 45 мин) (при $b=25$ л $q_{душ}=0{,}009\,N_2$).

444. Коэффициенты неравномерности водопотребления

	Суточный K_c	*Часовой* $K_ч$	*Общий* K_c
Производственно-строительные расходы, в среднем по площадке	1,15—1,2	1,25—1,4	1,45—1,7
Строительные работы, отдельно	—	1,5	—
Силовые установки, отдельно	—	1,1	—
Подсобные предприятия, отдельно	—	1,25	—
Транспортное хозяйство, отдельно	—	1,5—2	—
Санитарно-бытовые расходы непосредственно на строительстве	1,1—1,2	2—2,75	2,4—3
То же, в административно-конторских зданиях	1	2	2
Душевые	1	1	1

15.5. Расчетный напор воды. В водопроводах необходимо поддерживать давление, достаточное для создания свободного напора в точках водоразбора.

445. Минимальный свободный напор в хозяйственно-питьевых водопроводах (м)

Водоразборные краны у раковин и моек, банные, туалетные, смывные бачки унитазов и душевые сетки	2
Краны моек, лабораторные смесители, восходящие души (бидэ)	3
Водонагреватели (колонки) для газового и твердого топлива, регулируемые душевые сетки и смесители для ванн с душевыми сетками	4
Смывные краны унитазов, питьевые фонтанчики с регуляторами давления	5—7
Поливочные краны	10
Производственные агрегаты	по технологическим нормам, но не менее 5
В сети хозяйственно-противопожарного водопровода (над уровнем земли):	
при одноэтажной застройке	10
на каждый последующий этаж добавляется	4
Пожарные гидранты	при отборе воды пожарным насосом —10, по согласованию— —до 7

Свободный напор у внутренних пожарных кранов должен обеспечивать создание компактной струи при тушении пожара самой высокой и удаленной части сгораемой конструкции или изделия.

Максимальный напор в сети перед точками водоразбора — 60 м, у пожарных кранов — 90 м.

При превышении давления в сети устанавливают уравнительные резервуары или приборы.

Требуемый при пожаре напор у гидранта определяют по формуле

$$H_г = S_с Q^2 + T,$$

где $H_г$ — требуемый при пожаре напор у гидранта, м; $S_о$ — общее сопротивление, м; Q — расчетный расход, л/с; T — высота здания от уровня земли до конька, м.

При диаметре рукава $D=65$ мм, длина рукава $l=125$ м, спрыске пожарного ствола $D=19$ мм, $Q=5$ л/с

$$S_о = S_р + S_с,$$

где $S_р$ — сопротивление рукавной линии, м; при $l_р=120$ м, $D=66$ мм, $Q=5$ л/с $S_р=0{,}462$ м; $S_с$ — сопротивление ствола со спрыском $D_р=19$ мм, м; при $Q=5$ л/с $S_с=0{,}634$ м.

При пожаре, как правило, подключают к гидранту (или пожарному насосу) две рукавные линии, при этом расход воды удваивается, сопротивление в гидранте увеличивается.

Для расчета можно принимать:

$$H_р = 28 + T.$$

Водопроводная сеть с гидрантами, водозабор и подача воды в расчетных количествах должны быть готовы к началу строительства основных объектов.

До готовности указанных сооружений на площадке создают искусственные водоемы (резервуары). Количество, размещение и объем водоемов назначают по согласованию с местными органами Государственного пожарного надзора.

При подаче воды на пожаротушение из водопровода низкого давления в схему включают пожарный насос с отбором воды из пожарного гидранта и подачей в рукавную линию.

15.6. Насосные установки.

Центробежные насосы. На рис. 104 приведена схема насосной установки с центробежным горизонтальным насосом.

Полный напор, который должен создавать насос, определяют расчетом по формуле

$$H = H_{г.в} + H_{г.н} + h_{п.в} + h_{п.н},$$

где H — полный напор насоса, Па; $H_{г.в}$ — геометрическая высота всасывания, Па; $H_{г.н}$ — геометрическая высота нагнетания, Па; $h_{п.в}$ — потери напора во всасывающем трубопроводе (с арматурой), Па; $h_{п.н}$ — потери напора в напорном трубопроводе (с арматурой), Па.

Насосы устанавливают для работы с созданием вакуума или с подпором. Вакуумметрическая высота всасывания центробежных насосов зависит от ряда факторов и обычно не превышает 6—7 м.

Полезная мощность насоса определяется соотношением

$$N_п = \gamma QH/102,$$

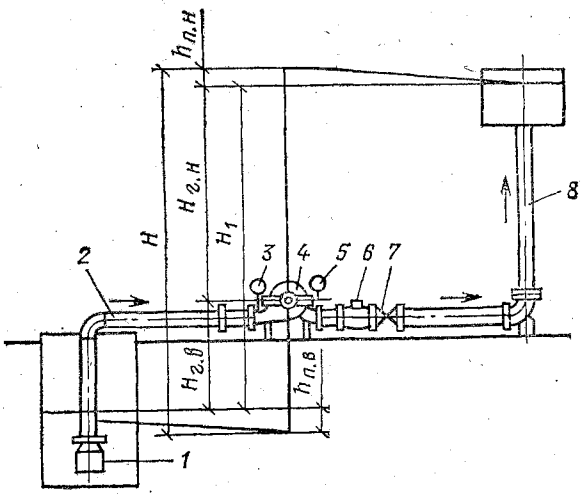


Рис. 104. Схема насосной установки

1 — приемный клапан; 2 — всасывающий трубопровод; 3 — вакуумметр; 4—насос; 5 — манометр; 6 — обратный клапан; 7 — задвижка; 8 — напорный трубопровод

где $N_п$ — полезная мощность насоса, кВт; γ — плотность жидкости, кг/м³; Q — подача насоса, м³/с; H — полный напор насоса, м.

Мощность на валу насоса (потребляемая мощность):

$$N = \gamma QH/(102\eta),$$

где N — мощность на валу насоса, кВт; η — полный коэффициент полезного действия насоса (приводится в каталожных данных); для центробежных насосов $\eta = 0{,}6—0{,}92$.

При непосредственном соединении насоса с двигателем мощность принимают по формуле

$$N_{дв} = \frac{\gamma QH}{102\eta} K;$$

при соединении с двигателем через промежуточную передачу

$$N_{дв} = \frac{\gamma QH}{102\eta\eta_{пер}} K,$$

где $\eta_{пер}$ — КПД передачи, зависящий от ее вида; K — коэффициент запаса мощности, принимаемый в зависимости от мощности двигателя:

До 20 кВт	1,25
20—50 кВт	1,2
50—300 кВт	1,15
Более 300 кВт	1,1

Изменение характеристики лопастных насосов в определенных пределах допускается за счет изменения частоты вращения и обточки диаметра колеса.

446. Допустимая обточка колеса насоса

Коэффициент быстроходности насоса	60—120	121—200	201—300
Допустимая обточка, % от $D_{норм}$	15—20	11—15	7—11
Примерное снижение КПД насосов, % на каждые 10% обточки	1—1,5	1,5—2	2—2,5

447. Коэффициент быстроходности для насосов различных типов

Центробежные:	
тихоходные	40—80
нормальные	80—150
быстроходные	150—300
Осевые (пропеллерные)	600—1200

Обточку колес для артезианских и погружных насосов заводы-изготовители не проводят.

Пересчет характеристик в указанных пределах выполняют по формулам:

$$Q_1 = QD/D_1;$$
$$H_1 = H\,(D_1/D)^2;$$
$$N_1 = N\,(D_1/D)^3;$$
$$n_{1э} = n_э\,(D/D_1),$$

где Q, H, N, $n_э$, D — соответственно производительность, напор, мощность, удельная быстроходность и диаметр колеса до обточки; Q_1, H_1, N_1, $n_{1э}$, D_1 — то же, после обточки колеса.

Рабочие характеристики приведены на рис. 105.

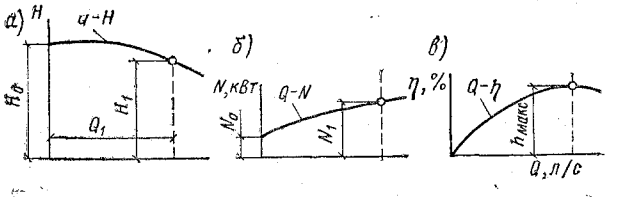


Рис. 105. Рабочие характеристики центробежного насоса

а — зависимость напора; б — мощности на валу; в — коэффициент полезного действия насоса с изменением расхода жидкости

Действительная подача

$$Q = \eta_0 Q_т,$$

где Q и $Q_т$ — действительная и теоретическая подача насоса, м³/мин; η_0 — объемный коэффициент полезного действия насоса, равный 0,85—0,99.

Эрлифты. Показатели эрлифтной установки, обеспечивающие ее устойчивую работу, приведены в табл. 448.

448. Эрлифтные установки

Геометрическая высота подачи, м	Необходимый коэффициент погружения	Коэффициент полезного действия	Необходимая глубина погружения форсунки, м
До 15	3	0,59	30
30	2,5	0,54	45
60	2,2	0,5	72
90	2	0,41	90
120	1,75	0,4	90

Скорость движения воды в трубе до форсунки 1—1,5 м/с. Скорость движения смеси воды с воздухом над форсункой 3—5 м/с, а в верхней части водоподъемной трубы 6—8 м/с.

Водоструйные насосы (гидроэлеваторы). Коэффициент полезного действия водоструйного насоса колеблется в пределах 0,1—0,3 за счет потери энергии в сопле, смесительной камере и диффузоре.

Гидроэлеваторы рекомендуются для откачки воды из траншей, подвалов, колодцев на сетях, шахтных колодцев, для удаления осадка из песколовок, нефтеловушек и т. д.

449. Переносной гидроэлеватор для удаления пульпы с крупностью фракций до 3 мм (песок, антрацитовая крошка)

Давление рабочей жидкости перед насадкой, МПа	0,55
Расход рабочей жидкости, м³/ч, не более	103
Напор на выходе из гидроэлеватора, МПа	0,9
Производительность по сухому песку, м³/ч, не более	4
Масса, кг	80
Типовой проект	ВС-02-33, вып. 1

Чертежи распространяет ЦИТП, Москва.

450. Гидроэлеватор для удаления осадка

Диаметр, мм:		
насадки	30	36
горловины	55	70
Давление рабочей жидкости перед насадкой, МПа	0,65	0,4
Расход рабочей жидкости, л/с	25	27
Давление пульпы после диффузора, МПа	0,2	0,1
Производительность, л/с:		
по пульпе	45	54
по 60%-ному осадку	3,6	4,3
Коэффициент инжекции	0,8	1
Масса, кг	75	75

Поршневые насосы. Теоретическую подачу насоса $Q_т$, м³/мин, определяют по формуле

$$Q_т = FSn,$$

где F — площадь поршня, м²; S — ход поршня, м; n — частота вращения, мин$^{-1}$.

Действительная подача поршневого насоса

$$Q = \eta_о Q_т,$$

где $\eta_о$ — объемный КПД насоса, равный 0,85—0,99.

Подача насоса не зависит от развиваемого им напора.

Изготовляют насосы одинарного, двойного, тройного и четвертного действия, конструкции которых позволяют за один оборот ва-

ла кривошипного механизма произвести один, два, три и четыре всоса и нагнетания жидкости.

Водопроводные насосные станции. По расположению в общей схеме насосные станции подразделяют на станции I или II подъема, повысительные или циркуляционные; по расположению оборудования — наземные, полузаглубленные и заглубленные; по управлению — с ручным, автоматическим и дистанционным управлением.

Для мелких насосных установок целесообразен повторно кратковременный режим работы, который обеспечивается напорно-регулирующей емкостью (водонапорные башни, баки) и периодической, заранее выбранной частотой включения насоса.

В таких установках максимальную частоту включения насоса принимают от 4 до 10 в 1 ч, а регулирующая вместимость баков при этом может быть принята в 100 раз меньшей, чем в установках, работающих в равномерном режиме.

НИИ санитарной техники разработаны типовые унифицированные конструкции автоматических насосных установок с подачей 1 ... 150 м³/ч.

15.7. Обеззараживание воды для хозяйственно-питьевых нужд проводят различными методами — хлорированием, озонированием и бактерицидным облучением.

Для мелких установок целесообразно бактерицидное облучение.

451. Бактерицидные установки

	ОВ-1П	*ОВ-АКХ-1*	*ОВ-1П-РКС*
Тип лампы	БУВ-60П	ПРК-1	РКС-2,5
Число ламп	1	3	1
Потребляемая мощность, кВт	0,06	3	2,5
Производительность, м³/ч	3	90	50
Рабочее давление, МПа	0,5	0,5	0,5
Масса, кг	5	85	98

15.8. Охлаждение воды. С целью сокращения расхода свежей воды на производственные нужды (охлаждение компрессоров, конденсаторов и др.) применяют схему с оборотным водоснабжением.

Для охлаждения оборотной воды используют компактные, с высокими показателями работы вентиляторные градирни (табл. 452).

452. Вентиляторные градирни, разработанные В/О Союзводоканалниипроект

Наименование, типовой проект	Тип вентилятора	Тип; частота вращения; мощность электродвигателя	Число секций	Площадь орошения, м²
Градирни пленочные и капельные с секциями площадью 2 м² с деревянным каркасом, типовой проект № 901-6-32. Водосборные бассейны из монолитного железобетона	06-320 № 8	ВАО-22-6; $n = 930$ мин$^{-1}$; $N = 1{,}1$ кВт	2 4 6	4 8 12
Градирни пленочные и капельные, с секциями площадью 8 м² со стальным или деревянным каркасом, типовой проект № 901-6-50. Водосборный бассейн из монолитного железобетона	06-300 № 12,5	АО2-42-8; $n = 750$ мин$^{-1}$; $N = 3$ кВт	2 3	16 24

Продолжение табл. 452

Наименование, типовой проект	Тип вентилятора	Тип; частота вращения; мощность электродвигателя	Число секций	Площадь орошения, м²
Градирни пленочные и капельные, с секциями площадью 8 м², располагаемые на зданиях с плоской кровлей типовой проект № 901-6-5/75.	06-300 № 12,5	АО2-42-8; n =750 мин$^{-1}$; N = 3 кВт	2 3 5	16 24 40
Поддоны из листовой стали Градирни пленочные и капельные с секциями площадью 64 м², с деревянным каркасом, типовой проект № 901-6-34. Водосборные бассейны из монолитного железобетона	1ВГ-50	Тихоходный ВАСВ-14-16-32	2 3 4 5	128 192 256 320

Примечание. Удельная гидравлическая нагрузка от 4 до 10 м³/ч на 1 м² площади оросителя (в зависимости от требований к температуре и климатических параметров района строительства).

15.9. Расчет резервуаров. Объем резервуаров, их расположение и конструкцию выбирают из условий схемы водоснабжения:

$$W = W_р + W_ф + W_п,$$

где W — общий объем резервуара, м³; $W_р$ — регулирующий объем, определяемый в зависимости от режима работы насосов и водопотребления, м³; $W_ф$ — объем потребности очистных сооружений, м³; $W_п$ — объем, учитывающий нужды пожаротушения (продолжительность пожара — 3 ч), м³:

$$W_п = 3Q_п + \Sigma Q_х - 3Q_{нас},$$

где $Q_п$ — расход воды на пожаротушение, м³/ч; $Q_х$ — расход воды на хозяйственно-питьевые цели за 3 ч наибольшего водопотребления; $Q_и$ — подача воды насосами в резервуар.

16. КАНАЛИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК

16.1. Общие сведения. Строительство и эксплуатацию систем канализации осуществляют в соответствии со СНиП II-32-74 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

По целевому назначению различают системы канализации:

хозяйственно-фекальные — для хозяйственно-фекальных и душевых сточных вод;

производственные — для производственных стоков;

ливневые — для ливневых и талых вод.

По технико-экономическим соображениям, с учетом местных условий, отдельные системы могут быть объединены.

16. 2. Нормы водоотведения и расчетный расход сточных вод. Нормы отведения хозяйственно-фекальных стоков соответствуют нормам водопотребления; нормы отведения производственных стоков учитывают по технологическим данным.

Расчетные расходы определяют по формулам и коэффициентам неравномерности, приведенным в гл. 15.4.

Расчетный расход дождевых (ливневых) стоков определяют по формуле

$$q_{\text{расч}} = qF\psi,$$

где $q_{\text{расч}}$ — расчетный расход, л/(с·га); q — интенсивность дождя, л/с; F — площадь стока, га; ψ — коэффициент стока;

$$\psi = q_c/q,$$

q и q_c — соответственно расход атмосферных вод, выпадающих на площадь в 1 га и стекающих в дождевую сеть с 1 га;

$$q = 20^n q_{20} (1 + C \lg P)/t^n \text{ л/(с·га)},$$

n и C — величины, учитывающие климатические особенности района; q_{20} — интенсивность дождя продолжительностью 20 мин и повторяемостью 1 раз в год (величина постоянная для данного района); P — период допускаемого однократного переполнения сети; t — расчетная продолжительность дождя, мин.

Значения указанных величин принимают по СНиП II-32-74 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

16.3. Определение стока от снеготаяния и ливней, водоотведение и защита строительных площадок от подтопления. Ориентировочный расчет стока проводят по карте изолиний стока, по гидрологической аналогии бассейнов и по эмпирическим формулам.

Нагорные канавы для строительных площадок и автомобильных дорог устраивают размером: ширина по дну $\geqslant$ 0,5 м, глубина $\geqslant$ 0,6 м.

Крутизна откосов канав в глинах, суглинках, супесях, крупных и средней крупности песках — 1 : 1,5; в мелких и пылеватых песках, в обводненных илистых грунтах — 1 : 2; в щебенистых и скальных грунтах — 1 : 1; в торфах — 1 : 1,5 и круче в зависимости от состава торфа.

Кюветы автодорожных выемок имеют ширину по дну $\geqslant$ 0,4 м и минимальную глубину $\geqslant$ 0,3 м.

Увеличение размеров сверх указанных обосновывают расчетом.

Продольный профиль дна канав должен обеспечить непрерывно нарастающую скорость течения потока от истока до устья во избежание заиливания.

Минимальная скорость течения воды 0,25—0,3 м/с; уклон 0,005, в исключительных случаях 0,003.

Наибольший уклон определяют расчетом, с учетом прочности конструкции каналов.

16.4. Канализационные сети (табл. 453—457).

453. Наименьшая глубина заложения канализационных труб в производственных зданиях, м

	Булыжный, клинкерный пол	*Бетонный, асфальтобетонный пол*
Трубы:		
чугунные и стальные	0,7	0,4
железобетонные	0,7	0,5
керамические и асбестоцементные	1	0,6
пластмассовые и стеклянные	по проекту	

454. Уклоны трубопроводов самотечных сетей*

Диаметр труб, мм	Хозяйственно-фекальные стоки		Условно-чистые стоки	Диаметр труб, мм	Хозяйственно-фекальные стоки		Условно-чистые стоки
	нормальные	наименьшие	нормальные		нормальные	наименьшие	нормальные
50	0,035	0,025	0,02	125	0,015	0,01	0,006
75	0,025	0,015	0,015	150	0,01	0,007	0,005
100	0,02	0,012	0,008	200	0,008	0,005	0,004

* При укладке труб для транспортирования шламов (гидросмесей) уклоны определяют расчетом.

455. Наибольшие допускаемые расстояния между ревизиями и прочистками (м)

Диаметр труб, мм	Производственные условно-чистые воды	Хозяйственно-фекальные воды и производственные, близкие к ним по составу	Производственные воды, содержащие большое количество взвешенных веществ	Вид прочистного устройства
50—75	15	12	10	Ревизии
50—75	10	8	6	Прочистки
100—150	20	15	12	Ревизии
100—150	15	10	8	Прочистки
200	25	20	15	Ревизии

Минимальные уклоны отводных труб водосточной сети принимают: а) для подвесных линий — 0,005; б) для подпольных линий — согласно табл. 454.

На прямых участках подвесных линий водосточной сети длиной более 15 м устанавливают ревизии или тройники с фланцами на взаимном расстоянии не более 15 м для труб диаметром 150 мм и не более 20 м для труб диаметром 200 мм.

456. Условные цвета окраски трубопроводов

Назначение трубопровода (наименование транспортируемой среды)	Цвет окраски	
	трубопровода	колец
Горячая вода:		
отопление:		
подающая линия	Зеленый	Желтый
обратная линия	»	Коричневый
горячее водоснабжение — подающая линия	»	Без колец
горячее водоснабжение — циркуляционная линия	»	Оранжевый
Техническая вода	Черный	Без колец
Техническая вода и вода для противопожарных целей совмещенный (трубопровод)	»	Оранжевый
Вода питьевая для хозяйственно-питьевых и производственно-противопожарных целей (совмещенный трубопровод)	Синий	»

Продолжение табл. 456

Назначение трубопровода (наименование транспортируемой среды)	Цвет окраски	
	трубопровода	колец
Вода для хозяйственно-питьевых целей	Синий	Без колец
Вода для противопожарных целей	Оранжевый	То же
Водостоки	Черный	Зеленый

Примечания: 1. Трубопроводы в непроходных каналах и при бесканальной прокладке окрашивают в пределах камер.
2. Канализационные трубопроводы в условный цвет не окрашивают.
3. Трубопроводы, подлежащие изоляции, окрашивают после наложения изоляции.

457. Ширина цветных колец

Наружный диаметр трубопровода или изоляции, мм	до 150	150—300	более 300
Ширина цветного кольца, мм	50	70	100

Наименьшие диаметры труб принимают: для уличной хозяйственно-фекальной сети 200 мм, для производственной — 150 мм; для дождевой и общесплавной уличной сети — 250 мм, для внутриквартальной — 200 мм.

458. Расчетное наполнение трубопроводов и минимальные скорости движения сточных вод

Диаметр труб, мм	150—250	300—400	500—900	900—1200
Расчетное наполнение по отношению к диаметру, не более	0,6	0,7	0,75	0,8
Минимальные скорости потока в трубах, м/с	0,7	0,8	1,1	1,15

Наименьшие уклоны трубопроводов при расчетных наполнениях для труб диаметром 150 мм — 0,008; для труб диаметром 200 мм — 0,005; уклоны присоединения от дождеприемника — 0,02.

Наименьшую глубину заложения канализационных трубопроводов принимают по опыту эксплуатации сетей данного района; при отсутствии таких данных трубы диаметром до 500 мм прокладывают на 0,3 м, а трубы бо́льшего диаметра — на 0,5 м менее наибольшей глубины промерзания грунта, но не менее 0,7 м до верха трубы от отметки планировки.

Смотровые колодцы в канализационных сетях всех систем предусматривают в местах присоединений, в местах изменения направления, уклонов и диаметров трубопроводов, а также на прямых участках на расстояниях, м:

Для труб диаметром, мм:

150	35
200—450	50
500—600	75
700—900	100
1000—1400	150

16.5. Очистка сточных вод. На строительных площадках при отсутствии организованной канализации соседних объектов или города необходима организация локальной очистки хозяйственно-фе-

кальных, части производственных сточных вод и для ряда участков стройгенплана (склады, места разгрузки нефтепродуктов, автохозяйства и т. п.) — стоков ливневой канализации.

Для полной биологической очистки хозяйственно-фекальных и близких к ним по составу промышленных сточных вод рекомендуются специальные установки (табл. 459—460).

Разработанные Гипрокоммунводоканалпроектом типовые проекты № 902-2-261, 902-2-262, 902-2-263 включены в серию 4.900-В, выпуск V «Оборудование водопроводных и канализационных сооружений».

Сооружения рекомендованы для полной биологической очистки бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод со снижением $БПК_{полн}$ до 15—20 мг/л.

Расчет сооружений выполнили исходя из данных: концентрация взвешенных веществ — 325 мг/л, органических загрязнений в сточной воде по $БПК_5$=270 мг/л, по $БПК_{полн}$=375 мг/л.

В комплекс входят компактная установка, производственное здание, контактный резервуар и иловые площадки. На установке смонтирована решетка — дробилка типа РД-100 (РД-200).

Оборудование поставляет завод-изготовитель в виде монтажных элементов.

459. Установка биологической очистки сточных вод КУ-2

Производительность, м³/сут	12
Условное число жителей, обслуживаемых установкой (при норме водопотребления 200 л на одного человека в сутки)	60
Качество сточных вод, мг/л:	
по $БПК_5$	270
по взвешенному веществу	320
Качество очищенных сточных вод, мг/л:	
по $БПК_5$	20
по взвешенному веществу	30
Время аэрации, ч	24
Продолжительность отставания по максимальному притоку, ч	1,5
Габарит, м	2×4, 6×2,3
Масса, т	2
Стоимость (без доставки), тыс. руб.	2,25

Техническая документация разработана ПКБ Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова

460. Компактные установки завода Водмашоборудование (Воронеж)

Производительность, м³/сут	12	25	50
Число монтажных элементов	1	1	2
Условное количество жителей, обслуживаемых установкой	60	125	250
Габарит, м:			
в плане	4,6×2	6×2	6×4
глубина	2,3	3,1	3,1
Масса, т	2,7	5,2	8,6

Производственные сточные воды строительных площадок имеют в основном взвешенные минеральные вещества и нефтепродукты. Количество и характеристику их принимают по технологическим данным.

Ряд моющих веществ, применяемых при ремонте паровозов, тепловозов и автотранспорта, могут иметь высокотоксичные соединения, что требует особой осторожности при решении вопросов очистки и отвода сточных вод в водоем.

Загрязнения ливневых стоков по составу соответствуют загрязнению водосборной поверхности. В районах складов нефтепродуктов наблюдается загрязнение поверхности.

Площади очагов разлива нефтепродуктов приведены в табл. 461.

461. Площади очагов разлива нефтепродуктов (м²)

Пропускная способность эстакады	При массе цистерн, т		
	60	90	120
Односторонние разгрузочные железнодорожные эстакады:			
на 2 вагона-цистерны	110	130	175
» 4 »	220	260	350
» 8 вагонов-цистерн	440	520	700
» 12 »	660	780	1050
» 16 »	880	1040	1400

Площадь возможного разлива мазута вокруг выхода напорного рукава перекачки из дренажной ямы мазутонасосной принимают 10 м².

Число ливневых стоков определяют из расчета 40 л/ч с 1 м² в течение 20 мин, что соответствует расчетной интенсивности дождя — 110 л/с с 1 га (средние значения для европейской части СССР).

В каждом отдельном случае значение q_{20} должно быть уточнено.

Концентрация нефтепродуктов в дождевых стоках от территории складов, фронта разгрузки мазута или нефти составляет около 100 мг/л.

Слив от сальников вращающихся механизмов принимают равным 3 м³/ч с концентрацией 100 мг/л. Целесообразна оборотная схема водоснабжения с очисткой стоков.

Для очистки сточных вод складов нефти от взвешенных веществ и нефтепродуктов используют несколовки, нефтеловушки и отстойники.

При нормальной эксплуатации улавливание нефтепродуктов обеспечивается в таких размерах:

1) *в песколовках:* снимается с поверхности до 25%, содержится в осадке 6—7% массы осадка;

2) *в нефтеловушках:*

обычной конструкции при $T=2$ ч, $V=3$—8 мм/с — 97—99%, улавливаются капли размером более 100 мкм,

с фильтром — эффект очистки увеличивается на 60—70%,

с параллельными пластинами эффект очистки увеличивается на 15—25%.

Доочистка стоков и улавливание эмульгированных нефтепродуктов осуществляются на сооружениях доочистки:

пруды отстаивания ($T=6$ ... 50 ч);

фильтрование («снизу вверх» и «сверху вниз»);

флотация;

химическая очистка;

биохимическая очистка;

очистка высшей водной растительностью (для более глубокой доочистки) с 1,5 ... 5 до 0,3 ... 1,5 мг/л.

При расходе воды стоков 100—500 м³/сут используют установку роторного типа (рис. 106); при расходе 600—5000 м³/сут — установку горизонтального типа.

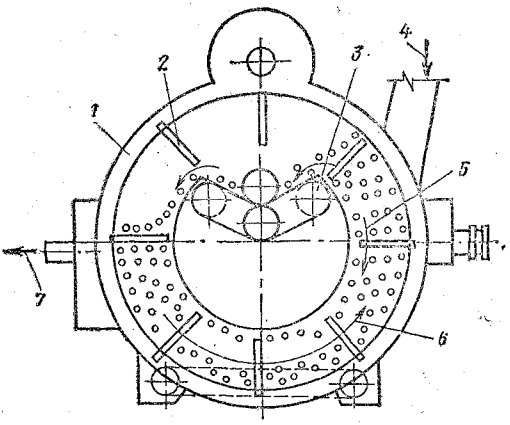


Рис. 106. Установка роторного типа для улавливания нефтепродуктов

1 — корпус фильтра; 2 — скребки сетчатые; 3 — отжимное устройство; 4 — отвод стоков на очистку; 5 — направление стоков на очистку; 6 — направление вращения ротора; 7 — отвод очищенных стоков

Установки разработаны харьковским Водоканалпроектом по рекомендациям ВНИИ по охране вод.

462. Роторный фильтр

Марка фильтра	Ф.РП-1
Производительность, м³/сут	230
Скорость фильтрации, м/ч	12,5
Продолжительность фильтроцикла, ч	220
Концентрация нефтепродуктов, г/м³:	
начальная	150
конечная	7
Объем загрузки, м³	1,6
Габарит, м	2×1,8×0,5
Режим работы	не регламентируется
Площадь фильтра, м²	0,8
Плотность загрузки, кг/м³	30

Примечание. Продолжительность фильтроцикла зависит от концентрации нефтепродуктов в воде и количества сточных вод, проходящих очистку.

От котельных установок, аккумуляторных и мастерских металлопокрытий поступают кислые сточные воды.

Состав и количество сточных кислых вод от обмывки котлов зависит от типа котлов, качества топлива, состояния топочных устройств и др.

Рекомендуется нейтрализация стоков до pH 8,5...9 и отстаивание — до 18—20 ч. Осветленная вода возвращается на повторное использование (оборотное водоснабжение) шламы после 5—7-дневного обезвоживания в шламонакопителях, вывозят автотранспортом в места, согласованные местным Советом и санэпидстанцией.

Расход извести определяют расчетом по количеству сточных вод и составу кислотных компонентов.

463. Состав шламов* в стоках от обмыва котлов (%)

Наименование компонентов:	
Гипс	61,4
Гидроокись железа	31,5
Гидроокись ванадия	3,6
Гидроокись никеля и меди	1,5
Прочие примеси	2

* Состав шламов зависит от качества воды.

16.6. Противокоррозионная защита трубопроводов, прокладываемых в грунте. Две основные группы мероприятий: *пассивная защита* — изоляция трубопроводов от контакта с окружающей средой и ограничение проникания блуждающих токов в трубопровод; *электрическая защита* методами катодной поляризации.

К группе пассивной защиты относят:

рациональный выбор трасс трубопроводов;

применение битумных, пленочных, цементных и других покрытий;

прокладку трубопроводов в туннелях, каналах и футлярах.

Коррозионная активность грунтов зависит от влажности (обводнения), воздухопроницаемости, удельного омического сопротивления (табл. 464), солевого состава, температуры, pH и др.

464. Оценка коррозионной активности по удельному сопротивлению грунта

Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Более 100	20—100	10—20	5—10	Менее 5
Коррозионная активность	Низшая	Средняя	Повышенная	Высшая	Весьма высокая

Толщина изоляционного покрытия и допускаемые отклонения толщины покрытия приведены в табл. 465.

465. Толщина изоляционного покрытия и допускаемые отклонения толщины покрытия

Вид покрытия	Тип изоляции	
	усиленная	весьма усиленная
	толщина, мм/допускаемое отклонение, мм	
Покрытия на основе битумной мастики с минеральным наполнителем и армирующим материально-стекловолокнистым холстом и крафт-бумагой	6/—0,5	9/—0,5
Покрытия на основе битумной мастики с резиновым или полимерным наполнителем и армирующим материало-стекловолокнистым холстом и крафт-бумагой	5,5/—0,5	8,5/—0,5
Пластмассовые ленты	0,77—	0,7/—
Полиэтилено-песчаное покрытие	1,6/—0,2	—
Эмаль этиноль	0,9/±0,1	—

Продолжение табл. 465

Вид покрытия	Тип изоляции	
	усиленная	весьма усиленная
	толщина, мм/допускаемое отклонение, мм	
Цементные торкретированные покрытия для бестраншейной прокладки трубопровода:		
цементные	24—32/+5	—
цементно-битумные	18—25/+5	—

466. Конструкции противокоррозионных покрытий на основе битумных мастик и их применение

Коррозионная активность грунта	Характеристика трубопровода	Тип изоляции	Конструкция покрытия	Толщина покрытия, мм
Низкая и средняя	Магистральные трубопроводы	Нормальная	Грунтовка, мастика 3 мм, стеклохолст или крафт-бумага	3
Повышенная	Трубопроводы, пересекающие железные и автомобильные дороги (в грунтах низкой и средней активности), вводы к потребителям, на переходах затапливаемых пойм рек, на участках с высоким уровнем грунтовых вод	Усиленная	Грунтовка, мастика 3 мм, армирующая обмотка, мастика 3 мм, стеклохолст или крафт-бумага	6
			Грунтовка, мастика 4 мм, бризол 1,5 мм	5,5
			Грунтовка, мастика 5,5 мм, стеклохолст или крафт-бумага	5,5
Высокая	Трубопроводы на территории городов, промышленных предприятиях; при переходах через реки, каналы, болота, электрифицированные железные дороги	Весьма усиленная	Грунтовка, мастика 3 мм, армирующая обмотка 3 мм, мастика 3 мм	9
			Грунтовка, мастика 7 мм, бризол 1,5 мм	8,5
			Грунтовка, мастика 4 мм, бризол 1,5 мм, мастика 3 мм, стеклохолст или крафт-бумага	8,5
			Грунтовка, мастика 3 мм, бризол 1,5 мм, мастика 2,5 мм, бризол 1,5 м	8,5

Недопустимо сбрасывать и скатывать по слегам с автомобиля покрытые противокоррозионной изоляцией трубы, а при подъеме или опускании обматывать трубы стальными канатами.

Конструкции противокоррозионных покрытий на основе битумных мастик и их применение приведены в табл. 466.

В табл. 467 приведены примерные составы и физико-химические свойства мастик, приготовляемых на строительной площадке.

467. Примерные составы мастик и их физико-химические свойства

Наименование материалов, физико-механических показателей	Номер состава мастики					
	1	2	3	4	5	6
Содержание составляющих, % по массе						
Битум БНИ-IV или БН-IV	80	93	43	48	85	84,75
Битум БНИ-V или БН-V	—	—	42	45	—	—
Зеленое масло	—	—	5	—	5	5
Порошок резины	5	7	10	7	10	10
Полизобитум П-20	—	—	—	—	—	0,25
Минеральный наполнитель	15	—	—	—	—	—
Физико-механические свойства мастик						
Температура размягчения, °С	70—80	76—80	80—90	90—98	70—76	76—86
Растяженность при 25° С, см	3,5—3	3,5—3	2,5—2	2,5—2	3,5—4	5,5—4

17. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОЙПЛОЩАДОК СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

17.1. Классификация компрессоров. Компрессоры предназначены для сжатия и перемещения воздуха, газов и паров.

Компрессоры подразделяют по таким признакам:

по создаваемому давлению — низкого давления 0,2—1 МПа, среднего давления 1—10 МПа, высокого давления 10—100 МПа (пределы давлений даны для воздуха);

по принципу работы — объемные (поршневые, ротационные, зубчатые), лопастные (центробежные, осевые), струйные;

по роду сжимаемого газа — воздушные, газовые (кислородные, фреоновые и др.), паровые;

по расположению оси цилиндра — горизонтальные, вертикальные, U-образные, W-образные;

по числу ступеней — одноступенчатые, двухступенчатые, многоступенчатые;

по числу цилиндров — одноцилиндровые, двухцилиндровые, многоцилиндровые;

по способу охлаждения цилиндров и промежуточных холодильников — с воздушным охлаждением (небольшие передвижные компрессоры), с водяным охлаждением (стационарные компрессоры);

по способу установки — стационарные и передвижные.

В строительстве применяют главным образом поршневые одно- и двухступенчатые компрессоры низкого давления 0,4—0,8 МПа.

17.2. Выбор оборудования и труб. Производительность компрессора измеряют количеством всасываемого свободного воздуха, приведенного к нормальным условиям.

В многоступенчатых компрессорах производительность определяют по количеству всасываемого свободного воздуха цилиндром низкого давления.

Подачу компрессора определяют по формуле

$$Q = FS\eta_{об}\, ni,$$

где F—площадь поршня цилиндра, всасывающего атмосферный воздух, м^2; S — ход поршня, м; $\eta_{об}$ — коэффициент наполнения (табл. 468); n — частота вращения вала, мин$^{-1}$; i — коэффициент, учитывающий действие компрессора: для простого действия $i=1$, для двойного действия $i=2$.

468. Коэффициент наполнения $\eta_{об}$ при вредном пространстве, равном ~4% объема цилиндра

Тип компрессора	При избыточном конечном давлении, МПа						
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Одноступенчатый:							
новый	0,9	0,88	0,85	0,83	0,81	0,8	0,78
находящийся в эксплуатации	0,8	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,7
Двухступенчатый:							
новый	—	—	—	—	0,91	0,91	0,9
находящийся в эксплуатации	—	—	—	—	0,81	0,81	0,8

Фактически поданное компрессором количество воздуха определяется коэффициентом λ, учитывающим конструктивные особенности компрессора.

Практически при прочих равных условиях производительность и экономичность работы компрессора в значительной степени зависят от температуры всасываемого воздуха и барометрического давления

$$\lambda = \frac{V_{полезн}}{V_{вс}} = \frac{G_{полезн}}{G_{вс}} = \frac{V_2\,[(t_1+273)/(t_2+273)]}{FS\eta_{об}},$$

Значения λ колеблются в пределах 0,7—0,92.

В производственных условиях с достаточной степенью точности производительность (рабочая) компрессора определяют способом наполнения контрольного ресивера или емкости. Замерив время наполнения емкости τ в секундах, давление P_2 и P_1 в паскалях, температуру воздуха в емкости T_2 и наружную температуру T_1, определяют производительность Q, м^3/мин, по формуле

$$Q = V_{рес}\,\frac{60P_2\,T_1}{\tau P_1\,T_2}.$$

Для стационарных установок производительность (или расход) по нагнетательному воздухопроводу измеряют при помощи дифференциальных манометров.

Для приведения измеренной производительности компрессора или действительного расхода воздуха к нормальным параметрам воздуха, т. е. к давлению 1,01 МПа и температуре 0° С, делают пересчет:

при измерении производительности компрессора по количеству воздуха, полученного цилиндром низкого давления, по формуле

$$Q = Q_д\,\frac{H}{760}\,\frac{273}{273+t_{воз}};$$

при измерении расхода сжатого воздуха по нагнетательному воздухопроводу по формуле

$$Q = Q_{\text{д}} \frac{P}{1{,}033} \frac{273}{273 + t_{\text{воз}}},$$

где Q — объем воздуха при нормальных условиях, нм³; $Q_{\text{д}}$ — действительный замеренный объем воздуха, м³; H — барометрическое давление (Па) в момент измерения; $t_{\text{воз}}$ — температура воздуха (°С) в месте измерения; P — давление воздуха в воздухопроводе, Па.

Указанные формулы предусматривают сухой воздух и не учитывают упругости водяных паров, содержащихся в воздухе (эта поправка не превосходит 0,8—1%).

Коэффициент полезного действия компрессора η равен

$$\eta = \eta_{\text{из}} \eta_{\text{мех}},$$

где $\eta_{\text{из}}$ — изотермический КПД, т. е. отношение теоретической работы сжатия при изотермическом процессе к работе сжатия по индикаторной диаграмме, в среднем равный 0,65—0,75; $\eta_{\text{мех}}$ — механический КПД, т. е. отношение работы, определяемой по индикаторной диаграмме, к фактической работе, затраченной для приведения в действие компрессора; $\eta_{\text{мех}}$ в среднем равен 0,8—0,95.

Общий КПД компрессоров составляет:

При производительности, м³/мин:	
до 10	0,5—0,55
до 50	0,55—0,6
более 50	0,6—0,7

Индикаторную мощность компрессора одинарного действия определяют по формуле

$$N_i = p_i \pi D^2 Sn/4,$$

где p_i — среднее индикаторное давление, Па; D — диаметр цилиндра, м; S — ход поршня, м.

Индикаторную мощность компрессора двойного действия подсчитывают для каждого цилиндра отдельно, а затем полученные результаты складывают.

Мощность на валу компрессора больше индикаторной на число потерь трения в компрессоре

$$N_{\text{к}} = N_i / \eta_{\text{м}},$$

Компрессоры средней и малой производительности часто приводятся в движение от двигателя через ременную передачу. В таких установках мощность $N_{\text{д}}$ на валу двигателя превышает мощность $N_{\text{к}}$ на валу компрессора на число потерь в передаче

$$N_{\text{д}} = N_{\text{к}} / \eta_{\text{п}},$$

где $\eta_{\text{п}}$ — КПД передачи, равный 0,96—0,99.

Установленную мощность электродвигателя компрессора принимают больше расчетной на 10—12%, т. е.

$$N_{\text{уст}} = (1{,}1 \ldots 1{,}2)\, N_{\text{д}}.$$

Вспомогательное оборудование. К вспомогательному оборудованию компрессорной станции относятся:

1) фильтр-камеры и фильтры для очистки всасываемого воздуха от механических примесей и влаги;

2) конечные охладители и холодильники для охлаждения нагнетаемого воздуха;

3) маслоотделители для очистки нагнетаемого воздуха от масла и воды;

4) воздухосборники для создания необходимого запаса сжатого воздуха и поддержания постоянного давления в сети, емкости для хранения воздуха (баллоны);

5) осушительные установки для очистки нагнетаемого воздуха от влаги.

Фильтр-камера представляет собой железобетонную пылеулавливающую камеру с жалюзи, внутри которой установлены фильтры. Такая конструкция устройства обеспечивает лучшую очистку воздуха, так как, проходя через фильтр-камеру, крупные частицы механических примесей (пыли) оседают на дне камеры, а мелкие частицы задерживает фильтр.

На компрессорных станциях для средней и тонкой очистки всасываемого воздуха применяют пористые фильтрующие устройства: масляные металлические фильтры (рис 107) и реже — тканевые.

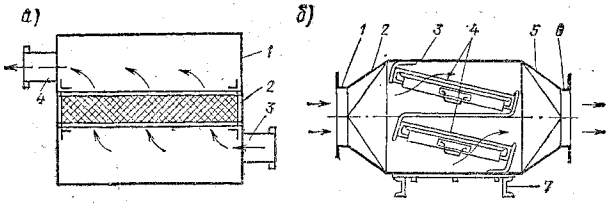


Рис. 107. Металлический фильтр упрощенной конструкции

а — с одной ячейкой: 1 — корпус фильтра; 2 — ячейка фильтра; 3 — патрубок входа воздуха; 4 — патрубок выхода воздуха; б — с двумя ячейками: 1 — патрубок входа воздуха; 2 — верхний переходной патрубок; 3 — корпус фильтра; 4 — ячейки; 5 — нижний переходной патрубок; 6 — патрубок выхода воздуха; 7 — станина фильтра

Площадь поверхности фильтра F, м², определяют по формуле

$$F_{\text{ф}} = Q_{\text{п}}/V_{\text{ф}},$$

где $Q_{\text{п}}$ — паспортная производительность компрессора, т. е. количество всасываемого воздуха, пропускаемого через фильтр, м³/ч; $V_{\text{ф}}$ — удельная нагрузка фильтра на 1 м² площади лобовой поверхности (м³/м²/ч), или скорость воздуха, протекающего через фильтр, м/ч.

Практически поверхность фильтра $F_{\text{ф}}$ принимают равной 0,25—1 м² на каждые 1000 м³ воздуха, всасываемого компрессором в течение часа.

Для понижения конечной температуры сжатого воздуха, выходящего из последней ступени компрессора, устанавливают конечные охладители (рис. 108). В компрессорных станциях низкого давления с компрессорами подачей до 100 м³/мин устанавливают горизонтальные двухсекционные кожухотрубчатые охладители (рис. 108, *б*). В компрессорных установках низкого давления широко применяют кожухотрубчатые охладители (рис. 108, *а*). Они могут быть использованы и как промежуточные охладители воздуха после каждой ступени сжатия, и как конечные охладители воздуха.

Для очистки от воды и масла сжатого воздуха, поступающего из компрессора в воздухосборник, между компрессором и воздухосборником устанавливают маслоотделители и масловодоотделители.

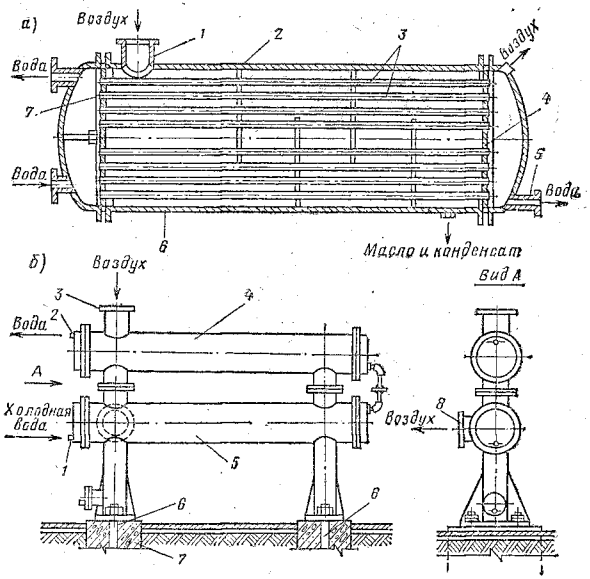


Рис. 108. Охладители воздуха

а — кожухотрубчатый: 1 — патрубок входа воздуха; 2 — перегородка; 3 — водяные трубки; 4 — подвижная трубная решетка; 5 — патрубок слива воды; 6 — цилиндрический корпус; 7 — неподвижная трубная решетка; б — горизонтальный двухсекционный конечный кожухотрубчатый: 1 — штуцер входа холодной воды; 2 — штуцер выхода воды; 3 — патрубок входа воздуха; 4 — верхний корпус охладителя; 5 — нижний корпус охладителя; 6 — фундаментный болт; 7 — фундамент; 8 — патрубок выхода сжатого воздуха из охладителя

Объем масловодоотделителя $V_{мв}$ определяют по эмпирической формуле

$$V_{мв} = \alpha \sqrt[3]{10 V_0},$$

где V_0 — объем воздуха, засасываемого ступенью компрессора (до масловодоотделителя), м³/мин; α — коэффициент в пределах 0,025—0,05 для избыточных давлений менее 12 МПа и равный 0,007 для давлений больше 12 МПа.

На компрессорных установках с подачей менее 10 м³/мин устанавливают масловодоотделители, работающие по принципу динамического удара струи сжатого воздуха об отбойный щит при одновременном изменении направления потока воздуха (рис. 109, *а*); на компрессорных установках с подачей более 10 м³/мин — масловодоотделители с пористой массой (рис. 109, *б*) и на установках с подачей 40—100 м³/мин — масловодоотделители центробежного типа (рис. 109, *в*).

Масловодоотделители представляют собой сосуды, работающие под давлением более 0,07 МПа; их изготовляют, монтируют и эксплуатируют в соответствии с требованиями инспекции Госгортехнадзора СССР.

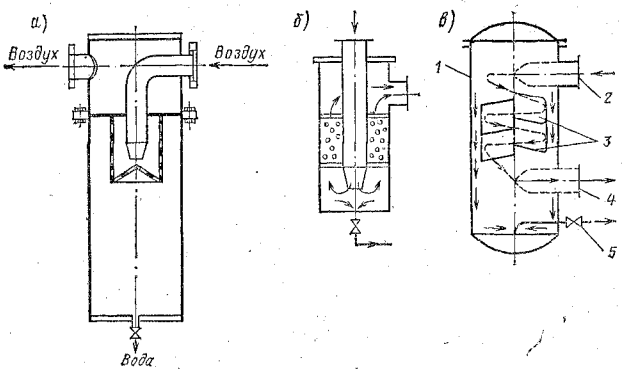


Рис. 109. Масловодоотделители

а — работающий по принципу динамического удара струи сжатого воздуха; б — с пористой массой; в — центробежного типа: 1 — корпус; 2 — патрубок входа воздуха; 3 — направляющие пластины; 4 — патрубок выхода воздуха; 5 — вентиль слива воды и масла

Воздухосборники представляют собой сосуды, работающие под давлением. Воздухосборник, получаемый с завода-изготовителя, должен иметь паспорт с указанием марки стали, из которой он изготовлен, заключение о сварочных швах и протокол испытания воздухосборника.

Объем воздухосборника определяют в зависимости от степени потребления сжатого воздуха.

1) Если расход сжатого воздуха постоянен или потребляющая воздух сеть имеет большую емкость и может служить аккумулятором нагрузки, *объем воздухосборника* $V_{сб}$, м³, определяют по формуле

$$V_{сб} = kV_{мин}/n\delta,$$

где k — коэффициент, характеризующий конструкцию воздушного поршневого компрессора (табл. 470); $V_{мин}$ — подача компрессора, м³/мин; n — частота вращения вала компрессора, мин$^{-1}$; δ — степень неравномерности давления сжатого воздуха в воздухосборнике (табл. 469):

$$\delta = (P_{макс} - P_{мин})/P_{ср},$$

где $P_{макс}$ и $P_{мин}$ — максимальное и минимальное давление сжатого воздуха в воздухосборнике, Па; $P_{ср}$ — среднеее давление сжатого воздуха в воздухосборнике, Па.

469. Степень неравномерности давления сжатого воздуха δ

Подача компрессора, м³/мин:	
до 6	0,002—0,003
6—30	0,006—0,007
более 30	0,004—0,005

470. Коэффициент K

Одноступенчатый компрессор:	
простого действия	0,21
двойного »	0,081
Двухступенчатый компрессор:	
простого действия	0,147
двойного »	0,053

2. Если расход сжатого воздуха в сети переменен и не совпадает с подачей установленного компрессора и регулятор работает, то, переключая компрессор на холостой ход или отключая его от сети, *объем воздухосборника* $V_{сб}$, м³, можно определить по формуле

$$V_{сб} = \frac{0{,}25V_ч}{i\Delta p}\,\frac{T_2}{T_1},$$

где $V_ч$ — часовая подача компрессора (по паспорту), м³/мин; i — число выключений в 1 ч; при ручном переключении компрессора на холостой ход i принимают равным 60, при регулировании путем автоматического отключения и включения — равным 10—12; Δp — разность между максимальным и минимальным давлением сжатого воздуха в воздухосборнике, равная 0,03—0,05 МПа; T_1 — температура всасываемого воздуха, °С; T_2 — температура сжатого воздуха, °С.

3. Если наблюдается значительное несоответствие между фактическим расходом сжатого воздуха и подачей компрессоров в период максимальной нагрузки, то воздухосборник в этом случае должен быть аккумулятором пневматической энергии и своим объемом компенсировать недостающую производительность компрессоров. При таких условиях работы *объем воздухосборника* $V_{сб}$, м³, определяют по формуле

$$V_{сб} = \frac{V_{макс}}{\Delta p}\,\frac{T_2}{T_1},$$

где $V_{макс}$ — объем сжатого воздуха, потребляемый за счет воздухосборника и определяемый из графика нагрузки компрессорной станции.

Необходимый объем воздухосборника $V_{сб}$, м³, с достаточной точностью может быть определен по эмпирической формуле

$$V_{сб} = 1{,}6\sqrt{Q_к},$$

где $Q_к$ — максимальная подача сжатого воздуха компрессорами, м³/мин.

Между производительностью компрессора и объемом воздухосборника практикой установлена зависимость (табл. 471).

471. Зависимость между производительностью компрессора и объемом воздухосборника

Подача компрессора, м³/мин	До 10	11—17	15—25	20—40	66—100	130
Объем воздухосборника, м³	5	6,5	8	10	16	20

Диаметр трубопровода может быть определен из уравнения

$$d = \lambda\gamma\,\frac{lu^2}{2g\Delta p},$$

где λ — коэффициент трения; γ — плотность воздуха; l — длина тру-

бопровода, м; U — скорость движения воздуха, м/с; Δp — падение давления, Па.

Для пневматических машин (молотки, вибраторы, сверлильные машины, трамбовки и т. п.) рабочее давление сжатого воздуха составляет 0,55—0,65 МПа (табл. 472).

Для ориентировочного выбора диаметра труб можно пользоваться данными табл. 473.

472. Работа ручных пневматических машин в зависимости от давления воздуха в сети

Давление воздуха у машины, МПа	Работа удара, %	Частота ударов, $мин^{-1}$	Производительность машины, %	Расход воздуха, %	Коэффициент потребления воздуха на работу машины
0,65	100	100	100	100	1
0,6	82	95	78	89	1,14
0,55	64	90	57	81	1,42
0,5	52	85	44	72	1,64
0,45	40	80	32	62	1,94
0,4	28	75	21	53	2,53
0,35	16	70	11	43	2,57

473. Расчетные диаметры трубопроводов (мм) для подачи сжатого воздуха (при давлении 0,6 МПа и падении давления 0,01 МПа)

Объем воздуха, подлежащего передаче, $м^3/мин$	При длине воздухопровода, м							
	10	25	50	100	200	300	400	500
1	20	20	25	25	33	33	37	37
1,5	20	25	25	33	37	40	43	43
2	25	33	33	37	40	43	46	46
4	33	37	37	43	49	54	54	58
5	33	37	40	46	54	58	58	64
6	33	40	43	49	58	64	64	70
7	33	40	43	54	64	70	70	76
8	37	43	49	58	64	70	76	76
9	37	47	49	58	64	76	76	82
10	40	46	52	58	70	76	82	82
15	43	52	64	70	82	88	94	94
20	49	58	76	82	88	100	106	113
25	54	64	76	88	100	106	113	119

Примечание. Падение давления 0,01 МПа дано для прямолинейных участков трубопровода без учета падения давления в поворотах, сужениях и арматуре.

Технические характеристики оборудования систем обеспечения сжатым воздухом приведены в табл. 474—481.

474. Компрессоры для отделочных и окрасочных работ

Величина, единица величины	СО-45А	СО-7А	СО-2	СО-62	ИК-9101
Тип компрессора	Диафрагменный	Поршневые, вертикальные, одноступенчатые с воздушным охлаждением			Центробежный

Продолжение табл. 474

Величина, единица величины	СО-45А	СО-7А	СО-2	СО-62	НК-9101
Подача, м³/мин	0,05	0,46—0,5	0,5	0,5	1,3
Давление, МПа	0,3	0,7	0,4	0,6	0,115
Частота вращения, мин $^{-1}$	1440	850	1420	1300	13 900
Число цилиндров	—	2	2	2	—
Вместимость ресивера, л	—	22	22	22	—
Электродвигатель:					
мощность, кВт	0,27	4	3	4	0,4
напряжение, В	220	380/220	380/220	380/220	220
частота вращения, мин $^{-1}$	1440	1440	1420	1420	2700
Габарит, мм:					
длина	560	1230	1230	...	250
ширина	245	492	454	...	220
высота	390	785	770	...	420
Масса, кг	22	185	140	175	12

476. Компрессоры ВУ

	ВУ-83/8	*ВУ-3/8*	*СУ-6/8*
Подача, м³/мин	3	3	6
Рабочее давление, МПа	0,8	0,8	0,8
Охлаждение цилиндров		Водяное	
Частота вращения вала компрессора, мин $^{-1}$	975	960	960
Мощность электродвигателя, кВт	28	28	40
Частота вращения электродвигателя, мин $^{-1}$	975	960	960
Габарит, мм:			
длина	2245	920	1130
ширина	1060	1200	1200
высота	1398	1225	1000
Масса, кг	1350	662	976

477. Горизонтальные двухступенчатые компрессоры

	1ВГ	*2ВГ*	*55В*
Подача, м³/мин	60	100	100
Рабочее давление, МПа, до	0,8	0,8	0,8
Число цилиндров	2	2	2
Часота вращения вала компрессора, мин $^{-1}$	187	167	167
Мощность электродвигателя, кВт	360	625	590
Частота вращения электродвигателя, мин $^{-1}$	187	167	167
Габарит, мм:			
длина	6600	6 120	6 460
ширина	6670	4 425	5 200
высота	2450	2 460	2 942
Масса, кг	...	25 700	26.940

475. Передвижные компрессорные установки

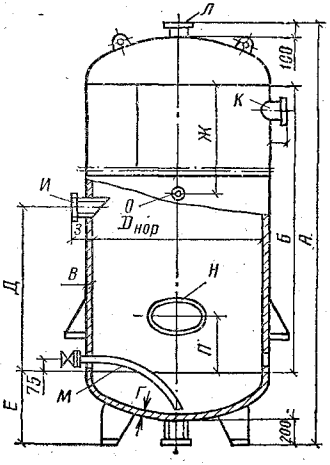
Величина, единица величины	ПКС-3,5	ПКС-5,25	ПКС-5	КСЭ-5М	КСЭ-5М2	ДК-9М	ЭК-9М	ПВ-10	НВ-10	ЛК-10	ПР-10М	ЗИФ-ВКС-6 (ЗИФ-55)	ЗИФ-ВКС-5 (ЗИФ-51)
Тип компрессора	ПК-3,5	ПК-5,25	К-5М	К-5М	К-5М	К-9М	5-9М	14ВК	14ВК	К-10	Ротационный	ЗИФ-55	ЗИФ-55
Подача, м³/мин	3,5	5,25	5	5	5	10	9	10—0,4	10—0,4	10	10	5	5
Рабочее давление, МПа	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Потребляемая мощность, кВт	26	35	32	32	32	69	67,5	68	68	69	69	37	37
Тип привода	—	—	КАЗ-120 или ЗИЛ-164А	А2-91-8	АО2-92-8Т	Д-108	А2-92-6	ЯМЗ-236	ЯМЗ-236	Д-108	А-01МК	ЯАЗ-204	—
Мощность, кВт	30	40	70 (75)	40	40	79,5	75	—	—	79,5	96	—	45
Напряжение, В	220/380	220/380	—	220/380	220/380	—	220/380	—	—	—	—	—	220/380
Частота вращения, мин $^{-1}$	1450	1450	1400	735	740	1070	980	1500	1500	1070	1700	1500	965
Объем воздухосборника, м³	0,21	0,21	0,2	—	—	0,4	0,4	—	—	0,35	0,3	—	—
Скорость передвижения, км/ч:													
по шоссейным дорогам	До 50	До 50	До 50	—	—	25	25	60	—	30	60	До 30	До 30
по грунтовым дорогам	» 25	» 25	» 30	—	—	12	12	25	—	15	25	—	—
Габарит, мм:													
длина	3300	3300	3830	2040	2192	5070	4230	3395	3245	4700	3970	4430	3700
ширина	1800	1800	1870	1035	1035	1940	1940	1870	1425	1890	1700	1880	1820
высота	1600	1600	1830	1330	1330	2620	2030	1730	1710	2610	2210	1990	1715
Масса, кг	1140	1140	2550	1383	1555	5200	3500	3100	2900	5000	3000	3600	2430
Тип тележки	Одноосная, прицепная		Двухосная подрессоренная, прицепная	На раме		Двухосная, подрессоренная, прицепная			На салазках	Двухосная, подрессоренная, прицепная			

Примечание. Охлаждение воздушное.

478. Компрессоры общего назначения стационарного типа

Величина, единица величины	В-300-2К	160В-20/8	200В-10/8	ВВ-10/8	ВК-25Э	К-5М	ВШ-18/8	2Р-20/8	2СА-8
Тип компрессора	Вертикальные, двухступенчатые простого действия					—	—	Двухступенчатые крейцкопфные двойного действия	
Подача, м³/мин	40	20	10	10	1,25	5	20	20	10
Рабочее давление, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,25	0,8	0,7	0,8	0,8
Число ступеней	2	2	2	2	2	2	—	2	2
Охлаждение цилиндров	Водяное				Воздушное			Водяное	
Частота вращения вала компрессора, мин $^{-1}$	330	735	730	730	730	735	1450	500	480
Мощность электродвигателя, кВт	250	160	75	75	22	40	160	120	75
Частота вращения электродвигателя, мин $^{-1}$	—	735	730	730	730	735	1450	—	—
Габарит, мм:									
длина	3450	1660	1380	1434	—	1152	1205	1600	1550
ширина	2600	1890	962	1145	—	835	1105	1150	1670
высота	2570	1675	1225	1275	—	1090	1105	2070	1870
Масса, кг	8060	2930	1370	1350	840	745	1650	4500	2060

481. Воздухосборники

Марка воздухосборника	Эскиз	Объем, м³	Размеры воздухосборника*, мм									Масса, кг	Внутренние диаметры патрубков**, мм	
			$D_{нор}$	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З		И	К
Р-2		2	1000	3090	2235	6	8	1200	150	600	100	560	50	50
Р-3		3	1200	3180	2235	8	10	1200	150	600	100	900	50	50
Р-5		5	1400	4030	2980	8	10	1300	150	800	100	1300	100	100
Р-6,5		6,5	1400	4750	3720	8	10	1300	150	800	110	1500	125	125
Р-8		8	1600	4604	3480	8	12	1750	250	1650	150	1770	200	200
Р-10		10	1600	5600	4470	8	12	1750	250	1650	150	2125	200	200
Р-16		16	1800	6915	5900	10	14	2800	1000	2000	150	3680	200	200
Р-20		20	2000	6955	5850	10	14	2600	1000	2600	150	4235	200	200

* Размер *П* для Р-16 равен 650 мм, для Р-20—850 мм, для остальных — 400 мм.

** Внутренний диаметр патрубка *Л* равен 50 мм, патрубка *М* — 25 мм, патрубка *Н* — 325×420 мм, патрубка *О* — ½" труб.

479. Горизонтальные двухсекционные конечные трубчатые охладители

Величина, единица	Пропускная способность конечного охладителя, м³/мин				
	10	20	40	60	100
Поверхность охлаждения, м²	4,85	10,7	17,3	20,8	32
Диаметр корпуса охладителя, мм	150	200	250	250	300
Диаметр патрубка для входа воздуха, мм	100	125	150	150	200
Расстояние между опорами, мм	1900	2450	2400	3000	2800
Высота охладителя, мм	1163	1503	1558	1563	1603
Расстояние от основания до оси патрубка выхода воздуха, мм	500	750	750	750	715
Диаметр штуцера входа и выхода воды, мм	25	32	40	40	70
Масса, кг	40	750	988	1103	1565

480. Горизонтальные конечные охладители со встроенными маслоотделителями

	3/10	6/20	12/40	30/100
Поверхность охладителя, м²	3	6	12	30
Пропускная способность охладителя, м³/мин	4-10	10-20	20-40	100
Температура воздуха, входящего в охладитель, °С	160	160	165	160
Температура воздуха, выходящего из охладителя*, °С	30	35	50	50
Расход охлаждающей воды**, м³/ч	1,5	2,3	8,5	29
Габарит, мм:				
длина (между крайними выступающими частями)	1965	2223	2254	2597
ширина опоры	350	430	440	440
высота до патрубка входа воздуха	1075	1100	960	1501
Масса, кг	296	474	761	1470

* Рабочее давление воздуха в конечном охладителе 0,8 МПа.

** Давление охлаждающей воды до 0,3 МПа, температура 25° С.

17.3. Монтаж и эксплуатация компрессоров. Мощность и производительность оборудования компрессорной станции определяют максимальным количеством сжатого воздуха, которое необходимо выработать и подать в пневматические приемники (с учетом потерь).

При расчете максимального количества сжатого воздуха, подаваемого в воздухоприемники, учитывают:

1) паспортные данные расхода воздуха ($м^3$/мин) пневматическими потребителями;

2) коэффициент загрузки $K_{загр}$, показывающий, какую часть максимальной загрузки составляет данная загрузка пневматического приемника с длительным режимом работы;

3) коэффициент использования однотипных пневматических приемников $K_{исп}$, показывающий, какая часть пневматических приемников находится в работе:

$$K_{исп} = t/T,$$

где $K_{исп}$ — время одной смены (ч), в течение которой сжатый воздух расходуется пневматическим оборудованием; T — продолжительность одной смены, ч;

4) коэффициент утечки сжатого воздуха (потерь) $K_{ут}$, учитывающий утечку сжатого воздуха в магистральных и внутрицеховых воздухопроводах, арматуре, пневматических приемниках, а также при продувке сосудов. Коэффициент утечки сжатого воздуха находится в пределах 1,2—1,25;

5) коэффициент износа $K_{изн}$, учитывающий увеличение удельного расхода ручными пневматическими машинами или пневматическим оборудованием вследствие их износа. Для ручных пневматических машин $K_{изн}=1,1...1,5$, для пневматического оборудования $K_{изн}=1,5...1,8$.

$$Q = \bar{V} K_{исп} K_{ут} K_{изн}.$$

Компрессорные установки, в том числе и передвижные, работающие под избыточным давлением 0,07 МПа и выше, имеющие воздухосборники (ресиверы) объемом более 25 л, а также при меньшем объеме, если произведение объема в литрах на давление в мегапаскалях больше 20, т. е. $pv > 20$, могут быть включены в работу только при наличии разрешения инспекции Госгортехнадзора СССР на эксплуатацию воздухосборника.

При проектировании фундамента компрессора уделяют особое внимание его расчету на колебания. Задача расчета — определить размеры фундамента, при которых амплитуда его колебаний находилась бы в допустимых пределах (табл. 482).

482. Предельные допустимые амплитуды колебаний фундаментов под компрессоры с установившимся движением (мм)

Колебания	При частоте колебаний, $мин^{-1}$					
	до 500	500	750	1000	1500	3000
Вертикальные	0,15	0,12	0,09	0,075	0,06	0,03
Горизонтальные	0,2	0,16	0,13	0,11	0,09	0,05

Примечание. Значения амплитуд приведены для верхней части фундамента на уровне подошвы станины компрессора.

При сборке компрессора особое внимание уделяют соблюдению монтажных и эксплуатационных зазоров (табл. 483).

Допустимый износ цилиндров при эксплуатации составляет: эллипсность (0,001...0,002) D, конусность 0,001 D, общий равномерный износ (0,002...0,003) D, где D — диаметр цилиндра.

Цилиндр растачивается при увеличении его диаметра на 0,5—0,75 мм сверх номинального или при наличии зазоров глубиной более 0,5 мм. Если цилиндр растачивается более чем на 2 мм, необходимо устанавливать новый поршень. Если из-за появившихся трещин и раковин цилиндр растачивается на глубину 10—15 мм, то в цилиндр запрессовывают гильзы.

В крейцкопфных машинах применяют дисковые поршни, в бескрейцкопфных — тронковые. Отношение длины к диаметру у дисковых поршней 0,2—0,4, у тронковых — 0,8—2. Овальность и конусность не должны превышать значений, указанных в инструкции. Торцовые плоскости цилиндров должны быть перпендикулярны к осям цилиндров. Допускается отклонение не более 0,02 мм на длину 100 мм.

Износ колец по толщине не должен превышать 30% первоначальной толщины. Торцевые плоскости колец должны плотно прилегать к канавкам поршня. Целесообразно применять кольца с косым замком под углом 45°.

483. Основные зазоры в компрессорах

Наименование	Предельные монтажные зазоры, мм		Наибольший допустимый зазор при эксплуатации, мм	Способ регулирования зазора
	наименьший	наибольший		
Зазор вдоль оси вала со стороны электродвигателя между подшипником и крышкой станины	1	1	1	Толщиной прокладок под крышки станины
Диаметральный зазор между шейкой коленчатого вала и нижними головками шатунов	0,07	0,12	1,18	Толщиной прокладок в шатуне и шабровкой баббитовой заливки
Общий осевой зазор между шейкой коленчатого вала и нижними головками шатунов	0,7	1	3	Перезаливкой баббита в нижних головках шатунов и пришабровкой
Диаметральный зазор между крейцкопфным пальцем и втулкой верхней головки шатуна	0,03	0,09	0,1	Заменой втулки верхней головки шатуна
Диаметральный зазор между башмаками крейцкопфа и направляющими станины	0,06	0,15	0,25	Толщиной прокладок в крейцкопфе и шабровкой башмаков

Продолжение табл. 483

Наименование	Предельные монтажные зазоры, мм		Наибольший допустимый зазор при эксплуатации, мм	Способ регулирования зазора
	наименьший	наибольший		
Осевой зазор между шестернями и крышками масляного насоса	0,1	0,15	0,2	Толщиной прокладок между корпусом и крышками масляного насоса
Осевой зазор между валиком привода плунжерного насоса и втулками корпуса	0,1	0,35	1,5	Прокладкой или заменой втулок
Осевой зазор между кольцами сальника и камерой, кольцами маслоснимателя и корпусом	0,03	0,089	0,1	Притиркой колец сальника и камер, колец маслоснимателя и корпуса
Торцевые зазоры в стыках колец сальника (маслоснимателя)	—	1	0,2	Припиловкой торцов отдельных элементов кольца
Диаметральный зазор между штоком и дроссельной втулкой первой и второй ступени	0,025	0,077	0,15	Перезаливкой баббита в дроссельной втулке
Осевой зазор между дроссельной втулкой второй ступени и дистанционным кольцом	0,085	0,18	0,2	Притиркой бурта дроссельной втулки и дистанционного кольца
Диаметральный зазор между поршнем и цилиндром первой ступени	0,4	0,56	1	В случае резкого падения производительности — заменой поршня
Диаметральный зазор между поршнем и цилиндром второй ступени	0,2	0,345	0,7	Заменой поршня
Торцевой зазор между поршневыми кольцами и канавками поршня первой ступени	0,035	0,09	0,15	Заменой поршневых колец
Торцевой зазор между поршневыми кольцами и канавками поршня второй ступени	0,025	0,07	0,15	То же
Зазор в замке поршневых колец первой ступени	1,2	1,6	2,5	»

Продолжение

Наименование	Предельные монтажные зазоры, мм		Наибольший допустимый зазор при эксплуатации, мм	Способ регулирования зазора
	наименьший	наибольший		
Зазор в замке поршневых колец второй ступени	0,7	1,1	2	Заменой поршневых колец
Линейные мертвые пространства цилиндра первой ступени	0,8	1,2	—	Резьбовым соединением штока с крейцкопфом и прокладками на цилиндре
Линейные мертвые пространства цилиндра второй ступени	0,8	1,2	—	Резьбовым соединением штока с крейцкопфом и прокладками на цилиндре

18. МАТЕРИАЛЫ, ИЗДЕЛИЯ И КОНСТРУКЦИИ

18.1. Черные металлы (табл. 484—498).

484. Сталь тонколистовая кровельная (ГОСТ 8075—56)

Толщина листа, мм	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,63	0,7	0,8	0,9
Масса 1 м², кг	2,8	3,2	3,5	4	4,4	5	5,5	6,3	7,1

485. Сталь листовая холоднокатаная (ГОСТ 19904—74)

Толщина, мм	1	2	3
Ширина, мм	500—1000	500—1250	500—900
Длина, мм	1000—3500	1000—6000	1000—3000
Масса 1 м², кг	8	16	24

486. Сталь прокатная толстолистовая (ГОСТ 19903—74)

Толщина, мм.	4; 4,5; 5	6; 7	8; 9; 10	11; 12	13; 14; 15; 16
Ширина, мм.	700—1600	700—1800	700—2200	1000—2200	1000—2300
Длина, мм. .	2200—6000	2000—6000	2000—12 000	2000—12 000	2500—12 000

487. Сталь прокатная полосовая (ГОСТ 103—76)

Размер полосы, мм	16×4	20×4	25×4	30×4	40×4	25×5
Масса 1 м², кг	0,5	0,63	0,79	0,94	1,26	0,98

Продолжение табл. 487

Размер полосы, мм	30×5	36×5	40×5	50×5	60×6	80×8
Масса 1 м², кг	1,18	1,41	1,57	1,96	2,83	5,02

Примечание. При массе 1 м до 18 кг полосы изготовляют длиной от 3 до 9 м.

488. Лента стальная горячекатаная (ГОСТ 6009—74)

Размер, мм	20×2	25×2	30×3	30×3,5	40×2	45×2	50×2	50×3
Масса 1 м², кг	0,314	0,393	0,707	0,824	0,628	0,707	0,785	1,178

489. Сталь горячекатаная круглая (ГОСТ 2590—71)

Диаметр, мм	5	6	8	10	12	16
Площадь сечения, см²	0,196	0,28	0,5	0,78	1,13	2,01
Масса 1 м, кг	0,154	0,222	0,395	0,617	0,888	1,58

Продолжение табл. 489

Диаметр, мм	18	20	22	24	25	30
Площадь сечения, см²	2,55	3,14	3,8	4,52	4,91	7,07
Масса 1 м, кг	2	2,47	2,98	3,55	3,85	5,55

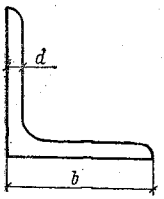
Примечания: 1. Круглую сталь обыкновенного качества изготовляют: при диаметре до 25 мм — длиной от 5 до 10 м; при диаметре от 25 до 30 мм — от 4 до 9 м.

2. Сталь диаметром до 8 мм включительно изготовляют в мотках; свыше 8 мм — в прутках.

490. Сталь горячекатаная квадратная (ГОСТ 2591—71)

Сторона квадрата, мм	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40
Площадь сечения, см²	0,36	0,64	1	1,44	2,56	4	6,25	9	12,25	16
Масса 1 м, кг	0,28	0,50	0,785	1,13	2,01	3,14	4,91	7,06	9,62	12,56

491. Сталь прокатная угловая равнополочная (ГОСТ 8509—72)

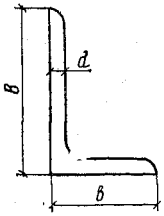


№ профиля	Ширина полки b, мм	Масса 1 м длины профиля (кг) при толщине полки d, мм						
		3	4	5	6	8	9	10
2	20	0,89	1,15	—	—	—	—	—
2,5	25	1,12	1,46	—	—	—	—	—
3,2	32	1,46	1,91	—	—	—	—	—
3,6	36	1,65	2,16	—	—	—	—	—
4	40	1,85	2,42	—	—	—	—	—
4,5	45	2,08	2,73	3,37	—	—	—	—

Продолжение табл. 491

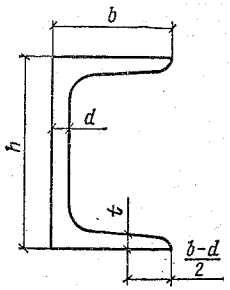
№ профиля	Ширина полки b, мм	Масса 1 м длины профиля (кг) при толщине полки d, мм						
		3	4	5	6	8	9	10
5	50	2,32	3,05	3,77	—	—	—	—
6,3	63	—	3,90	4,81	5,72	—	—	—
7	70	—	—	5,38	6,39	8,37	—	—
7,5	75	—	—	5,8	6,89	9,02	10,1	—
8	80	—	—	—	7,36	9,65	—	—
9	90	—	—	—	8,33	10,9	12,2	—
10	100	—	—	—	—	12,2	—	15,1
12,5	125	—	—	—	—	15,5	17,3	19,1

492. Сталь прокатная угловая неравнополочная (ГОСТ 8510—72)



№ профиля	Размеры, мм			Площадь сечения, см²	Масса 1м длины профиля, кг
	B	b	d		
3,2/2	32 32	20 20	3 4	1,49 1,94	1,17 1,52
4,5/2,8	45 45	28 28	3 4	2,14 2,8	1,68 2,2
6,3/4	63	40	4 5 6 8	4,04 4,98 5,9 7,68	3,17 3,91 4,63 6,03
7/4,5	70	45	5	5,59	4,39
7,5/5	75 75	50 50	6 8	7,25 9,47	5,69 7,43
8/5	80	50	5	6,36	4,99

493. Сталь прокатная швеллерная (ГОСТ 8240—72)



Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения, см²	Масса 1 м длины профиля, кг
	h	b	d	t		
5	50	32	4,4	7	6,16	4,84
6,5	65	36	4,4	7,2	7,51	5,9
8	80	40	4,5	7,4	8,98	7,05
10	100	46	4,5	7,6	10,9	8,59
12	120	52	4,8	7,8	13,3	10,4
16	160	64	5	9	18,1	14,2
18	180	74	5,1	9,3	22,2	17,4
24	240	95	5,6	10,7	32,9	25,8

494. Сетка стальная плетеная одинарная с квадратными ячейками (ГОСТ 5336—67)

№ сетки	Размер стороны ячейки в свету, мм	Диаметр проволоки, мм	Масса 1 м² сетки, кг	Ширина сетки, мм
20	20	1,6 1,8 2	1,71 2,14 2,66	1000, 1500
25	25	1,8 2 2,5	1,75 2,15 3,36	1000, 1500
30	30	2 2,5	1,81 2,82	1500, 2000
35	35	2 2,5	1,56 2,44	1500, 2000

Примечание. Длина сетки не менее 3000 мм.

495. Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения (ГОСТ 3282—74)

Диаметр, мм	0,7	1	1,4	3	4	5	6
Площадь сечения, мм²	0,385	0,785	1,54	7,068	12,566	19,635	28,27

496. Сталь холоднокатаная анизотропная тонколистовая (ГОСТ 21427.1—75)

Марка стали	Толщина, мм	Удельные потери, Вт/кг, не более			B, T при H, А/м, не менее		
		$P_{1,0/50}$	$P_{1,5/50}$	$P_{1,7/50}$	100	250	2500
3411	0,5 0,35	1,1 0,8	2,45 1,75	3,2 2,5	— —	— —	1,75 1,75
3412	0,5 0,35	0,95 0,7	2,1 1,5	2,8 2,2	— —	— —	1,85 1,85
3413	0,5 0,35 0,3	0,8 0,6 —	1,75 1,3 1,19	2,5 1,9 1,75	— — —	— — —	1,85 1,85 1,85
3414	0,5 0,35 0,3 0,28	0,7 0,5 — —	1,5 1,1 1,03 1,05	2,2 1,6 1,5 1,55	1,6 1,6 1,6 —	1,7 1,7 1,7 —	1,88 1,88 1,88 1,85
3415	0,35 0,3 0,28	0,46 — —	1,03 0,97 0,95	1,5 1,4 1,38	1,61 1,61 1,61	1,71 1,71 1,71	1,9 1,9 1,9
3416	0,28	—	0,89	1,3	1,61	1,7	1,9

Примечание. Для стали всех марок основными нормируемыми характеристиками являются удельные потери при $B=1,5$ T, а B — при $H=2500$ А/м. Сталь изготовляют толщиной 0,28; 0,3 и 0,35 мм с электроизоляционным термостойким покрытием; толщиной 0,5 мм — без электроизоляционного термостойкого покрытия или с покрытием, не ухудшающим штампуемость.

497. Сталь холоднокатаная изотропная тонколистовая (ГОСТ 21427.2—75)

Марка стали	Толщина, мм	Удельные потери, Вт/кг, не более		B, T при H, А/м, не менее				
		$P_{1/50}$	$P_{1,5/50}$	1000	2500	5000	10 000	30 000
2011	0,65 0,5	3,8 3,5	9 8	1,48 1,49	1,6 1,6	1,7 1,7	1,8 1,8	2,02 2,02
2012	0,65 0,5	3,6 2,9	8 6,5	1,5 1,5	1,62 1,62	1,72 1,72	1,82 1,82	2,02 2,02
2013	0,65 0,5	3,1 2,5	7 5,6	1,53 1,54	1,64 1,65	1,74 1,75	1,85 1,85	2,05 2,05
2111	0,65 0,5	4,3 3,5	10 8	1,45 1,46	1,58 1,58	1,66 1,67	1,75 1,78	2 2
2112	0,65 0,5	3,5 2,6	8 6	1,46 1,46	1,59 1,6	1,67 1,68	1,77 1,77	2,02 2,02

Марка стали	Толщина, мм	Удельные потери, Вт/кг, не более		B, T при H, А/м, не менее				
		$P_{1/50}$	$P_{1,5/50}$	1000	2500	5000	10 000	30 000
2211	0,65 0,5	3 2,6	7 5,8	1,4 1,4	1,56 1,55	1,65 1,65	1,73 1,76	1,96 2
2212	0,65 0,5	2,6 2,2	6,3 5	1,42 1,42	1,58 1,6	1,67 1,68	1,77 1,77	2 2
2311	0,65 0,5	2,5 1,9	5,8 4,4	1,36 1,38	1,52 1,54	1,62 1,64	1,72 1,74	1,96 1,96
2312	0,65 0,5	2,4 1,75	5,6 4	1,38 1,4	1,54 1,56	1,64 1,66	1,72 1,74	1,96 1,96
2411	0,5 0,35	1,6 1,3	3,6 3	1,37 1,37	1,49 1,5	1,6 1,6	1,73 1,7	1,96 1,95
2412	0,5 0,35	1,3 1,15	3,1 2,5	1,35 1,35	1,5 1,5	1,6 1,6	1,7 1,7	1,95 1,95

Примечание. Удельные потери проверяют при B=1,5 T, а B — при H=2500 А/м.

498. Сталь горячекатаная тонколистовая 121, 131, 141, 151 (ГОСТ 21427.3—75)

Марка стали	Толщина, мм	Удельные потери, Вт/кг, не более		B, T при H, А/мм, не менее				
		$P_{1/50}$	$P_{1,5/50}$	1000	2500	5000	10 000	30 000
1211	1 0,5	5,8 3,3	13,4 7,7	— —	1,53 1,53	1,63 1,64	1,76 1,76	2 2
1212	1 0,65 0,5	5,4 3,4 3,1	12,5 8 7,2	— — —	1,53 1,5 1,5	1,62 1,62 1,62	1,76 1,75 1,75	2 1,98 1,98
1213	1 0,65 0,5	4,7 3,2 2,8	10,7 7,5 6,5	— — —	1,5 1,5 1,5	1,62 1,62 1,62	1,75 1,75 1,75	1,98 1,98 1,98
1311	0,5	2,5	6,1	—	1,48	1,59	1,73	1,95
1312	0,5	2,2	5,3	—	1,48	1,59	1,73	1,95
1313	0,5	2,1	4,6	—	1,48	1,59	1,73	1,95

Марка стали	Толщина, мм	Удельные потери, Вт/кг, не более		B, T при H, А/мм, не менее				
		$P_{1/50}$	$P_{1,5/50}$	1000	2000	5000	10 000	30 000
1411	0,5 0,35	2 1,6	4,4 3,6	— —	1,46 1,46	1,57 1,57	1,72 1,71	1,94 1,92
1412	0,5 0,35	1,8 1,4	3,9 3,2	— —	1,46 1,46	1,57 1,57	1,71 1,71	1,92 1,92
1413	0,5 0,35	1,55 1,35	3,5 3	— —	1,48 1,48	1,59 1,59	1,73 1,73	1,94 1,94
1511	0,5 0,35	1,55 1,35	3,5 3	1,3 1,3	1,46 1,46	1,57 1,57	1,7 1,7	1,9 1,9
1512	0,5 0,35	1,4 1,2	3,1 2,8	1,29 1,29	1,45 1,45	1,56 1,56	1,69 1,69	1,89 1,89
1513	0,5 0,35	1,25 1,05	2,9 2,5	1,29 1,29	1,44 1,44	1,55 1,55	1,69 1,69	1,89 1,89
1514	0,5 0,35	1,15 0,9	2,7 2,2	1,29 1,29	1,44 1,44	1,55 1,55	1,69 1,69	1,89 1,89

Примечание. Удельные потери проверяют при $B=1,5$ T, а B — при $H=2500$ А/м. Удельное электрическое сопротивление стали марок 1211, 1212 и 1213 — 0,25 Ом·мм²/м; марок 1411, 1412, 1413 — 0,5 Ом·мм²/м; марок 1511, 1512, 1513, 1514 — 0,6 Ом·мм²/м; марок 1311, 1312 и 1313 — 0,4 Ом·мм²/м.

18.2. Трубы и металлорукава (табл. 499—502).

499. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные (ГОСТ 8732—78)

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм
25	2,5—4	76	3—18	168	5—45
28	2,5—4	83	3,5—18	180	
32	2,5—4	89	3,5—22	194	
38	2,5—4	95	3,5—22	203	6—50
42	2,5—4	102	3,5—22	219	
45	2,5—5	108	4—28	245	6,5—50
50	2,5—5,5	114		273	
54	3—11	121		299	7,5—75
57	3—12	127	4—30	325	
60	3—14	133	4—32	351	8—75
63,5	3—14	140	4,5—36	377	9—75
68	3—16	146		402	
70	3—16	152		426	
73	3—18	159		450	16—75

500. Трубы стальные водогазопроводные — газовые (ГОСТ 3262—75)

Условный проход, мм	Обыкновенные			Легкие	
	наружный диаметр, мм	толщина стенки, мм	масса 1 м (без муфт), кг	толщина стенки, мм	масса 1 м (без муфт), кг
10	17	2,2	0,8	2	0,74
15	21,3	2,8	1,28	2,5	1,16
20	26,8	2,8	1,66	2,5	1,5
25	33,5	3,2	2,39	2,8	2,12
32	42,3	3,2	3,09	2,8	2,73
40	48	3,5	3,84	3	3,33
50	60	3,5	4,88	3	4,22
70	75,5	4	7,05	3,2	5,71
80	88,5	4	8,34	3,5	7,34

501. Трубы стальные электросварные (ГОСТ 10707—73)

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг
12	1	0,271	38	1,2	1,087
20	1	0,469	38	1,4	1,26
20	1,2	0,556	38	1,6	1,44
20	1,4	0,642	40	1,2	1,146
22	1	0,518	50	1,4	1,68
25	1	0,592	50	1,6	1,91
25	1,2	0,703	60	1,4	2,02
25	1,4	0,813	60	1,6	2,31
30	1	0,715	76	1,4	2,57
36	1	1,027	76	1,6	2,94

502. Металлические гибкие рукава негерметичные марок РЗ-С-Х и РЗ-Ц-Х (ГОСТ 3575—75)

Диаметр, мм		Наименьший радиус изгиба, мм	Масса 1 м, кг	Диаметр стальной трубы, дюйм
внутренний номинальный	наружный большой			
22	27	200	0,53	$^3/_4$
29	28	250	0,65	1
38	43	350	0,85	$1^1/_4$
50	57,5	450	1,4	2
60	69,5	450	1,8	$2^1/_2$
78	86,5	600	2,8	3

18.3. Кабельные изделия (табл. 503—521).

503. Основные проводниковые материалы

Материал	Плотность, г/см³	Температура плавления, °С	Удельное электрическое сопротивление при 20° С, Ом·мм²/м	Температурный коэффициент сопротивления при 20° С, 1/град
Алюминий	2,7	657	0,026—0,029	0,0043
Бронза	8,3—8,9	890—1150	0,015—0,18	0,0004
Вольфрам	18—19,3	3400	0,053—0,055	0,0045
Золото	19,3	1063	0,022—0,0235	0,0037
Латунь	8,4—8,7	770—940	0,066—0,108	0,0027
Медь	8,71—8,94	1083	0,0175—0,018	0,0042
Молибден	9,7—10,3	2570—2620	0,048—0,054	0,0049
Никель	8,8—8,9	1452	0,068—0,072	0,0068
Олово	7,3	232	0,124—0,116	0,0044
Платина	21,45	1755—1770	0,096—0,105	0,0032
Ртуть	13,55	38,7	0,943—0,952	0,009
Свинец	11,35	327	0,217—0,227	0,004
Серебро	10,5	960	0,015—0,016	0,0036
Сталь	7,87	1400—1530	0,103—0,14	0,006
Цинк	6,85—7,14	419—428	0,053—0,062	0,004
Чугун	7,2—7,6	1200	0,5—0,41	0,001
Железо	7,85	1534—1538	0,099—0,105	0,005—0,006

504. Голые медные алюминиевые и стальные провода

Марка провода	Площадь сечения, мм²	Расчетный диаметр, мм	Масса 1 км провода, кг	Строительная длина, м	Активное сопротивление при 20° С, Ом/км
Медные провода					
М-4	3,8	2,2	35	2200	4,65
М-6	5,7	2,7	52	1500	3,06
М-10	9,6	3,5	87	900	1,84
М-16	15,9	5,1	143	4000	1,2
М-25	24,3	6,3	220	3000	0,74
М-35	34,4	7,5	310	2500	0,54
М-50	49,5	9	440	2000	0,39
М-60	59	10,4	530	1500	0,32
М-70	67	10,6	613	1500	0,28
М-95	92	12,4	838	1200	0,2
Алюминиевые провода					
А-16	15,9	5,1	43	6000	1,96
А-25	24,3	6,3	66	5500	1,27
А-35	34,4	7,5	94	4500	0,91
А-50	49,5	9	135	3500	0,63
А-70	68,9	10,6	188	2500	0,45
А-95	94,5	12,4	256	2000	0,33

Продолжение табл. 504

Марка провода	Площадь сечения, мм²	Расчетный диаметр, мм	Масса 1 км провода, кг	Строительная длина, м	Активное сопротивление при 20° С Ом/км
		Стальные провода			
ПСО-3	7,1	3	56	—	—
ПСО-3,5	9,6	3,5	75	—	—
ПСО-4	12,6	4	99	—	—
ПСО-5	19,6	5	154	—	—
ПС-25	24,6	5,6	194	—	—
ПС-35	37,2	7,8	296	—	—
ПС-50	49,8	9,2	396	—	—
ПС-70	78,9	11,5	632	—	—

505. Сталеалюминиевые провода

Марка провода	Расчетный диаметр, мм		Расчетная площадь сечения, мм²		Масса 1 км провода, кг	Строительная длина, м
	провода	стального сердечника	алюминиевой части	стального сердечника		
АС-10	4,4	1,2	10,1	1,13	36	3000
АС-16	5,4	1,8	15,3	2,5	62	3000
АС-25	6,6	2,2	22,8	3,8	92	3000
АС-35	8,4	2,8	36,9	6,2	150	3000
АС-50	9,6	3,2	48,3	8	196	3000
АС-70	11,4	3,8	68	11,3	275	2000
АС-95	13,5	4,5	95,4	15,9	386	1500

506. Шины медные (ГОСТ 434—78)

Размер, мм	Расчетная площадь сечения, мм²	Масса, кг/м	Размер, мм	Расчетная площадь сечения, мм²	Масса, кг/м
25×8	198,1	1,76	45×4	179,52	1,6
30×6	179,1	1,59	45×5	224,1	2
32×6	191,1	1,7	50×4	199,52	1,78
35×5	174,1	1,55	50×5	249,1	2,22
40×4	159,52	1,42	55×4	219,52	1,95
40×5	199,1	1,77	60×4	239,52	2,13

507. Шины алюминиевые прямоугольного сечения

Размер, мм	Расчетная площадь сечения, мм²	Масса 1 м, кг	Размер, мм	Расчетная площадь сечения, мм²	Масса 1 м, кг
15×4	60	0,162	40×4	160	0,432
20×3	60	0,162	40×5	200	0,54
20×4	80	0,216	50×5	250	0,675
30×3	90	0,243	50×6	300	0,81
30×4	120	0,324	60×5	300	0,81
30×5	150	0,405	60×6	360	0,972

508. Буквенные обозначения марок кабелей

Символ	Место написания	Значение
А	Впереди обозначения	Материал жил — алюминий
Не имеет символа	—	Материал жил — медь
А	Впереди обозначения (для кабелей с алюминиевыми жилами после символа материала жил)	Оболочка — алюминий
С	То же	Оболочка — свинец
В	»	Оболочка — полихлорвинил
Н	»	Оболочка — найрит (негорючая резина)
Р	В середине обозначения	Изоляция жил — теплостойкая резина
В	То же	Изоляция жил — полихлорвинил
П	»	Изоляция жил — полиэтилен
Не имеет символа	»	Изоляция жил — бумажная, нормально пропитанная
В	В конце обозначения	Изоляция жил — бумажная, обедненно пропитанная
Ц	В начале обозначения	Изоляция жил — бумажная, пропитанная нестекающей массой, на основе церезина
Б	В конце обозначения	Защитный покров — броня из стальной ленты
П	В конце обозначения	Защитный покров — броня из плоской стальной оцинкованной проволоки
К	То же	Защитный покров — броня из круглой стальной оцинкованной проволоки
Г	»	Указывает на отсутствие джутовой оплетки поверх брони
Т	»	Указывает на возможность прокладки в трубах
О	Перед символом С	Характеризует кабели с отдельно освинцованными жилами
О	Перед символом В	Характеризует кабели с отдельно экранированными жилами под полихлорвиниловой оболочкой каждой жилы
К	Впереди обозначения (для кабелей с алюминиевыми жилами — после символа материала жил)	Кабель контрольный

Примечание. Например, кабель марки ААБГВ — с алюминиевыми жилами, с алюминиевой оболочкой, с бумажной обедненно пропитанной изоляцией, бронированной стальными лентами без джутовой оплетки поверх брони.

509. Кабели с бумажной пропитанной изоляцией (ГОСТ 18410—73)

Марка кабеля	Число жил	Площадь сечения жилы (мм²) при номинальном напряжении кабелей, кВ			
		1	3	20	35
ААГ, ААШп, АСГ, СГ, ААШв	1	10—800	10—625	25—400	120—300

Продолжение табл. 509

Марка кабеля	Число жил	Площадь сечения жилы (мм²) при номинальном напряжении кабелей, кВ			
		1	3	20	35
ААБл, ААБ2л, ААБлГ; ААБ2лШв, ААБ2лШп, АСБ, СБ, АСБл, СБл, АСБ2л, СБ2л, АСБн, СБн, АСБлн, СБлн; АСБГ, СБГ	1	10—800	10—625	—	—
ААПл, ААП2л, ААПлГ, ААПлШв, АСП, СП, АСПл, СПл, АСП2л, СП2л, АСПлн, СПлн, АСПГ, СПГ	1	50—800	35—625	—	—
ААШв-В, ААП2лШв-В, ААБл-В, ААБ2л-В; АСБ-В, СБ-В, АСБл-В, СБл-В, СБн-В, АСБн-В, АСБлн-В, АСБ2л-В, СБ2л-В	1	10—500	10—500	—	—
АСБГ-В, СБГ-В	1	10—625	—	—	—
АСБ2лГ-В, СБ2лГ-В, АСП2лГ-В, СП2лГ-В	1	—	240—620	—	—
ААПл-В, ААПлГ-В, АСП-В, СП-В, АСПл-В, СПл-В, АСП2л-В, СП2л-В, АСПлн-В, СПлн-В, АСПГ-В, СПГ-В	1	50—500	35—500	—	—
СКл; АСКл	1	—	—	—	120—300
АСГ, СГ, АСБ, СБ, АСБл, СБл, АСБ2л, СБ2л, АСБн, СБн, АСБлн, СБлн,, АСБГ, СБГ	2	6—150	—	—	—
АСП, СП, АСПл, СПл, АСП2л, СП2л, АСПГ, СПГ	2	25—150	—	—	—
АСБ-В, СБ-В, АСБл-В, СБл-В, АСБн-В, СБн-В, АСБлн-В, СБлн-В, АСБг-В, СБГ-В, АСБ2л-В, СБ2л-В	2	6—120	—	—	—
АСП-В, СП-В, АСПл-В, СПл-В, АСП-В, СПГ-В, АСП2л-В, СП2л-В	2	25—120	—	—	—
ААГ, ААШв, ААШп, ААБлГ, ААП2лШв, ААВл, ААБ2л, АСГ, СГ, АСБ, СБ, АСБл, СБл, АСБн, СБн, АСБлн, СБлн, АСБГ, СБГ, АСБ2л, СБ2л, АСШв, СШв, СБШв	4	10—185	—	—	—

Марка кабеля	Число жил	Площадь сечения жилы (мм²) при номинальном напряжении кабелей, кВ			
		1	3	20	35
ААПл, ААП2л, ААПлГ, АСП, СП, АСПл, СПл, АСПлн, СПлн, АСПГ, СПГ, АСП2л, СПШв	4	16—185	—	—	—
АСКл, СКл	4	25—185	—	—	—
ААШв-В, ААП2лШв-В, ААБл-В, ААБ2л-В, АСБ-В, СБ-В, АСБл-В, СБл-В, АСБн-В, АСБлн-В, СБн-В, АСБ2л-В, СБ2л-В	4	10—120	—	—	—
ААБлГ-В, ААПл-В, ААПлГ-В, СП-В, АСП-В, АСПл-В, СПн-В, АСПлн-В, СПлн-В, АСПГ-В	4	16—120	—	—	—
АСБГ-В, СБГ-В	4	10—185	—	—	—

510. Трехжильные кабели с бумажной пропитанной изоляцией

Марка кабеля	Площадь сечения жилы (мм²) при номинальном напряжении кабелей, кВ					
	1	3	6	10	20	35
ААГ, ААШв, ААШп, ААБл, ААБ2лШв, ААБ2лШп, ААБлГ, ААБ2л, СГ, АСГ, АСБ, СБ, СБл, АСБл, СБн, АСБн, СБлн, АСБлн, СБГ, АСБГ, СБ2л, АСБ2л, СБ2лШв, АСБ2лШв, СБ2лГ, АСБ2лГ, АСШв	6—240	6—240	10—240	16—240	—	—
СШВ, СБШв	16—240	—	10—240	16—240	—	—
СПШв	25—240	—	16—240	16—240	—	—
ААПл, ААП2л, ААПлГ, ААП2лГ, ААБ2лШв, СП, АСП, СПл, АСПл, СП2л, АСП2л, СПлн, АСПлн, СПГ, АСПГ, СКл, АСКл, СП2лГ, АСП2лГ	25—240	25—240	16—240	16—240	—	—

Продолжение табл. 510

Марка кабеля	Площадь сечения жилы (мм²) при номинальном напряжении кабелей, кВ					
	1	3	6	10	20	35
АОАБ, ОАБ, АОАБ2л, ОАБ2л, АОБ2лГ, ОАБ2лГ, АОСБ, ОСБ, АОСБл, ОСБл, АОСБн, ОСБн, АОСБГ, ОСБГ, АОАШвБ, ОАШвБ	—	—	—	—	25—185	120—150
ААБв, ААБвГ	—	—	10—240	16—240	—	—
ААШв-В, ААП2лШв-В, ААБл-В, ААБ2л-В, ААГ-В, ААШп-В, СБ-В, АСБ-В, СБл-В, АСБл-В, СБн-В, АСБн-В, СБлн-В, АСБлн-В, СБГ-В, АСБГ-В, СБ2л-В, АСБ2л-В	6—120	6—120	16—120	—	—	—
ААШв-В, ААБлГ-В, АСБГ-В, СБГ-В, АСПГ-В, СПГ-В, АСП2лГ-В, СП2лГ-В	185—240	—	—	—	—	—

511. Силовые кабели с резиновой изоляцией (ГОСТ 433—73)

Марка кабеля	Число основных жил	Площадь сечения жилы (мм²) при номинальном напряжении кабеля, В			
		переменного тока	постоянного тока		
		660	3000	6600	10 000
СРГ АСРГ СРГ	1 1 2 и 3	1—240 4—300 1—185	1,5—300 4—500 —	2,5—500 4—500 —	240—400 240—400 —
АСРГ	2	4—240	—	—	—
АСРГ	3	2,5—240	—	—	—
ВРГ, НРГ	1—3	1—240	—	—	—
АВРГ, АНРГ*	1 2 и 3	4—300 2,5—300	— —	— —	— —
СРБГ, АСРБГ	1	—	—	95, 240, 400, 500	—

Продолжение табл. 511

Марка кабеля	Число основных жил	Площадь сечения жилы (мм²) при номинальном напряжении кабеля, В			
		переменного тока	постоянного тока		
		660	3000	6600	10 000
СРБ, СРБГ, ВРБн, ВРБ, ВРБГ, НРБ, НРБГ	2 и 3	2,5—185	—	—	—
АСРБ,	2	4—240	—	—	—
АСРБГ			—	—	—
АВРБ, АВРБн			—		—
АВРБГ	3	2,5—240	—	—	—
АНРБ			—	—	—
АНРБГ			—	—	—

* Двухжильные кабели с площадью сечения 2,5 мм² — с 1 января 1978 г.

512. Области применения силовых кабелей с резиновой изоляцией

Марка кабеля		Оболочка и защитный покров	Преимущественная область применения
с алюминиевой жилой	с медной жилой		
АСРГ	СРГ	Свинцовая оболочка	Для прокладки внутри помещений, в каналах, туннелях, в местах, не подверженных вибрации, в условиях отсутствия механических воздействий на кабель, в среде, нейтральной по отношению к свинцу
АСРБ	СРБ	Свинцовая оболочка, защитный покров типа Б	Для прокладки в земле (траншеях), если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям

Продолжение табл. 512

Марка кабеля		Оболочка и защитный покров	Преимущественная область применения
с алюминиевой жилой	с медной жилой		
АСРБГ	СРБГ	Свинцовая оболочка, защитный покров типа БГ	Для прокладки внутри помещений, в каналах, туннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АВРГ	ВРГ	Поливинилхлоридная оболочка	Для прокладки внутри помещений, в каналах, туннелях, в условиях отсутствия механических воздействий на кабель и при наличии агрессивных сред (кислоты, щелочи и др.)
АВРБ	ВРБ	Поливинилхлоридная оболочка, защитный покров типа Б	Для прокладки в земле (траншеях), если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АВРБГ	ВРБГ	Поливинилхлоридная оболочка, защитный покров типа БГ	Для прокладки внутри помещений, в каналах, туннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АНРГ	НРГ	Резиновая маслостойкая оболочка, не распространяющая горение	Для прокладки внутри помещений, в каналах, туннелях, в условиях отсутствия механических воздействий на кабель
АНРБ	НРБ	Резиновая маслостойкая оболочка, не распространяющая горение, защитный покров типа Б	Для прокладки в земле (траншеях), если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АНРБГ	НРБГ	Резиновая маслостойкая оболочка, не распространяющая горение, защитный покров типа БГ	Для прокладки внутри помещений, в туннелях, каналах, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АВРБн	ВРБн	Поливинилхлоридная оболочка, защитный покров типа Бн	Для прокладки в земле (траншеях), если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям и в случае, когда требуется стойкость к распространению горения

513. Кабели с пластмассовой изоляцией (ГОСТ 16442—70)

Марки кабеля	Число жил	Площадь сечения жил (мм²) при номинальном напряжении кабеля, кВ		
		0,66	1	3
ВВГ, ПВГ, ВВБ, ППБ, ВВБГ, ВВБбГ, ПВБГ и ПВБбГ	1,2 и 3*	1,5—50	1,5—240	4—240
ВВБ, ПВБ, ВВГ, ПВГ, ВВБГ, ПВБГ, ВВБбГ, ПВБбГ	4	2,5—50	2,5—185	—
АВВГ, АПВГ, АВВБ, АПВБ, АППБ, АВВБГ, АВВБбГ, АПВБГ, АПВБбГ	1, 2, 3	2,5—50	2,5—240	4—240
АВВГ, АПВГ, АВВБ, АПВБ, АППБ, АВВБГ, АВВБбГ, АПВБГ, АПВБбГ	4	2,5—50	2,5—185	—
АВБбШв, ВБбШв, АПБбШв, ПБбШв, АПБбШп, ПБбШп, АВСТШв, ПСТШп	4	4—50	4—185	—
АВАШв, ВАШв, АПАШв, ПАШв, АПАШв, ПАШп, АВАБп, ВАБп	3 и 4	—	4—185	4—185**
ВВГ, ПВГ АВВГ, АПВГ	5 5	—	1,5—25 2,5—35	—

* Площадь сечения жил двух- и трехжильных бронированных кабелей — 2,5 мм² и выше.

** Только трехжильные.

514. Кабели контрольные с резиновой и пластмассовой изоляцией (ГОСТ 1508—78Е)

Марка кабеля		Элементы кабеля	Преимущественная область применения
с алюминиевой жилой	с медной жилой		
—	КРСГ	Изоляция из резины, оболочка из свинца	Для прокладки внутри помещений, в каналах, тоннелях, в местах, не подверженных вибрации, при отсутствии механических воздействий на кабель, в среде, нейтральной к свинцу
—	КРСБ	Изоляция из резины, оболочка из свинца, броня из двух стальных лент, с наружным покровом	Для прокладки в земле (траншеях), если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям

Продолжение табл. 514

Марка кабеля		Элементы кабеля	Преимущественная область применения
с алюминиевой жилой	с медной жилой		
—	КРСБГ	Изоляция из резины, оболочка из свинца, броня из двух стальных лент с противокоррозионным покрытием	Для прокладки внутри помещений, в каналах, тоннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
—	КРСК	Изоляция из резины, оболочка из свинца, броня из круглых стальных оцинкованных проволок с наружным покровом	Для прокладки под водой и в местах, где кабель подвергается значительным растягивающим усилиям
АКРВГ	КРВГ	Изоляция из резины, оболочка из поливинилхлоридного пластиката	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель
АКРВГЭ	КРВГЭ	Изоляция из резины, общий экран из алюминиевой или медной фольги, оболочка из поливинилхлоридного пластиката	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, при отсутствии механических воздействий на кабель в условиях агрессивной среды и необходимости защиты электрических цепей от влияния внешних электрических полей
АКРВБ	КРВБ	Изоляция из резины, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из двух стальных лент, с наружным покровом	Для прокладки в земле (траншеях), в условиях агрессивной среды и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АКРВБГ	КРВБГ	Изоляция из резины, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из двух стальных лент с противокоррозионным покрытием	Для прокладки в непожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АКРВБГц	КРВБГц	Изоляция из резины, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из двух стальных оцинкованных лент	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям

Продолжение табл. 514

Марка кабеля		Элементы кабеля	Преимущественная область применения
с алюминиевой жилой	с медной жилой		
АКРВБбГ	КРВБбГ	Изоляция из резины, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из одной профилированной стальной оцинкованной ленты	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, туннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АКРНГ	КРНГ	Изоляция из резины, оболочка из негорючей резины	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, при отсутствии механических воздействий на кабель
АКРНБ	КРНБ	Изоляция из резины, оболочка из негорючей резины, броня из двух стальных лент, с наружным покровом	Для прокладки в земле (траншеях) и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АКРНБГ	КРНБГ	Изоляция из резины, оболочка из негорючей резины, броня из двух стальных лент с противокоррозионным покрытием	Для прокладки в непожароопасных помещениях, каналах и тоннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АКРНБГц	КРНБГц	Изоляция из резины, оболочка из негорючей резины, броня из двух стальных оцинкованных лент	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АКРНБбГ	КРНБбГ	Изоляция из резины, оболочка из негорючей резины, броня из одной профилированной стальной оцинкованной ленты	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АКВВГ	КВВГ	Изоляция из поливинилхлоридного пластиката, оболочка из поливинилхлоридного пластиката	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель
АКВВГЭ	КВВГЭ	Изоляция из поливинилхлоридного пластиката, общий экран из алюминиевой или медной фольги, оболочка из поливинилхлоридного пластиката	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, при отсутствии механических воздействий на кабель, в условиях агрессивной среды и необходимости защиты электрических цепей от влияния внешних электрических полей

Продолжение табл. 514

Марка кабеля		Элементы кабеля	Преимущественная область применения
с алюминиевой жилой	с медной жилой		
АКВВБ	КВВБ	Изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из двух лент, с наружным покровом	Для прокладки в земле (траншеях), в условиях агрессивной среды и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АКВВБГ	КВВБГ	Изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из двух стальных лент с противокоррозионным покрытием	Для прокладки в непожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АКВВБГц	КВВБГц	Изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из двух стальных оцинкованных лент	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АКВВБбГ	КВВБбГ	Изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из одной профилированной стальной оцинкованной ленты	То же
АКВВБбШв	КВВБбШв	Изоляция из поливинилхлоридного пластиката, броня из двух стальных лент, оболочка из поливинилхлоридного пластиката	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, в земле (траншеях), в том числе в условиях агрессивной среды, и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
—	КВПБШв	Изоляция из поливинилхлоридного пластиката, броня из круглых стальных оцинкованных проволок, оболочка из поливинилхлоридного пластиката	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, тоннелях, в земле (траншеях), в том числе в условиях агрессивной среды, и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов, если кабель подвергается значительным растягивающим усилиям
АКПВГ	КПВГ	Изоляция из полиэтилена, оболочка из поливинилхлоридного пластиката	Для прокладки внутри помещений, в каналах, тоннелях, в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель

Продолжение табл. 514

Марка кабеля		Элементы кабеля	Преимущественная область применения
с алюминиевой жилой	с медной жилой		
АКПВВ	КПВВ	Изоляция из полиэтилена, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из двух стальных лент, с наружным покровом	Для прокладки в земле (траншеях), в условиях агрессивной среды и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АКПВБГ	КПВБГ	Изоляция из полиэтилена, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из двух стальных лент с противокоррозионным покрытием	Для прокладки внутри помещений, в каналах, тоннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
АКПВБбГ	КПВБбГ	Изоляция из полиэтилена, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, броня из одной профилированной стальной оцинкованной ленты	То же

515. Специальные кабели

Марка	Характеристика	Назначение
	Кабели шахтные гибкие экранированные (ГОСТ 10694—78)	
ГРШЭ	Гибкий с резиновой изоляцией в резиновой оболочке с медными жилами, четырех- и семижильный, в том числе одна жила служит для заземления; напряжение 660 В, площадь сечения от 1,5 до 95 мм^2	Для питания передвижных машин, механизмов, ручных машин и осветительных установок
	Провода и шнуры	
ПЛНТ	Двухжильный, площадь сечения 0,75 мм^2	Для переносных ламп
ШРПС	Гибкий шнур с медными жилами с резиновой изоляцией в резиновой оболочке; площадь сечения от 0,75 до 1,5 мм^2; число жил 2, 3 и 4; напряжение до 500 В	То же, при малых нагрузках для переносных ручных электрических машин и приборов
ШРПЛ	То же, но площадь сечения от 0,5 до 1,5 мм^2 и только двухжильный	То же

Продолжение табл. 515

Марка	Характеристика	Назначение
	Кабели для электросварки	
АПРГДО	Гибкий с резиновой изоляцией, одножильный, площадь сечения 35, 50, 70 и 95 мм²	Для питания электросварочных аппаратов и приборов
ПРГДО	С медными жилами с изоляционно-защитной резиновой оболочкой, площадь сечения от 16 до 70 мм²	То же
ПРГД (ГОСТ 6731—68)	Провод одножильный, гибкий, площадь сечения от 16 до 150 мм², с резиновой изоляцией в резиновой оболочке	Для соединения электрододержателя с источником тока
	Кабели для лифтов	
КЛШН, КЛШНЭ, КЛШВ, КЛШВЭ, КРЛО, КРЛШЭ	Гибкие с медными жилами, число жил от 6 до 24, площадь сечения 1 и 1,5 мм²	Для эксплуатации на лифтовых установках общего типа с высотой подвески до 350 м
КПРЛ	Кабель с медными жилами, с полиэтиленовой изоляцией, со стальным грузонесущим канатом в резиновой оболочке	Для лифтов наружной установки
КПРЛЭ	То же, в общем экране, наложенном поверх оболочки	То же, для работы в условиях, требующих экранирования или защиты от грызунов
КПВЛ	Кабели с медными жилами, с полиэтиленовой изоляцией, со стальным грузонесущим канатом в поливинилхлоридной оболочке	Для лифтов, устанавливаемых внутри зданий и сооружений
КПВЛЭ	То же, в общем экране, наложенном поверх оболочки	То же, для работы в условиях, требующих экранирования или защиты от грызунов

Продолжение табл. 515

Марка	Характеристика	Назначение
	Провода гибкие для освещения (для прожекторов)	
ППШ	С медными жилами с резиновой изоляцией в резиновой оболочке, двухжильные, площадь сечения от 10 до 70 мм²; напряжение 0,5 кВ	Для присоединения к сети передвижных прожекторных устачовок, в разных климатических условиях при температуре от —40 до +50° С
	Кабели судовые с резиновой изоляцией	
НРШМ	С медными жилами, в резиновой маслобензостойкой оболочке, не распространяющей горения, гибкий, площадь сечения от 2,5 до 400 мм², число жил 37	Для подключения подвижных и переносных токоприемников
	Кабели силовые облегченные на 10 кВ для сельского хозяйства	
АПАПВ, АВАПВ	С алюминиевыми жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке; площадь сечения от 10 до 50 мм²	Для передачи и распределения электроэнергии на трассах с неограниченной разностью уровней прокладки при электрификации сельского хозяйства. Допускается прокладка внутри помещений, в каналах, в земле (траншеях), если кабель не подвергается растягивающим усилиям и внешним механическим воздействиям

516. Кабели переносные с резиновой изоляцией (ГОСТ 13497—77Е)

Марка	Наименование	Число жил	Площадь сечения, мм²	Назначение
АКРПТ	Кабель с алюминиевыми жилами, с резиновой изоляцией в резиновой оболочке	1—4	16—95	Для подключения передвижных механизмов к электрическим сетям
АКРПТН	То же, в резиновой маслобензостойкой оболочке, не распространяющей горение	1—4	16—95	То же
КРПТ	Кабель с медными жилами, с резиновой изоляцией в резиновой оболочке	1—4	2,5—120	»

Продолжение табл. 516

Марка	Наименование	Число жил	Площадь сечения, мм²	Назначение
КРПТН	Кабель с медными жилами, в резиновой маслобензостойкой оболочке, не распространяющей горения	1—4	0,75—120	Для подключения передвижных механизмов к электрическим сетям
КРПГ	Кабель с медными жилами повышенной гибкости, в резиновой оболочке	1—4	0,75—70	То же
КРПС	То же, с профилированным сердечником в резиновой оболочке	3—6	2,5—50	Для подключения передвижных механизмов к электрическим сетям в условиях, не исключающих возможность воздействия на кабель значительных ударных и раздавливающих нагрузок
КРПСН	То же, с профилированным сердечником в резиновой маслобензостойкой оболочке, не распространяющей горения	3—6	2,5—50	То же, а также при возможности попадания на оболочку масла, бензина и других нефтепродуктов

517. Кабели высоковольтные в резиновой оболочке для землеройных и горнодобывающих машин

Марка	Наименование	Площадь сечения основных жил, мм²	Назначение
КШВГ	Кабель высоковольтный гибкий с тремя экранированными основными медными жилами и одной заземляющей жилой (заземляющая жила изолирована)	10—15	Для землеройных и горнодобывающих машин на 3 и 6 кВ
КШВГЛ	То же, но с тремя заземляющими жилами (заземляющие жилы не изолированы друг от друга)	10—150	То же
КШВГТ-10	То же	25—150	Для экскаваторов и других подвижных механизмов на 10 кВ
КШВГМТ-6	»	10—150	
КШВГД	То же, но без заземляющих жил	25—150	Для земснарядов и других надводных сооружений

518. Установочные провода

Марка	Наименование	Преимущественная область применения	Номинальное напряжение, В	Число жил	Номинальная площадь сечения жил, мм²
		С резиновой изоляцией (ГОСТ 20520—75)			
ПР	Провод с медной жилой, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Для неподвижной прокладки на роликах и изоляторах, а также в несгораемых трубах	660	1	0,75—120
			3000	1	1,5—120
АПР	То же, с алюминиевой жилой	То же	660	1	2,5—120
ПРН	Провод с медной жилой, в негорючей хлоропреновой оболочке	Для неподвижной прокладки в сухих и сырых помещениях, в трубах, пустотных каналах, а также в открытых атмосферных условиях	660	1	1,5—70
АПРН	То же, с алюминиевой жилой	То же	660	1	2,5—120
ПРГ	Провод с гибкой медной жилой с резиновой изоляцией; в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Для неподвижной прокладки при повышенной гибкости при монтаже и для соединения подвижных частей электрических машин в сухих и сырых помещениях	660 3000	1 1	0,75—120 1,5—120
ПРГН	Провод с гибкой медной жилой, с резиновой изоляцией, в негорючей хлоропреновой оболочке	Для неподвижной прокладки при повышенной гибкости при монтаже и для соединения подвижных частей электрических машин в сухих и сырых помещениях	660	1	1,5—70
ПРТО	Провод с медной жилой, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Для монтажа электрических проводок в несгораемых трубах	660	2,3	1—120
				4,7	1,5—10
				10,14	1,5—2,5

АПРТО	То же, с алюминиевой жилой	То же	660	2,3	2,5—120
				4,7	2,5—10
				10,14	2,6
ПРЛ	Провод с медной жилой, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, покрытой лаком	Для монтажа панелей	660	1	0,75—6
ПРГЛ	То же, с гибкой жилой	Для монтажа панелей, при повышенной гибкости при монтаже и для соединения подвижных частей электрических машин	660	1	0,75—70
ПРВ	Провод с медной жилой, с резиновой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке	Для неподвижной прокладки в сухих и сырых помещениях	660	1,2	1—10
АПРВ	То же, с алюминиевой жилой	То же	660	1,2	2,5—16
ПРГВ	То же, с медной гибкой жилой	Для неподвижной прокладки при повышенной гибкости при монтаже и для соединения подвижных частей электрических машин в сухим и сырых помещениях	660	1	1—6
АППР	Провод с алюминиевой жилой, с резиновой изоляцией, не распространяющей горение, с разделительным основанием	Для неподвижной прокладки по деревянным строительным поверхностям и конструкциям жилых и производственных сельскохозяйственных помещений, включая животноводческие и птицеводческие помещения	660	2,4 3	2,5—10 2,5

Продолжение табл. 518

Марка	Наименование	Преимущественная область применения	Номинальное напряжение, В	Число жил	Номинальная площадь сечения жил, мм²
		С пластмассовой изоляцией			
АПВ	Провод с алюминиевой жилой и поливинилхлоридной изоляцией	Для монтирования вторичных цепей, прокладки в трубах, пустотных каналах несгораемых строительных конструкций и для монтирования силовых и осветительных цепей в машинах и станках	До 380 и 660	1	2,5—120
АПП	Провод с алюминиевой жилой и изоляцией из самозатухающего полиэтилена	То же	До 380 и 660	1	2,5—120
ПВ	Провод с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией	»	До 380 и 660	1	0,5—95
ПП	Провод с медной жилой и изоляцией из самозатухающего полиэтилена	»	До 380 и 660	1	0,5—95
ПГВ	Провод с медной гибкой жилой и поливинилхлоридной изоляцией	Для монтирования вторичных цепей, для гибкого монтажа при скрытой и открытой прокладках	До 380 и 660	1	0,5—95
АППВ	Провод с алюминиевыми жилами и поливинилхлоридной изоляцией, плоской, с разделительным основанием	Для монтирования силовых и осветительных цепей в машинах и станках и для неподвижной открытой прокладки	До 380 и 660	2 и 3	2,5—6
АППП	Провод с алюминиевыми жилами и изоляцией из самозатухающего полиэтилена, плоский, с разделительным основанием	То же	До 380 и 660	2 и 3	2,5—6

ППВ	Провод с медными жилами и поливинилхлоридной изоляцией, плоский, с разделительным основанием	Для монтирования силовых и осветительных цепей в машинах и станках и для неподвижной открытой прокладки	До 380 и 660	2 и 3	0,75—4
ППП	Провод с медными жилами и изоляцией из самозатухающего полиэтилена, плоский, с разделительным основанием	То же	До 380 и 660	2 и 3	0,75—4
АППВС	Провод с алюминиевыми жилами и поливинилхлоридной изоляцией, плоский, без разделительного основания	Для неподвижной скрытой прокладки под штукатуркой, для прокладки в трубах и пустотных каналах несгораемых строительных конструкций	До 280 и 660	2 и 3	2,5—6
ППВС	Провод с медными жилами и поливинилхлоридной изоляцией, плоский, без разделительного основания	То же	До 380 и 660	2 и 3	0,75—4
АПППС	Провод с алюминиевыми жилами и изоляцией из самозатухающего полиэтилена, плоский, без разделительного основания	Для неподвижной скрытой прокладки под штукатуркой, для прокладки в трубах и пустотных каналах несгораемых строительных конструкций	До 380 и 660	2 и 3	2,5—6
ПППС	Провод с медными жилами и изоляцией из самозатухающего полиэтилена, плоский, без разделительного основания	Для неподвижной скрытой прокладки под штукатуркой, для прокладки в трубах и пустотных каналах несгораемых строительных конструкций	До 380 и 660	2 и 3	0,75—4

519. Обмоточные провода

Марка	Размеры (без изоляции), мм	Класс изоляции	Характеристика
	С эмалевой изоляцией		
ПЭЛ	0,02—2,44	А	Провод медный, изолирован лакостойкой эмалью
ПЭЛУ			То же, но с утолщенной изоляцией
ПЭВ-1	⌀ 0,02—2,44	А	Провод медный, изолирован одним слоем эмали винифлекс
ПЭВ-2			То же, но изолирован двумя слоями эмали
ПЭВП	(0,5—2,83)×(2,1—8,8)	А	То же, но провод прямоугольного сечения
ПЭЛР-1	⌀ 0,1—2,44	А	Провод медный, изолирован одним слоем эмали на полиамидно-резольном лаке
ПЭЛР-2			То же, но изолирован двумя слоями эмали
ПЭМ-1	⌀ 0,06—2,5	А	Провод медный, изолирован эмалью из лака металвин
ПЭМ-2			То же, но изолирован усиленным слоем эмали
ПЭМП	(0,5—1,95)×(2,1—8,8)	А	То же, но провод прямоугольного сечения
ПЭВТЛ-1	⌀ 0,06—1,56	Е	Провод медный, изолирован одним слоем полиуретановой эмали, не требует зачистки при пайке, так как эмаль плавится и служит флюсом
ПЭВТЛ-2			То же, но изолирован усиленным слоем эмали
ПЭС-1	⌀ 0,06—2,44	Е	Провод медный, изоляция на основе поливинилформаля
ПЭС-2			То же, с повышенной толщиной изоляции
ПЭТВ	⌀ 0,06—2,44	В	Провод медный, изолирован эмалью на основе полиэфиров

Продолжение табл. 519

Марка	Размеры (без изоляции), мм	Класс изоляции	Характеристика
ПЭТВП	(0,8—3,56)×(2—12,5)	В	Провод медный прямоугольного сечения, изолирован эмалью на основе полиэфиров
ПЭТК	⌀ 0,05—0,75; прямоугольные (0,83—1,95)×(2,4—4,7)	Н	Провод медный, изолирован кремнийорганической эмалью
ПЭВА-1	⌀ 0,51—2,44	А	Провод алюминиевый, изолирован аналогично проводу ПЭВ-1
ПЭВА-2			То же, но проводу ПЭВ-2
ПЭЛРА-1			То же, но проводу ПЭЛР-1
ПЭЛРА-2			То же, но проводу ПЭЛР-2
	С волокнистой изоляцией		
ПБ	⌀ 1,0—5,2	А	Провод медный, изолирован несколькими слоями кабельной бумаги
ПББО	(0,9—5,5)×(2,1×14,5)	А	Провод медный, прямоугольного сечения, изолирован несколькими слоями кабельной бумаги, а затем спиралью из хлопчатобумажной пряжи
АПБ	⌀ 1,35—8,0; прямоугольные (1,81—7)×(4,1—18)	А	Провод алюминиевый, изолирован аналогично проводу ПБ
АПББО	(1,8—7)×(4,1—18)	А	То же, но изолирован аналогично проводу ПББО
ПБО	⌀ 0,2—2,1; прямоугольные (0,88—5,5)×(2,1—14,5)	А	Провод медный, изолирован одним слоем хлопчатобумажной пряжи
ПБД	⌀ 0,2—5,2; прямоугольные (0,9—5,5)×(2,1—15,5)	А	То же, но изолирован двумя слоями хлопчатобумажной пряжи
АПБД	⌀ 1,35—8	А	То же, но алюминиевый
ПБОО	⌀ 1,0—5,2; прямоугольные (0,9—5,5)×(2,1—14,5)	А	Провод медный, изолирован одним слоем хлопчатобумажной пряжи и хлопчатобумажной оплеткой

Марка	Размеры (без изоляции), мм	Класс изоляции	Характеристика
ПСД; ПСД-Л	⌀ 0,31—5,2; прямоугольные (0,9—5)×(2,1—12,5)	F	Провод медный, изолирован двумя слоями безщелочного стекловолокна, с подклейкой и пропиткой нагревостойким лаком
ПСДК; ПСДК-Л	⌀ 0,31—5,2	Н	То же, но с подклейкой и пропиткой кремнийорганическим лаком
АПСД	⌀ 1,35—8; прямоугольные (1,81—7,0)×(4,1—18)	Н	Провод алюминиевый, изолирован аналогично проводу ПСД
АПБД	⌀ 0,2—5,2	А	То же, но изолирован аналогично проводу ПБД
	С комбинированной изоляцией		
ПЭЛШО	⌀ 0,05—1,56	А	Провод медный, изолирован лакостойкой эмалью и одним слоем натурального шелка
ПЭЛШКО	⌀ 0,05—1,56	А	То же, но изолирован лакостойкой эмалью и одним слоем обмотки из капроновых нитей
ПЭЛШКД	⌀ 0,75—1,45	А	То же, но изолирован лакостойкой эмалью и двумя слоями обмотки из капроновых нитей
ПЭЛБО	⌀ 0,38—2,1	А	То же, но изолирован лакостойкой эмалью и одним слоем хлопчатобумажной пряжи
ПЭЛБД	⌀ 0,93—2,1	А	То же, но изолирован лакостойкой эмалью и двумя слоями хлопчатобумажной пряжи
ПЭЛКО	⌀ 0,2—2,1	А	То же
ПЭВШО	⌀ 0,2—1,5	А	Провод медный, изолирован эмалью винифлекс и одним слоем шелка
ПЭТСО	⌀ 0,31—2,1	В	Провод медный, изолирован нагревостойкой эмалью и одним слоем бесщелочного стекловолокна с подклейкой и пропиткой нагревостойким лаком
ПЭТКСО	⌀ 0,38—1,56	Н	То же, но изолирован кремнийорганической эмалью и одним слоем бесщелочного стекловолокна с подклейкой и пропиткой кремнийорганическим лаком

520. Толщина изоляции обмоточных проводов, мм

Марка	Диаметр голого провода, мм										
	0,05—0,09	0,1—0,19	0,2—0,25	0,27—0,29	0,31—0,35	0,38—0,49	0,51—0,69	0,72—0,96	1—1,45	1,5—2,1	2,26—5,2
ПЭЛ	—	0,2	0,025	0,04	0,04	0,04—0,05	0,05	0,06	0,07—0,08	0,08—0,1	—
ПЭЛУ	—	0,035	0,04	0,06	0,06	0,06—0,07	0,07	0,08—0,09	0,10—0,11	0,11—0,13	—
ПЭВ-1	0,025	0,025—0,03	0,03—0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05—0,06	0,08	0,08—0,1	—
ПЭВ-2	0,03	0,03—0,04	0,04—0,05	0,05	0,05—0,06	0,06	0,07—0,08	0,08—0,09	0,11	0,11—0,13	—
ПЭЛР-1	—	0,02—0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,08	0,09	—
ПЭЛР-2	—	0,075	0,09	0,1	0,105	0,11	0,115	0,125	0,135	0,155	—
ПЭЛШО, ПЭЛШКО	0,07	0,075	0,09	0,1	0,105	0,11	0,115	0,125	0,135	0,155	—
ПЭЛБО, ПЭЛКО	—	—	0,125	0,155	0,16	0,165	0,17	0,18	0,21	0,21	—
ПЭЛБД	—	—	—	—	—	—	—	0,28	0,33	0,33	—

Продолжение табл. 520

Марка	Диаметр голого провода, мм										
	0,05—0,09	0,1—0,19	0,2—0,25	0,27—0,29	0,31—0,35	0,38—0,49	0,51—0,69	0,72—0,96	1—1,45	1,5—2,1	2,26—5,2
ПЭЛБТ	—	—	—	—	—	—	—	—	0,21	0,21	—
ПЭЛБВ	—	—	—	—	—	—	0,12	0,125	0,14	—	—
ПБО	—	—	0,1	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,14	0,14	—
ПБД	—	—	0,19	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,27	0,27	0,33
ПЭТСО	—	—	—	—	0,2	0,2	0,2	0,22	0,22	0,22—0,24	—
ПДА	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,3	0,35
ПСД	—	—	—	—	0,23	0,23	0,25	0,25	0,27	0,27	0,33
ПЭВА-1, ПЭЛРА-1	—	—	—	—	—	—	0,045	0,045—0,05	0,07	0,07—0,085	—
ПЭАТ	—	0,023—0,027	0,027—0,03	0,03	0,03	0,03	0,045	—	—	—	—
АПСД	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,25	0,3

18.4. Электроизоляционные материалы (табл. 521—533).

521. Классы нагревостойкости электроизоляционных материалов (ГОСТ 8865—70)

Класс нагревостойкости	Температура, °С	Основные группы электроизоляционных материалов соответствующих данному классу нагревостойкости*
G	90	Не пропитанные и не погруженные в жидкий электроизоляционный материал волокнистые материалы из целлюлозы и шелка
A	105	Пропитанные или погруженные в жидкий электроизоляционный материал волокнистые материалы из целлюлозы или шелка
E	120	Некоторые синтетические органические пленки
B	130	Материалы на основе слюды (в том числе на органических подложках), асбеста, стекловолокна, применяемые с органическими связующими и пропитывающими составами
F	155	Материалы на основе слюды, асбеста и стекловолокна, применяемые в сочетании с синтетическими связующими и пропитывающими составами
H	180	Материалы на основе слюды, асбеста и стекловолокна, применяемые в сочетании с кремнийорганическими связующими и пропитывающими составами, кремнийорганические эластомеры
C	Более 180**	Слюда, керамические материалы, стекло, кварц, применяемые без связующих составов или с неорганическими или элементно-органическими связующими составами

* Кроме указанных материалов включают в себя соответствующие данному классу другие материалы и другие сочетания материалов.

** Температура ограничивается физическими, химическими или электрическими свойствами материала.

Примечание. Электроизоляционные материалы с нагревостойкостью ниже класса G в классификацию настоящего стандарта не включены.

522. Электроизоляционные материалы

Материал	Плотность, г/см³	Диэлектрическая проницаемость	Электрическая прочность при 20°С, кВ/мм	Удельное электрическое сопротивление при 20°С, Ом·см
Асбестоцементные плиты пропитанные	1,5	—	1—2	10^{10}
Асфальт естественный	1,1—1,3	2,7	13—16	10^{14}
Асбестовые листы и ткань	1,2—2	4,0—4,5	1,5—3	$2 \cdot 10^{5}$
Бетон сухой	1,8—2,4	—	—	—
Бумага кабельная сухая	0,8	2,3—3,5	6—9	10^{12}
Бумага, пропитанная минеральным маслом	—	3,4—3,7	10—25	10^{15}

Продолжение табл. 522

Материал	Плотность, г/см³	Диэлектрическая проницаемость	Электрическая прочность при 20°С, кВ/мм	Удельное электрическое сопротивление при 20°С, Ом·см
Воздух при 20° С	0,00121	1	3—4	10^{19}
Гетинакс листовой марки А (бакелит)	1,3—1,4	4,5—6	15—23	10^{11}
Воск пчелиный	0,96	2,8—2,9	8—15	10^{13}
Древесина	0,7	3,5	4	$2 \cdot 10^{10}$
Компаунды пропиточные	1	—	20	10^{14}
То же, заливочные эпоксидные	1,7	5	30	10^{13}
Дельта-древесина	1,3—1,4	7	6,5	10^{10}
Лавсан	1,35	3	100	10^{17}
Парафин	0,95—0,92	2—2,2	15—2	10^{15}
Полистирол	1,05—1,07	2,4—2,6	20—40	10^{15}—10^{17}
Поливинилхлорид	1,2—1,6	6—8	6—15	10^{12}—10^{14}
Полиэтилен	0,92—0,96	2,2—2,4	35—60	10^{15}—10^{17}
Слюда:				
мусковит	2,8—3,2	6—7,5	120—200	10^{14}
флогопит	2,8—3,2	4—6	80—150	10^{12}
Стекло	2,5—2,7	5,5—10	10—40	10^{11}—10^{15}
Стеклянная лента, пропитанная лаком	2,5	—	25—30	10^{11}
Фибра	1,2—1,4	3—5	4—11	10^{10}
Фарфор	2,3—2,7	5—7,5	6—10	10^{14}
Фанера	1,2—1,4	—	4—15	10^{10}
Текстолит марки А	1,3—1,4	—	5—8	10^{11}
Шифер	2,7—2,9	4—16	1,5—3	10^{7}
Целлулоид	1,45	4	10—15	$2 \cdot 10^{10}$
Церезин	0,8—0,9	2,1—2,2	15	10^{16}
Шеллак сухой	—	3,6	—	10^{15}
Эбонит	1,15—1,3	2—3,5	10—15	10^{15}
Лакоткань:				
хлопчатобумажная	1,1	4	34	10^{13}
шелковая	0,95	4	44	10^{13}
Масло трансформаторное	0,85—0,89	2—2,5	5—18	10^{12}
Мрамор	2,7	8—10	2,5	10^{8}
Миканит	2,2	4,6—6	15—20	10^{15}

523. Электротехнический листовой стеклотекстолит (ГОСТ 12652—74)

Марка	Номинальная толщина, мм	Длительно допустимые рабочие температуры, °С	Марка	Номинальная толщина, мм	Длительно допустимые рабочие температуры, °С
СТ	1,5—30	—60 . . . +130	СТЭФ	1,5—50	—60 . . . +155
СТ-Б	1,5—30	—60 . . . +130	СТЭФ-1	0,5—50	
СТ-I	0,5—30	—60 . . . +130	СТК	0,5—30	—60 . . . +180
СТ-II	0,5—3,5	—60 . . . +130	СТВК	0,35—3	+180

Примечание. Выпускают листами шириной от 450 до 980 мм и длиной от 600 до 1480 мм.

524. Текстолит электротехнической листовой (ГОСТ 2910—74)

Величина, единица	Марка				
	А	Б	ВЧ	Г	ЛТ
Толщина листов, мм	0,5—50	0,5—50	0,5—8	0,5—50	0,3—3

Величина, единица	Марка				
	А	Б	ВЧ	Г	ЛТ
Размеры листов, мм	Не менее 450×600				
Рабочая температура, °С	—65	+105	—65 . . . +85		
Водопоглощение, %	2—9	2—9	3—7,5	2—9	0,45—0,9
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см	10^{10}	10^{9}	10^{10}	10^{10}	10^{13}
Электрическая прочность перпендикулярно слоям при температуре 90±2° С, кВ/мм	6—8	3—4,5	5—8	5—8	17—25
Плотность, г/см³	1,3—1,45	1,3—1,45	1,3—1,45	1,3—1,45	1,25—1,35

525. Гетинакс электротехнический листовой (ГОСТ 2718—74)

Марка	Номинальная толщина, мм	Характерное свойство и преимущественное назначение
I	0,2—50	Для работы на воздухе в условиях нормальной относительной влажности окружающей среды (относительная влажность 45—75% при температуре 15—35° С) и в трансформаторном масле при напряжении до 1000 В и частоте тока 50 Гц
II	0,4—50	То же, но с расширенными допусками по толщине; коробление не нормируют
III	5—50	Для работы в корабельных условиях (относительная влажность до 95% при температуре 20±2° С) при напряжении до 1000 В и частоте тока 50 Гц
V	5—7,5	Для работы на воздухе в условиях нормальной относительной влажности окружающей среды (относительная влажность 45—75% при температуре 15—35° С) и в трансформаторном масле при напряжении свыше 1000 В и частоте тока 50 Гц
V—I; V—II	8—50	Для работы на воздухе в условиях нормальной относительной влажности окружающей среды (относительная влажность 45—75% при температуре 15—35° С) и в трансформаторном масле при напряжении свыше 1000 В и частоте тока 50 Гц
VI	0,4—3,8	Для работы на воздухе в условиях нормальной относительной влажности окружающей среды (относительная влажность 45—75% при температуре 15—35° С) при напряжении до 1000 В и частоте тока 10^{6} Гц; с повышенно-гладкой поверхностью
VII	0,4—3,8	То же, но с улучшенным тангенсом угла диэлектрических потерь и пониженной стойкостью к кратковременному нагреванию

Марка	Номинальная толщина, мм	Характерные свойства и преимущественное назначение
VIII	1—3,8	Для работы на воздухе в условиях нормальной относительной влажности окружающей среды (относительная влажность 45—75% при температуре 15—35° С) при напряжении до 1000 В и частоте тока 10^6 Гц, для изготовления печатных схем методом электрохимического осаждения меди

Примечания: 1. Длительно допустимые рабочие температуры —65 . . . +105° С.

2. Гетинакс изготовляют листами шириной от 450 до 930 мм и длиной от 700 до 1430 мм. По согласованию с потребителем гетинакс марки 1 толщиной до 0,5 мм изготовляют в рулонах. Предельные отклонения размеров не должны превышать ±35 мм при стороне листа менее 930 мм и ±50 мм при стороне листа 930 мм и более.

526. Непропитанная древесина

Природа древесины	Плотность после сушки г/см³	Предел прочности, МПа				Удельное объемное сопротивление $1 \cdot 10^{10}$ Ом·см	Электрическая прочность, кВ/мм
		при растяжении вдоль волокна	при растяжении поперек волокна	при сжатии вдоль волокна	при изгибе		
Береза	0,64	107	52	56	86	5	1,3—5,3
Бук	0,73	120	63	38	66	2	2,1—4,5
Вяз	0,52	60	52	38	71	1	2—4
Граб	0,87	110	65	59	110	3	2—4,4
Дуб	0,37	150	60	46	84	8	3—5,5
Ель	0,54	90	50	42	60	6	2,3—4,3
Клен	0,6	110	56	48	82	4	2,5—5
Липа	0,5	70	26	35	40	2	2—4
Сосна	0,56	120	60	42	80	8	2,4—4,5

527. Бумага, фибра и летероид

Наименование	Марка	Толщина, мм	Плотность, г/см³	Разрывное усилие*, Н		Электрическая прочность, кВ/мм	Вид поставки
				в продольном направлении	в поперечном направлении		
Бумага кабельная (ГОСТ 645—79Е)	К-080	0,08	0,76	85	40	8—10	В рулонах шириной 350—750 мм, диаметром 300—800 мм
	К-120	0,12		130	60		
	К-170	0,17		175	85		
Бумага крепированная** (ГОСТ 12769—76)	ЭКТМ	0,15	0,23	30	2	15	В бобинах шириной 12—40 мм, диаметром 200—250 мм
Бумага телефонная (ГОСТ 3553—73)	КТ-04	0,04	0,8	47	15	10—12	В рулонах шириной 500 мм, массой 80—120 кг
	КТ-0,5	0,05		62	20		
Бумага асбестовая (ГОСТ 23779—79)	—	0,2; 0,3; 0,4	0,5	20—28	6—12	4—6	В рулонах шириной 950 мм с числом кусков в рулоне не более трех
		0,5; 0,8 и 1		32—59	14—31		
Фибра (ГОСТ 14613—69)	ФЭ	0,6—8-мм монолитная; 8—12-мм монолитная или клееная; 12-мм и выше—клееная	1,1—1,2	50—70 МПа	30—45 МПа	3,5—7	В листах размером: для монолитной фибры длиной 1700—2300 мм и шириной 1100—1400 мм; для клееной фибры длиной 1600—1900 мм и шириной 400—600 мм
Летероид	—	0,1—0,5	1,3	0,7 МПа	0,4 МПа	8—10	То же

* Разрывное усилие для бумаг дано на полоску шириной 15 мм.
** Для крепированной бумаги указана масса 1 м² в граммах.

528. Картон

Наименование	Марка	Толщина, мм	Плотность, г/см³	Разрывное усилие*, МПа		Электрическая прочность**, кВ/мм²	Вид поставки
				в продольном направлении	в поперечном направлении		
Картон электроизоляционный для работы на воздухе (ГОСТ 2824—75)	ЭВС	0,2—0,4	1,25	1,2/0,72	0,35	11—12/8—9	Размеры листов и ширину рулонов не нормируют. Масса рулонов не более 100 кг
	ЭВП	0,1—0,3					
	ЭВТ	0,1—0,5	1,15	1,26/0,675	0,325	12—13/8—9	
	ЭВ рулонный	0,1—0,6	1,05—1,15	0,85—0,9	0,325—0,35	9—11/8	
	ЭВ листовой	1—3	0,95—1	0,85	0,35	8—10	
Картон электроизоляционный для аппаратов с масляным заполнением	А	2—3	0,9—1	—	0,4	16—24	Выпускают в листах размером: для марок А и В — от 1000×1000 до 3000×4000 мм; для марок Б и Г — от 850×950 до 3000×4000 мм
	Б	1—6	0,95—1,15	—	0,5	14—31	
	В	2—3	1,15—1,25	—	0,6	23—28	
	Г	0,5—3	0,9—1,2	—	0,35—0,4	19—38	
Картон асбестовый (ГОСТ 2850—75)	—	2—10	1—1,3	120	60	2—3,5	В листах длиной 900 и 1000 мм и шириной 900 и 1000 мм

* В знаменателе указано разрывное усилие после 100 перегибов.
** В числителе указана электрическая прочность после сушки, в знаменателе — после последующего перегиба.

529. Электроизоляционные ленты

Наименование	Ширина, мм	Толщина, мм	Масса 1м, г	Примечание
Изоляционная прорезиненная	10 15 20; 25 50; 40	0,2—0,35	2,7 4 5,4 18,5	Цвет ленты — черный или светло-серый
Смоляная для наружных работ марки ЛН, для подземных работ — марки ЛП	30 50; 60 75	0,6 0,8 1,1	—	Цвет ленты — черный
Стеклолента эскапоновая липкая марок ЛСЭЛ и ЛСЭЛМ	20 30	0,15 0,17	—	Пробивное напряжение 50 кВ/мм
Поливинилхлоридная	15 20 30 50	0,2 0,3 0,4 0,45	0,42 0,84 1,68 3,15	—
Стеклолента эскапоновая с подклеивающим слоем марки ЭСЛ-ПД4	12 15	0,15	—	Пробивное напряжение 4,5—5 кВ/мм
	20 23	0,17		
	25 30 35	0,2		
Липкая электроизоляционная на поликасиновом компаунде ЛСППЛ, ЛСППЛМ, ЛСЭПЛ, ЛСЭПЛМ	20 30	0,17 0,19	—	Пробивное напряжение 5—23 кВ/мм

530. Хлопчатобумажные ленты для электропромышленности

Ширина ленты, мм	Масса ленты, г				Ширина ленты, мм	Масса ленты, г			
	киперной	тафтяной	миткалевой	батистовой		киперной	тафтяной	миткалевой	батистовой
10	187	100	—	—	30	543	291	297	—
12	232	120	126	100	35	637	338	340	—
15	276	152	168	128	40	723	384	—	—
20	361	199	209	152	50	902	480	—	—
25	462	244	253	—					

Примечание. Толщина ленты, мм: киперной — 0,45; тафтяной — 0,25; миткалевой — 0,22; батистовой — 0,18.

531. Лакоткани и стеклолакоткани

Наименование	Марка	Толщина, мм	Предел прочности, Н/см		Относительное удлинение при растяжении, %, не менее	Пробивное напряжение при 20°С, кВ		Область применения
			по основе	по утку		до перегиба	после перегиба	
Лакоткани								
Хлопчатобумажная светлая	ЛХМ-105	0,15; 0,17; 0,2; 0,24; 0,3	—	—	6	4,5—7	3,6—5,5	Для изоляции обмоток электрических машин и трансформаторов, работающих на воздухе
Хлопчатобумажная светлая маслостойкая	ЛХММ-165	0,17; 0,2; 0,24	—	—	6	6—7,7	4,8—5,4	Для изоляции обмоток масляных трансформаторов
Хлопчатобумажная светлая специальная	ЛХМС-105	0,17; 0,2	35—80	35—60	6	5,6—6	4,8—5	Для изоляции обмоток электрических машин и трансформаторов, работающих на воздухе, где возможно периодическое попадание на изоляцию масла и смазки и где изоляция может подвергаться действию паров масла и бензина
Хлопчатобумажная	ЛХБ-105	0,17; 0,2; 0,24	—	—	6	5,7—7,6	4,8—6	Для изоляции обмоток электрических машин высокого напряжения, не подвергающихся воздействию минеральных масел и растворителей
Шелковая светлая	ЛШМ-105	0,08; 0,1; 0,12; 0,15	20	15	6	3—6,5	3—6	Для изоляции обмоток электрических машин и трансформаторов, работающих на воздухе, где требуется повышенная электрическая прочность изоляции и где она ограничена по толщине

Продолжение табл. 531

Наименование	Марка	Толщина, мм	Предел прочности, Н/см		Относительное удлинение при растяжении, %, не менее	Пробивное напряжение при 20°С, кВ		Область применения
			по основе	по утку		до перегиба	после перегиба	
Шелковая светлая	ЛШМС-105	0,04; 0,05; 0,06; 0,1; 0,12; 0,15	—	—	6	0,3—7,7	5,1—7,5	То же, но для обмоток, где возможно периодическое попадание на изоляцию масла и смазки или где изоляция подвергается действию паров масла или бензина. Лакоткань толщиной 0,04—0,06 мм применяется для изоляции обмоток низкого напряжения очень мелких электротехнических изделий, где требуется особо малая толщина изоляции. По сравнению с хлопчатобумажной более эластична
Стеклолакоткани								
На масляном лаке	ЛСМ-105/120	0,15; 0,17; 0,2; 0,24	—	—	5	4,5—6,7	3,6—5,4	Для изоляции обмоток электрических машин и трансформаторов низкого напряжения, работающих на воздухе. По сравнению с хлопчатобумажной лакотканью обладает большой влагостойкостью
На масляном лаке маслостойкая	ЛСММ-105/120	0,17; 0,2; 0,24	—	—	3	6—7,7	4,5—5,5	То же, но более стойка к воздействию масел

Продолжение табл. 531

Наименование	Марка	Толщина, мм	Предел прочности, Н/см		Относительное удлинение при растяжении, %, не менее	Пробивное напряжение при 20°С, кВ		Область применения
			по основе	по утку		до перегиба	после перегиба	
Эскапоновая	ЛЭС	0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,24	60 (среднее значение)	—	10	4—8	3,3—7,6	Для изоляции обмоток электрических машин низкого напряжения. По сравнению с хлопчатобумажными лакотканями отличается повышенной эластичностью и более высокими электрическими характеристиками
На битумно-масляно-алкидном лаке	ЛСБ-120/130	0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,24	40 (минимальное значение)	—	2—3	4,7—9	1,7—8,6	То же, но для обмоток нагревостойкого исполнения
На кремнийорганическом лаке	ЛСК-155/180	0,05; 0,06; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17	—	—	2—3	2—7	1,2—4,8	Для пазовой изоляции обмоток электрических машин, нагревостойкого и влагостойкого исполнения и изоляции обмоток трансформаторов, работающих на воздухе
На кремнийорганическом лаке, липкая	ЛСКЛ-155	0,12; 0,15	—	—	—	2	—	То же, для витковой изоляции и изоляции лобовых частей обмоток электрических машин
На кремнийорганической резине	ЛСКР-180	0,12; 0,15; 0,17; 0,2	—	—	—	1,6—4,5	1,4—4,7	То же, но обладает более упругой и эластичной пленкой

Примечание. Лакоткани марок ЛХС, ЛХСМ, ЛХСС, ЛХЧ, ЛШС, ЛШСС, ЛСМ, ЛСММ, ЛСБ, ЛСЭ предназначены для обмоток класса нагревостойкости А; марки ЛСБ — для обмоток класса В; марок ЛСК, ЛСКЛ и ЛСКР — для класса Н.

532. Трубки

Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1000 м, кг	Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1000 м, кг
		Полихлорвиниловые			
5	0,5—0,7	15	16	0,8—10	64
6	0,5—0,7	18	20	1,0—1,3	105
7	0,5—0,7	20	25	1,0—1,3	130
8	0,5—0,7	23	30	1,3—1,5	160
9	0,5—0,7	25	34	1,3—1,5	200
10	0,1—0,8	33	36	1,3—1,5	210
12	0,6—0,8	39	40	1,5—2	320
14	0,6—0,8	45			
		Поливинилхлоридные			
2,5	0,6	7	5,5	1	20
3,4	0,6	12	6	1	30
4	0,8	14	8	1,1	40
4,5	0,85	16	10	1,2	60
5	1,0	18			

533. Трансформаторное масло (ГОСТ 982—68)

	ТКп	ТК
1. Вязкость кинематическая, сСт:		
при 20° С, не более	—	30
» 50° С, не более	9	9,6
» —30° С, не более	1500	—
2. Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	0,02	0,05
3. Показатель преломления (пр. 20), не более	1,495	—
4. Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже	135	135
5. Зольность, %, не более	0,005	0,005
6. Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствуют	
7. Содержание механических примесей	»	
8. Температура застывания, °С, не выше	—45	—45
9. Натровая проба, оптическая плотность, не более	0,4	2
10. Прозрачность при 5° С	прозрачно	
11. Испытание корродирующего действия на металл	»	
12. Цвет, мм, не менее	25	—
13. Стабильность против окисления:		
масса летучих низкомолекулярных кислот после 6 ч окисления, мг КОН на 1 г масла, не более	0,005	0,005
мг КОН на 1 г масла, не более	—	0,35
кислотное число после 14 ч окисления, в масле до введения присадки	0,5	—
в масле с присадкой	0,1	—
14 Стабильность по статическому методу:		
кислотное число окисленного масла, мг КОН на 1 г масла, не более	0,4	0,2
содержание водорастворимых кислот в окисленном масле, мг КОН на 1 г масла, не более	0,1	0,05
содержание осадка в окисленном масле, %, не более	0,05	0,03

15. Тангенс угла диэлектрических потерь, %:

при 20° С, не более	0,2	0,3
» 70° С, не более	1,5	2,5

Примечание. В соответствии с «Правилами устройства электроустановок», каждую партию поступившего свежего трансформаторного масла подвергают анализу и испытаниям по всем показателям его качества, включая испытание на электрическую прочность. Качество масла, отбираемого из трансформаторов, масляных выключателей и прочих аппаратов, перед включением их под напряжение проверяют лишь по показателям пп. 2, 6, 7, 8, 15 (сокращенное испытание). При заливке в трансформаторы, выключатели и аппараты кондиционных масел разных марок смесь их проверяют на стабильность.

18.5. Разные материалы. *Теплоизоляционные материалы* (табл. 534).

534. Основные теплоизоляционные материалы и изделия для изоляции трубопровода

Наименование	Плотность, кг/м³	Теплопроводность, Вт/(м·°С)	Предельная температура применения, °С	Влажность, %	Предел прочности при сжатии, МПа
Асбест хризотиловый	240—520	0,09—0,27	500	—	—
Асбозурит	600	0,18	900	—	—
Вермикулит вспученный	100—200	0,07	—250 . . . +1100	3	—
Новоасбозурит	400, 650	0,15	250	20	—
Ньювель	200, 400	0,08	350	10—15	—
Севелитовый порошок	600, 500	0,09	500	15	—
Вата минеральная	75—150	0,045	600	2	—
Войлок минеральный с битумной связкой	100—150	0,049	200	2	7 кПА*
Вата стеклянная	130	0,075	450	2	—
Диатомитовый кирпич марок: 500	0,12	900	—	—	0,6
600	0,14	900	—	—	0,8
Асбестовермикулитовые плиты	250, 300 400	0,16	600	5	0,22
Вулканитовые плиты-скорлупы	350, 400	0,088	600	до 30	0,32
Асбестовый картон	1000—1300	0,2	600	2	—
Плиты перлитовые на цементной связке	250—400	0,087	600	20	0,25**

* При разрыве.
** При изгибе.

Покрытые металлические электроды для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей (табл. 535) изготовляют следующих типов:

1) Э-38, Э-42, Э-46, Э-50 — для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 500 МПа;

2) Э-42А, Э-46А и Э-50А — для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 500 МПа, когда к металлу сварных швов предъявляют повышенные требования по пластичности и ударной вязкости;

3) Э-55 и Э-60 — для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 500 до 600 МПа;

4) Э-70, Э-85, Э-100, Э-125, Э-150 — для сварки легированных конструкционных сталей повышенной и высокой прочности с временным сопротивлением разрыву свыше 600 МПа;

5) Э-09М, Э-09МХ, Э-09Х1М, Э-05Х2М, Э-09Х2М1, Э-09Х1МФ, Э-10Х1М1НФБ, Э-10Х3М1БФ, Э-10Х5МФ — для сварки легированных теплоустойчивых сталей.

Химический состав металла, наплавленного электродами для сварки конструкционных сталей, должен соответствовать требованиям технических условий или паспортов на электроды конкретных марок.

535. Стальные электроды (ГОСТ 9466—75)

Диаметр стержня без покрытия, мм	Длина электрода со стержнем из проволоки, мм	
	углеродистой или легированной	высоколегированной
1,6	200, 250	150, 200 (250)
2	250 (300)	200, 250 (300)
2,5	250, 300 (350)	300, 350
3	300, 350 (450)	300, 350
4	350, 450	350 (450)
5, 6, 8, 10, 12	450	350 (450)

Диаметр электродов выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла, режима и способа сварки. Наиболее широко применяют электроды диаметром от 2 до 6 мм.

При автоматической сварке используют электродную проволоку диаметром от 1,2 до 6 мм, а при сварке полуавтоматами — проволоку диаметром 2 мм.

Для ручной электродуговой сварки трубопроводов применяют электроды по качеству не ниже электродов Э-42. Электроды, не удовлетворяющие этому требованию, применяют только для сварки временных трубопроводов.

Клеи (табл. 536—538). Приклеивание, взамен механического крепления монтажных деталей, применяют по новым строительным основаниям — керамической и стеклянной плитке, профильному стеклу, сверхпрочному железобетону и пр.

Наиболее распространены клеи БМК-5К (бутилметакрилатный) и № 88Н (наиритовый).

Клей БМ-5К используют для приклеивания деталей электропроводок, а также для склеивания деталей из металла, фарфора, пластмасс, бетона, дерева и т. п.

536. Клеи БМК-5К и № 88Н

	БМК-5К	*№88Н*
Прочность при отрыве, МПа	0,6—0,7	0,1—0,2
Время контактного схватывания, с	2—5	18—20
Эластичность (удлинение), %	20—30	200—300

537. Прочность приклеивания крепежных деталей клеем БМК-5К к бетонному основанию (наибольшее усилие отрыва, МПа)

Крепежные детали:	
винипластовые полоски	0,25
винипластовые пластины	0,45
фенопластовые пластины	0,5—0,7
металлические оцинкованные пластины	0,4

538. Состав эпоксидных клеев (г) на основе смолы ЭД-5

	Эпоксидно-полисульфатный	*Эпоксидно-полиамидный*
Смола ЭД-5	100	100
Жидкий тиокол	20	50
Кварцевый песок	50—100	50—100
Полиэтиленполиамин	10	—

Эпоксидный компаунд № 168 составляют на основе смолы ЭД-6 с полиэфиром МГФ-9. Перед склеиванием на 100 вес. ч. компаунда вводят 8 вес. ч. отвердителя — гексаметилендиамина. Этот клей применяют для склеивания фарфора, керамики, черных и цветных металлов, пластмасс, резины, дерева как между собой, так и с другими материалами. Склеиваемые поверхности зачищают, пропитывают бензином и наносят два слоя клея. Первый слой сушат 4—5 мин, второй 6—8 мин. Затем поверхности соединяют и оставляют под давлением 0,05—0,02 МПа на сутки. Максимальную прочность шва получают через 4—5 сут после склеивания. Отвержденные клеевые швы не дают усадки, устойчивы к влаге, щелочам, кислотам, растворителям, обладают хорошими диэлектрическими свойствами и допускают механическую обработку.

Карбинольный клей с наполнителем (фарфоровая мука, молотый кварц или окись цинка) применяют для ремонта пластмассовых баков аккумуляторных батарей. В качестве отвердителя используют перекись бензола (2% массы карбинола).

Клеи БФ-2 и БФ-4 используют для склеивания изоляторов, заделывания в них трещин, восстановления герметизации швов в баках, кожухах и т. п. После просушки пленка приобретает электроизоляционные свойства. Кроме того, клей БФ-2 применяют, если необходима термературо- и кислотостойкость шва. Клей БФ-4 дает более эластичный шов.

Перед склеиванием поверхности зачищают наждачной шкуркой, протирают спиртом или ацетоном. Клей наносят в два слоя. Каждый слой сушат при комнатной температуре 1 ч, а при 55—60° С — 15 мин.

После просушки слоев детали соединяют и сушат при температуре 150° С и давлении 0,5—0,15 МПа. Отвердение шва происходит за 0,5—1 ч.

Клеи ИКФ-130, ИКФ-141, ИКФ-174 применяют для защитного покрытия жил кабелей с резиновой изоляцией. Клеи представляют собой растворы наиритовых смесей № А/13 (ИКФ-130) А/14 (ИКФ-141 и ИКФ-147) в двух растворителях — бензине и ацетилацетоне в соотношении 1 : 1 по массе. Клей хранят в герметически закрытой посуде в помещении, специально предназначенном для огнеопасных материалов, при температуре от 0 до 25° С и влажности воздуха 50—85%.

Припои и флюсы (табл. 539—541).

539. Припои оловянно-свинцовые (ГОСТ 21930—76)

Марка	Состав*, %			Назначение
	олово	кадмий	медь	
ПОС-61	59—61	—	—	Лужение и пайка электро- и радиоаппаратуры, печатных схем и схем точных приборов
ПОС-40	39—41	—	—	Лужение и пайка электроаппаратуры
ПОС-10	9—10	—	—	Лужение и пайка контактных поверхностей электрических аппаратов, приборов, реле
ПОС-61М	59—61	—	1,5—2	Лужение и пайка медной проволоки в кабельной промышленности, электроприборостроении
ПОСК-50-18	49—51	17—19	—	Пайка деталей, чувствительных к перегреву

* Остальное — свинец.

540. Припои для пайки алюминия

Марка	Температура плавления, °С	Состав, %				
		цинк	олово	кадмий	алюминий	серебро
П-3000	300	60	—	40	—	—
АВИА-1	200	25	55	20	—	—
АВИА-2	250	25	40	20	15	—
Л170А	175	—	80	19	—	1

Примечание. Припой Л170А используют для пайки алюминия с медью.

541. Флюсы для мягких припоев

Марка	Состав, %	Назначение
—	Канифоль — светлая	При пайке меди, латуни и бронзы
КЭ	Канифоль—25, спирт этиловый — остальное	То же. Флюс более удобен для пользования
ВТС	Вазелин—63, триэтаноламин—6,5, кислота салициловая — 6,3, спирт этиловый — остальное	Пайка меди, латуни, бронзы, константа, серебра и платины. Обеспечивается высокая чистота спая
ФА	Анилин солянокислый — 1,8, глицерин—1,5, канифоль — остальное, водный раствор хлористого цинка 30%-ной концентрации	То же, но требуется промывка спая в воде. При пайке меди, латуни и бронзы. Обеспечивается высокая чистота спая
АФ-44	Калий хлористый—50, натрий хлористый—28, литий хлористый—14, магний хлористый—8, натрий фтористый—остальное	При пользовании припоями «Авиа-1» и «Авиа-2»
ФТКА	Фтороборат кадмия—10, фторборат аммония—8, триэтаноламин—остальное	При пайке алюминия с медью

542. Лаки, эмали, краски

Наименование, ГОСТ	Расход, г/м²	Растворитель, разбавитель	Характеристика и применение
Лаки, эмали и краски общего назначения (табл. 542).			
ПФ-60 синяя ПФ-62 желтая	80 170	Сольвент каменноугольный (ГОСТ 1928—67)	Для высококачественной окраски металлоконструкций, щин наружной и внутренней установки. Краски водо- и теплостойкие, механически прочные.
ПФ-63 светло-зеленая	80	Уайт-спирит	
ПФ-64 серая	110	»	Пленка глянцевая, эластичная.
ПФ-67 красная	120	»	Продолжительность высыхания при 20° С — не более 48 ч. Краски наносят кистью или краскораспылителем двумя слоями
ПФ-68 черная	120	»	
Эмали кислотостойкие и маслостойкие			
Эмаль светло-серая масляная кислотостойкая № 1	45	Скипидар	Для окраски проходных досок, стеллажей, конструкций в помещениях аккумуляторных батарей. Продолжительность сушки при 20° С составляет 10 ч
Нитроэмаль НЦ-5123 маслостойкая, серая	200	Растворитель 646 (ГОСТ 18188—72)	Для окраски внутренних необработанных поверхностей литых деталей, соприкасающихся с маслом
Эмаль ПФ-133: Темно-зеленая синяя серая черная красно-коричневая	 50 40 40 20 40	Сольвент каменноугольный (ГОСТ 1928—79), ксилол или смесь уайт-спирита с каждым из указанных выше растворителей	Для окраски предварительно загрунтованных металлических и деревянных поверхностей
Лаки защитно-покровные общего назначения			
Масляно-битумный покровный кислотоупорный лак воздушной сушки БТ-783 (ГОСТ 1347—77)	45	Скипидар, уайт-спирит и сольвент	Для окраски поверхностей, стеллажей в помещениях аккумуляторных батарей. Пленка блестящая, влаго-, кислотостойкая. Высыхание при 20° С — 48 ч

Продолжение табл. 542

Наименование	Расход, г/м²	Растворитель, разбавитель	Характеристика и применение
Битумный покровный лак воздушной сушки БТ-577 (ГОСТ 5631—70)	—	Уайт-спирит, скипидар, сольвент	Для окраски стальных труб, брони кабелей и неответственных конструкций. При добавлении 15—20% алюминиевой пудры получаем алюминиевую краску БТ-177. Высыхание при 20° С — 24 ч. Пленка гладкая, блестящая, тонкая
Каменноугольный покровный лак воздушной сушки — кузбасслак А	35	Сольвент, уайт-спирит, бензин	Для окраски металлических поверхностей, работающих в воде и земле; лучший лак для окраски брони кабелей, пригоден для получения алюминиевой краски путем добавления алюминиевой пудры. Применяют также для антисептирования древесины по способу суперобмазки. Сушка при 20° С не более 6 ч, полное высыхание за 24 ч

Материалы для ремонта электродвигателей (табл. 543).

543. Нормы расхода основных материалов на ремонт асинхронных двигателей напряжением до 660 В

Материалы и запасные части	Мощность электродвигателей, кВт				
	до 1,5	1,6—5	5,1—10	10,1—20	20—30
Литье чугунное, кг	0,15	0,25	0,3	0,4	0,5
Сталь конструкционная, кг	0,3	0,6	0,72	0,84	1
» листовая, кг	0,07	0,15	0,18	0,21	0,25
Проволока сварочная, кг	0,23	0,05	0,06	0,07	0,08
» бандажная, кг	0,01	0,02	0,024	0,028	0,033
Жесть белая, кг	0,0037	0,01	0,015	0,022	0,028

Продолжение табл. 543

Материалы и запасные части	Мощность электродвигателей, кВт				
	до 1,5	1,6—5	5,1—10	10,1—20	20—30
Бронза, кг	0,06	0,12	0,14	0,22	0,27
Припой ПОС-30, ПОС-40, кг	0,004	0,02	0,023	0,037	0,037
Электроды угольные, кг	0,004	0,012	0,018	0,026	0,033
Гетинакс, кг	0,045	0,1	0,12	0,14	0,165
Линоксиновые трубки, м	0,69	3	3,35	5,5	6,8
Лакоткань хлопчатобумажная, м	0,15	0,55	0,65	1,45	1,55
Бумага кабельная, кг	0,03	0,11	0,126	0,2	0,25
Электрокартон, кг	0,2	0,3	0,5	0,8	1
Шпагат ⌀ 2 мм, кг	0,015	0,025	0,03	0,045	0,05
Лента киперная, м	6	12	16	22	30
» тафтяная, м	4	8	11	15	20
Обтирочный материал, кг	0,15	0,3	0,30	0,45	0,5
Провод обмоточный, кг	3,1	8,2	12,5	18,5	23,5
» изолированный ПРГ, м	1,3	2,8	3,2	3,8	4,5
Лак пропиточный, кг	0,45	1	1,15	1,5	1,85
» покровный, кг	0,11	0,5	0,57	0,92	1,15
Эмаль, кг	0,1	0,2	0,27	0,35	0,4
Керосин, кг	0,1	0,2	0,27	0,35	0,4
Скипидар, кг	0,15	0,3	0,36	0,45	0,5
Бензин, кг	0,022	0,045	0,065	0,075	0,085
Уайт-спирит, кг	0,7	0,14	0,19	0,24	0,27
Масло смазочное, кг	0,05	0,1	0,135	0,17	0,195
Смазка консистентная, кг	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
Солидол, кг	0,025	0,05	0,06	0,07	0,08
Парафин, кг	0,007	0,015	0,018	0,21	0,025
Шарико- и роликоподшипники, шт.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Подъемные кольца (рымы), шт.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Наконечники кабельные, шт.	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Клинья деревянные (буковые), м	2,3	3,6	4,3	5	6

19. РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

19.1. Общие положения системы планово-предупредительного ремонта (ППР). Система ППР предусматривает выполнение организационно-технических мероприятий по планированию, подготовке, организации проведения, контроля и учета работ по техническому уходу и ремонту энергетического оборудования и сетей, проводимых по заранее составленному плану на основе типового объема ремонтных работ, обеспечивающих безотказную, безопасную и экономичную работу энергетических устройств строительных организаций при минимальных ремонтных и эксплуатационных затратах.

Каждый *плановый ремонт* выполняют в объеме, восполняющем потери в состоянии оборудования и энергетических сетей, которые явились результатом их эксплуатации, а также обеспечивающем безотказную работу до следующего очередного ремонта, срок которого заранее запланирован в соответствии со сроком послеремонтной гарантии.

Техническое обслуживание, осмотры, проверки и испытания, наладка увеличивают срок работы оборудования и сетей до очередного текущего ремонта. Производство текущего ремонта предотвращает необходимость более частых капитальных ремонтов.

При оптимальной периодичности и последовательности ремонтов и профилактических операций по техническому обслуживанию объем работ для каждого вида ремонта остается постоянным и называется *типовым объемом ремонтных работ.*

В типовой объем каждого вида работ входит полностью объем работ предыдущего, более легкого ремонта. Так, типовой объем текущего ремонта включает полностью объем осмотра технического обслуживания. Соответственно типовой объем капитального ремонта полностью включает в себя объем текущего ремонта.

Нормативы системы ППР устанавливают структуру и продолжительность ремонтных циклов, типовые объемы работ по видам ремонта и техническому обслуживанию, трудовые и материальные затраты, нормы простоя из-за ремонта, а также нормы складского резерва оборудования, запасных деталей, покупаемых комплектующих изделий и материалов. Нормативы разрабатывают для каждого вида ремонта и для технического обслуживания.

Ремонтный цикл — наработка энергетического оборудования и сетей, выраженная в годах календарного времени между двумя плановыми капитальными ремонтами, а для вновь вводимого энергетического оборудования и сетей — наработка от ввода в эксплуатацию до первого планового капитального ремонта.

Структура ремонтного цикла определяет последовательность выполнения ремонтов различных видов и работ по техническому обслуживанию в пределах одного ремонтного цикла.

Межремонтный период — наработка энергетического оборудования и сетей, выраженная в месяцах календарного времени между двумя плановыми ремонтами, а для вновь вводимого энергетического оборудования или сетей — наработка от ввода в эксплуатацию до первого планового ремонта.

Межосмотровый период — наработка энергетического оборудования и сетей в месяцах календарного времени между двумя плановыми осмотрами (профилактическими испытаниями и проверками), предусмотренными соответствующими ПТЭ и ПТБ и планируемыми как самостоятельные операции в структуре ремонтного цикла.

Техническое обслуживание — предусматривает уход за оборудованием и сетями, проведение осмотров, контроль режимов работы, соблюдение правил эксплуатации, инструкций заводов-изготовителей и местных эксплуатационных инструкций, устранение мелких неисправностей, не требующее отключения оборудования и сетей, регулировку, чистку продувку и смазку. В задачу технического обслуживания входит также быстрое, не требующее текущего ремонта, восстановление работоспособности отключившегося оборудования или участка сети. Техническое обслуживание проводят в процессе работы оборудования и сетей с использованием перерывов, нерабочих дней и смен.

Допускается кратковременная остановка оборудования и отключение сетей в соответствии с местными инструкциями, ПТЭ и ПТБ для предотвращения аварийных ситуаций.

Техническое обслуживание выполняют силами эксплуатационного персонала, если это не связано с нарушением требований ПТБ и с отвлечением оперативного персонала от выполнения им своих прямых обязанностей по производству технологических операций и контролю за технологическими режимами.

Осмотры планируют как самостоятельные операции лишь для некоторых видов энергетического оборудования и сетей с относительно большой трудоемкостью ремонта. Во время осмотра проверяют состояние оборудования, проводят чистку, промывку, продувку, добавку или смену изоляционных, смазочных масел, выявляют дефекты эксплуатации и нарушения правил техники безопасности, уточняют состав и объем работ, подлежащих выполнению при очередном капитальном ремонте.

Проверки (испытания) как самостоятельные операции планируют лишь для особо ответственного энергетического оборудования. Они преследуют цель контроля за эксплуатационной надежностью и безопасностью обслуживания оборудования и сетей в период между двумя очередными плановыми ремонтами, своевременно обнаружить и предупредить возникновение аварийного состояния. Сюда относятся, например, испытания электрической прочности и измерения сопротивления электрической изоляции.

Текущий ремонт энергетического оборудования и сетей, при котором путем чистки, проверки, замены быстроизнашивающихся частей, а в необходимых случаях и путем наладки обеспечивается поддержание оборудования или сетей в работоспособном состоянии до следующего очередного планового ремонта. Для проведения текущего ремонта необходимы остановка оборудования и отключение сетей. При текущем ремонте большей части оборудования не требуется полной разборки основных узлов и вскрытия подземных и скрытых сетей. Выполняют его, как правило, в нерабочие дни и смены. В объем текущего ремонта полностью включают все операции, предусмотренные типовым объемом осмотров и проверок, если они входят как самостоятельные операции в структуру ремонтного цикла оборудования или сетей данного вида.

Капитальный ремонт — предусматривает полную разборку оборудования или вскрытие сети, восстановление или замену изношенных деталей, ремонт базовых деталей, обмоток, коммуникационных устройств — траншей, каналов, опор и т. п. Регулирование, наладку и полную программу испытаний проводят согласно ПТЭ и ПТБ или эксплуатационным инструкциям, с доведением всех характеристик и параметров оборудования (сетей) до номинальных паспортных

данных с обеспечением работоспособности до очередного капитального ремонта. Капитальный ремонт требует остановки оборудования и отключения сетей. Он включает в себя производство всех работ текущего ремонта, а также дополнительных работ, составляющих в сумме типовой объем капитального ремонта для каждого вида энергетического оборудования (сетей).

19.2. Ремонт электрических машин.

Типовые объемы работ при техническом обслуживании, текущем и капитальном ремонтах. Техническое обслуживание электрических машин постоянного тока (электродвигателей, генераторов, преобразователей) включает в себя операции:

мелкий ремонт, осуществляемый во время перерывов в работе технологических установок с целью устранить незначительные неполадки машин, подтянуть контакты и крепления, сменить щетки, отрегулировать траверсы и защиту, очистить доступные части машины — наружные поверхности, кольца, коллекторы и т. п.;

повседневный надзор за выполнением правил технической эксплуатации, за нагрузкой, за температурой подшипников, обмоток и корпуса; контроль за наличием смазки, проверку отсутствия ненормальных шумов, искрения на коллекторе и кольцах;

контроль за соблюдением правил техники безопасности персоналом, работающим на оборудовании;

повседневный контроль за исправностью заземления;

отключение машин в аварийных случаях, предусмотренных правилами технической эксплуатации и техники безопасности, а также местными инструкциями;

участие в приемо-сдаточных испытаниях после монтажа, ремонта и наладки машин.

Типовой объем текущего ремонта включает в себя:

производство операций технического обслуживания;

очистку наружных поверхностей от грязи и масел;

разборку машины в нужном для производства ремонта объеме;

проверку состояния, промывку или замену подшипников качения при превышении максимально допустимых радиальных зазоров;

проверку работы смазочных колец для электромашин с подшипниками скольжения;

проверку и ремонт системы принудительной смазки, замену смазки;

осмотр и очистку вентиляционных устройств, проверку и ремонт крепления вентилятора;

осмотр, очистку и продувку сжатым воздухом статорных и роторных (якорных) обмоток, коллекторов и вентиляционных каналов;

устранение местных повреждений изоляции обмоток статора и ротора (якоря);

сушку обмоток и покрытие лобовых частей обмоток покровным лаком (при необходимости);

проверку и подтяжку крепежных соединений (крепление к фундаменту, к салазкам, крепление шкивов, муфт, конструктивных креплений узлов самой машины) и контактов, при необходимости замену крепежных деталей;

зачистку и шлифовку колец и коллекторов, продороживание коллектора (при необходимости);

проверку и регулировку щеткодержателей, траверс, щеткоподъемных и закорачивающих механизмов;

проверку состояния и обозначений (маркировка) выводных концов обмоток, клеммных щитков с производством необходимого ремонта;

замену фланцевых прокладок и уплотнений;

проверку и восстановление герметичности взрывозащищенных машин;

сборку машины;

проверку защитного заземления, подсоединение к электросети;

проверку работы на холостом ходу и под нагрузкой;

устранение повреждений окраски; проведение приемо-сдаточных испытаний и оформление сдачи машины после ремонта.

Типовой объем капитального ремонта включает в себя:

производство операций текущего ремонта;

внешний осмотр машин;

проверку целостности обмоток;

замену подшипников качения независимо от их состояния;

проверку и регулировку воздушных зазоров между сталью ротора (якоря) и статора (сталью полюсов), если конструкция машины позволяет выполнить эти операции;

полную разборку машины, чистку и промывку всех механических узлов и деталей;

очистку, продувку неповрежденных обмоток, изоляционных деталей, коллекторов, колец, щеточных механизмов, дефектовку узлов и деталей;

ремонт корпуса и магнитопровода — заварку трещин, приварку лап, перенарезку изношенных и забитых резьбовых отверстий, установку рым-болтов, зачистку заточек корпуса под подшипниковые щиты;

ремонт активной стали статора и ротора — вырубку или фрезерование выгоревших и оплавленных мест, удаление замыканий (мостиков) между отдельными листами, устранение распушения зубцов пакета, замену и установку новых прокладок под полюсные башмаки;

ремонт подшипниковых щитов и крышек — заварку мелких трещин, восстановление размеров посадочных мест;

ремонт вала — торцовку, исправление центровых отверстий, устранение прогиба, восстановление диаметра шеек вала и посадочных мест под шкивы, муфты, вентилятор, зачистку забоин, заусенцев, восстановление шпоночных канавок;

ремонт или замену вентилятора;

ремонт коллектора — перепайку соединений обмотки с петушками коллектора, проточку коллектора, продораживание межламельной изоляции, шлифовку коллектора, при необходимости замену коллектора с перепайкой обмоток;

ремонт ротора (якоря) — перезаливку или замену стержней и замыкающих колец короткозамкнутой обмотки, ремонт и припайку старых и установку новых бандажей, балансировку;

проверку и при необходимости замену неисправных пазовых клиньев, изоляционных втулок, проводов внутренних соединений статорной и роторной обмоток, обмоток возбуждения и выводных концов, маркировку выводных концов, напайку кабельных наконечников;

замену обмоток (в случае необходимости); укладку обмоток, соединение схемы, сушку, пропитку, покрытие лобовых частей обмоток и внешних поверхностей полюсных катушек покровным лаком или эмалью;

профилактическую сушку обмоток при значительном снижении сопротивления изоляции;

сборку и окраску машины; проведение приемо-сдаточных испытаний и оформление сдачи ее в эксплуатацию.

В состав работ капитального ремонта машин не включены работы по восстановлению обмоточного провода, так как восстановление старого обмоточного провода в условиях электроремонтных цехов технически и экономически не оправдано. Исключение может быть сделано только для стержневой обмотки из неповрежденных секций, использовать которые при перемотке целесообразно.

Частичную перемотку применяют при повреждении нескольких катушек стержневой и однослойной обмоток статора асинхронных двигателей и синхронных машин, а также полюсных катушек машин постоянного тока и синхронных машин, когда есть уверенность, что остальные катушки обмотки имеют прочную и эластичную изоляцию. Частичная замена двухслойных обмоток не целесообразна ввиду необходимости вынимать из пазов помимо поврежденных также и исправные катушки, изоляция которых при последующей укладке, как правило, повреждается.

Текущий и капитальный ремонты взрывозащищенных электрических машин организуют в соответствии с «Инструкцией по ремонту взрывозащищенного электрооборудования».

Составление ведомости дефектов и разборка машин. Перед началом ремонта составляют ведомость дефектов. В дефектацию электрической машины входят:

наружный осмотр (проверка состояния корпуса, наличия и состояния крепежных деталей, фланцев, состояния выводных концов, отсутствия трещин в подшипниковых щитах);

проверка состояния обмоток (сопротивление изоляции обмоток относительно корпуса и между фазами, отсутствие обрывов в обмотке или на выводах и витковых замыканий внутри обмотки, общее состояние пазовой и витковой изоляции);

запись обмоточных данных статора и ротора (паспортные данные, типы обмотки, число проводов в пазу, диаметр или площадь сечения проводов, род витковой изоляции, шаг обмотки по пазам, схема соединений, вылет лобовых частей, размеры пазов и их число);

замер зазора (если зазор увеличен по сравнению с нормальным зазором заводского исполнения более чем на 15%, машина является неполноценной и ремонтировать ее нецелесообразно);

проверка состояния подшипников (качения или скольжения), посадочных мест и шеек валов;

проверка состояния активной стали и ее запрессовка (относительно небольшое смещение пакетов активной стали может вызвать значительное увеличение тока холостого хода);

проверка состояния коллектора (контактных колец).

Все данные о пригодности узлов и деталей для дальнейшей работы заносят в ведомость дефектов.

При разборке электрических машин обращают внимание на демонтаж шкивов и шарикоподшипников, так как возможны повреждения посадочных мест и изгиб вала из-за неравномерности распре-

деления усилий по окружности шкива или подшипника. Направление усилия должно строго совпадать с осью вала, лапки стяжек следует закладывать за внутреннее кольцо шарикоподшипника.

При разборке узлы и детали машин промывают горячей водой с примесью щелочи; для ускорения смыва грязи через воду пропускают пар или сжатый воздух.

После промывки и сушки детали, требующие ремонта, ремонтируют, а детали, не требующие ремонта, направляют в комплектовочное отделение цеха. Детали каждой машины хранят отдельно на специальных стеллажах в ящиках — кассетах.

Схема основных этапов технологического процесса ремонта электрических машин показана на рис. 110.

Технология изготовления и ремонта обмоток электрических машин переменного тока.

Классификация обмоток. Обмотки машин переменного тока могут быть однофазные или многофазные, однослойные или двухслойные, в полузакрытых или открытых пазах, концентрические или распределенные, из круглых или прямоугольных проводников, петлевые или волновые, с сопряжением фаз «в звезду» или «треугольник»; с полным или начальным шагом; с целым или дробным числом пазов на полюс и фазу.

По способу изготовления обмотки подразделяют на ручные, шаблонные и мотковые; из овальных катушек, формованных плоских катушек (такие катушки называют «мягкими» секциями) или формованных катушек с гнутыми головками (такие катушки называют «жесткими» секциями).

Изоляция обмоток. Изоляция электрических машин должна иметь высокую электрическую прочность, обладать нагревостойкостью, влагостойкостью, химической стойкостью, маслостойкостью.

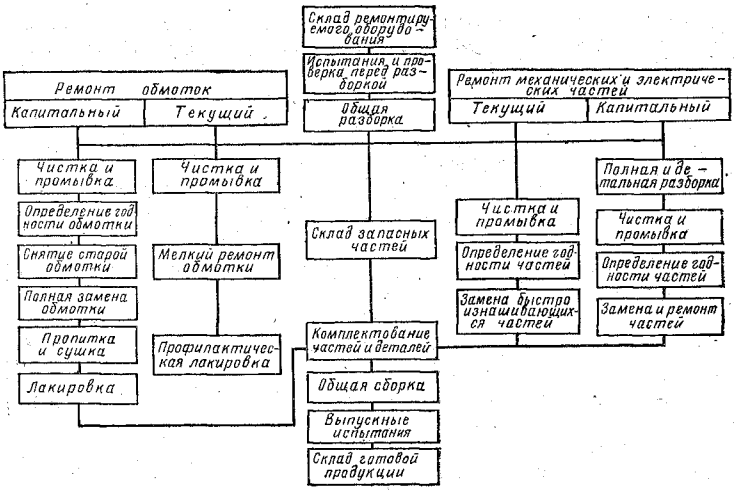


Рис. 110. Схема основных этапов технологического процесса ремонта электрических машин

Среди существующих типов изоляции, применяемых для ремонта электрических машин, наиболее совершенной является тепло- и влагостойкая на кремнийорганических лаках, а также пленочная изоляция. Применяя изоляцию этих типов, можно значительно повысить рабочую температуру обмоток, а следовательно, и мощность электрических машин без изменения заполнения паза, поэтому при ремонтах льняные и хлопчатобумажные ткани рекомендуется заменять стекловолокном, синтетическими пленками и другими теплостойкими материалами.

Статоры асинхронных электродвигателей и синхронных генераторов мощностью до 100 кВт, как правило, имеют всыпную обмотку. Для всыпных обмоток электрических машин применяют круглые провода (табл. 544).

544. Рекомендуемые марки проводов по классам нагревостойкости для всыпных обмоток статоров электродвигателей мощностью до 100 кВт (исполнение нормальное)

Класс нагревостойкости:	
А	ПБД, ПЭЛШКО, ПЭЛБО, ПЭЛШО, ПЭЛР-2, ПЭВ-2, ПЭВПИ-2, ПСД, ПСДТ
Е	ПЭТВ, ПСД, ПСТД, ПЭТВ, ПСТД
В	ПЭТВ, ПСДП, ПСД, ПЭТВ, ПСТД
Г	ПСД, ПСДТ
Н	ПСДК, ПСДКТ, ПСДКТ

Обмотки роторов выполняют из прямоугольных проводов марки ПБД, ПСД или ПСДК. Для обмоток роторов электродвигателей мощностью свыше 100 кВт используют стержни из голой меди с твердой гильзовой изоляцией.

Обмотку фазных роторов и обмотку статоров выполняют из изолированного провода, закладываемого в пазы.

У машин переменного тока мощностью до 100 кВт статорные обмотки бывают трех типов: однослойная катушечная, однослойная цепная, двухслойная. Шаблонные однослойные трехфазные обмотки изготовляют секциями на шаблонах.

Цепные обмотки могут быть выполнены с диаметральным или укороченным шагом.

Число пазов на полюс и фазу для однослойных обмоток приведено в табл. 545. Двухслойные трехфазные петлевые обмотки изготовляют в виде отдельных секций.

Основные сведения об обмотках и пазах приведены в табл. 546—549.

Ремонт обмоток статора подразделяют на частичную и полную перемотку (замену) обмотки.

Частичная перемотка статора. При витковых замыканиях и пробоях в пазу статора концентрические катушечные обмотки извлекают из пазов поочередно до поврежденной катушки. Пазы очищают от старой изоляции, оставшиеся обмотки и свободные пазы продувают сжатым воздухом. Неповрежденные обмотки испытывают на стенде. После испытания изготовляют изоляцию для пазов и подготовляют провод для намотки. При частичной перемотке обмоток статора изоляцию вставляют в пазы, наматывают секции и вставляют катушки через верх паза или в протяжку. Новые катушки подвергают испытанию на стенде.

545. Число пазов на полюс и фазу для однослойных обмоток

Число пазов	Число проводников при числе полюсов						Число пазов	Число проводников при числе полюсов				
	2	4	6	8	10	12		4	6	8	10	12
12	2	1	—	—	—	—	72*	6	4	3	$2^2/_5$	2
18	3	$1^1/_2$	1	—	—	—	78	—	—	$3^1/_4$	$2^3/_5$	—
24*	4	2	—	1	—	—	84	—	—	$3^1/_2$	$2^4/_5$	—
30	5	$2^1/_2$	—	$1^1/_4$	1	—	90*	—	5	$3^3/4$	3	$2^1/_2$
36*	6	3	2	$1^1/_2$	$1^1/_5$	1	96*	—	—	4	$3^1/_5$	—
42	7	$3^1/_2$	—	$1^3/_4$	$1^2/_5$	—	102	—	—	$4^1/_4$	$3^2/_5$	—
48*	8	4	—	2	$1^3/_5$	—	105*	—	6	$4^1/_2$	$3^3/_5$	3
54*	9	$4^1/_2$	3	$2^1/_4$	$1^4/_5$	$1^1/_2$	114	—	—	—	$3^4/_5$	—
60*	10	5	—	$2^1/_2$	2	—	120*	—	—	—	4	—
66	—	$5^1/_2$	—	$2^3/_4$	$2^1/_5$	—						

* Наиболее употребительные числа пазов.

546. Обмоточные данные статоров электродвигателей напряжения 220/380 В серий АО и АК (3—7 габаритов с обмоткой из медного провода)

Тип электродвигателя	Номинальная мощность (на валу), кВт	Число пазов на полюс и фазу	Число проводников в пазу	Диаметр провода в пазу, мм	Шаг обмотки по пазам	Число параллельных ветвей	Средняя длина, мм	Сопротивление фазы обмотки, Ом	Масса обмотки провода с изоляцией, кг
АО-31-2	1	4	74	0,67	1—12	—	0,48	7,05	1,43
АО-31-2	0,6	4	92	0,59	1—12; 2—11	—	0,49	11,8	1,36
АО-32-2	1,7	4	51	0,83	1—12; 2—11	—	0,55	3,67	1,73
АО-32-2	1	4	62	0,74	1—12	—	0,55	5,6	1,67
АО-31-4	0,6	2	118	0,57	1—8; 2—7	—	0,36	11,7	1,25
АО-32-4	1	2	80	0,72	1—8; 2—7	—	0,43	5,93	1,6
АО-31-6	0,4	2	125	0,53	1—8; 2—7	—	0,33	18,6	1,56
АО-32-6	0,6	2	81	0,69	1—8; 2—7	—	0,4	9,11	2,06
АО-41-2	1,7	4	53	1,04	1—12	—	0,58	2,58	2,95
АО-42-2	2,8	4	39	1,16	1—12; 2—11	—	0,66	1,7	3,05
АО-41-4	1,7	3	53	0,96	1—12; 2—11; 3—10	—	0,46	3,58	2,98
АО-42-4	2,8	3	36	1,2	1—12; 2—11; 3—10	—	0,54	1,81	3,7
АО-41-6	1	2	76	0,77	1—8; 2—7	—	0,39	6,82	6,36
АО-42-6	1,7	2	50	1	1—8; 2—7	—	0,47	3,2	2,86
АО-51-2	4,5	4	(19+19) 2	1,16	1—10	—	0,68	0,855	6,15
АО-52-2	7	4	(13+13) 3	1,16	1—10	—	0,78	0,447	7,22
АО-51-4	4,5	3	32×2	1,12	1—12; 2—11; 3—10	—	0,59	0,97	6,26
АК-51-4	2,8	3	39×2	1	1—12; 2—11; 3—10	—	0,59	1,54	6,14
АО-52-4	7	3	22×2	1,4	1—12; 2—11; 3—10	—	0,69	0,62	7,82
АК-52-4	4,5	3	26×2	1,3	1—12; 2—11; 3—10	—	0,69	0,71	8
АО-51-6	2,8	2	47	1,35	1—8	—	0,48	1,66	5,42
АК-51-6	1,7	2	56	1,2	1—8; 2—7	—	0,48	2,5	5,11
АО-52-6	4,5	2	31×2	1,16	1—8; 2—7	—	0,58	0,894	6,4
АК-52-6	2,8	2	36×2	1,04	1—8; 2—7	—	0,58	1,29	6
АО-62-2	10	6	(18+18) 2	1,3	1—13	2	0,87	0,309	14,4
АО-63-2	14	6	(14+14) 2	1,45	1—13	2	0,94	0,21	14,9
АК-60-4	7	8	(16+16) 2	1,35	1—9	—	0,6	0,708	9,16
АК-61-4	10	3	(12+12) 2	1,5	1—9	—	0,64	0,454	9
АК-62-4	14	3	(20+20) 2	1,25	1—9	2	0,69	0,295	11,35
АО-62-4	10	3	(11+11) 2	1,56	1—8	—	0,62	0,375	8,9
АО-63-4	14	3	(16+16) 2	1,3	1—8	2	0,69	0,218	10,15
АК-60-6	4,5	3	(17+17) 2	1,16	1—9	—	0,56	1,42	10,1

Продолжение табл. 546

Тип электродвигателя	Номинальная мощность (на валу), кВт	Число пазов на полюс и фазу	Число проводников в пазу	Диаметр провода в пазу, мм	Шаг обмотки по пазам	Число параллельных ветвей	Средняя длина, мм	Сопротивление фазы обмотки, Ом	Масса обмотки провода с изоляцией, кг
АК-61-6	7	3	23+23	1,45	1—9	2	0,61	0,676	11,58
АК-62-6	10	3	(9+9) 2	1,62	1—9	2	0,68	0,468	12,54
АО-62-6	7	2	(14+14) 2	1,35	1—6	2	0,55	0,566	7,8
АО-63-6	10	2	21+21	1,62	1—6	2	0,62	0,333	9,14
АК-61-8	4,5	2	(18+18) 2	1,2	1—6	2	0,49	1,1	8,94
АК-62-8	7	2	26+26	1,5	1—6	2	0,54	0,552	10,98
АО-62-8	4,5	2¼	(14+14) 2	1,16	1—7	2	0,53	1,09	8,6
АО-63-8	7	2¼	(10+10) 2	1,45	1—7	2	0,6	0,57	10,2
АО-72-2	20	6	(11+11) 3	1,5	1—13	2	1	0,108	20,2
АО-73-2	28	6	(9+9) 4	1,5	1—13	2	1,1	0,073	24,3
АК-71-4	20	3	(17+17) 2	1,56	1—9	2	0,77	0,18	16,8
АК-72-4	28	3	(12+12) 3	1,5	1—9	2	0,84	0,0995	18,1
АО-72-4	20	3	(14+14) 2	1,56	1—8	2	0,79	0,152	14,8
АО-73-4	28	3	(10+10) 3	1,56	1—8	2	0,89	0,0818	17,9
АК-71-6	14	3	23+23	1,68	1—9	3	0,7	0,255	18
АК-72-6	20	3	(17+17) 2	1,35	1—9	3	0,77	0,16	19,1
АО-72-6	14	3	20+20	1,56	1—8	3	0,69	0,254	13,7
АО-73-6	20	3	(10+10) 2	1,62	1—8	2	0,79	0,151	17,1
АК 71-8	10	2	(11+12) 3	1,45	1—6	1	0,56	0,365	14,9
АК-72-8	14	2	(9+9) 3	1,56	1—6	1	0,63	0,278	15,4
АО-72-8	10	2¼	(16+16) 2	1,12	1—7	2	0,64	0,402	10,9
АО-73-8	14	2¼	(12+12) 2	1,35	1—7	2	0,74	0,24	13,56
А2-61-2	17	6	60	1,48	1—12	2	0,729	1,186	11,1
А2-62-2	22	6	52	1,58	1—12	2	0,779	0,151	11,75
А2-61-4	13	3	80	1,33	1—8	2	0,619	0,264	10,15
А2-62-4	17	3	64	1,48	1—8	2	0,679	0,185	11,1
А2-61-6	10	3	38	1,58	1—8	2	0,538	0,455	8,87
А2-61-8	7,5	2¼	44	1,48	1—7	2	0,515	0,58	8,71
А2-62-8	10	2¼	64	1,28	1—7	2	0,605	0,338	11,12
А2-71-2	30	6	72	1,48	1—12	2	0,905	0,123	16,2
А2-72-2	40	6	54	1,7	1—12	2	0,975	0,074	17,7
А2-72-4	30	3	66	1,58	1—8	2	0,815	0,088	15,7
А2-71-6	17	3	56	1,43	1—8	2	0,645	0,248	12,6
А2-81,2	55	6	85	1,58	1—12	2	1,044	0,053	25,1
А1-81-4	40	4	68	1,64	1—11	4	0,89	0,069	24,7
А2-91-4	75	5	80	1,58	1—13	4	1,03	0,032	39
А2-91-6	55	4	68	1,48	1—11	6	0,88	0,0548	29,5

Примечания: 1. Обмотка электродвигателей АО 6-го и 7-го габаритов выполнена проводом ПСД, остальных электродвигателей — проводом ПЭЛБО.

2. Сопротивление фазы обмотки дано при 15° С.

3. Для электродвигателей АО-31-2, АО-31-4 приведены данные при длине пакета статора 64 мм, для электродвигателей АО-32-2, ПО-32-4 — при длине пакета 100 мм.

После испытаний на стенде катушки соединяют по требуемой схеме, изолируют соединения и снова испытывают на стенде всю обмотку.

Затем сушат в сушильной камере, пропитывают, сушат после пропитки и поверхность лакируют.

Двухслойные обмотки подвергают частичному ремонту в том случае, если витковое замыкание и пробой на корпус произошел в секциях, лежащих в зоне замка или вблизи него.

547. Обмоточные данные статоров электродвигателей напряжения 220/380 В серии 4А с обмоткой из алюминиевого провода

Тип электродвигателя	Номинальная мощность (на валу), кВт	Число пазов на полюс и фазу	Число проводников в пазу	Диаметр провода без изоляции, мм	Шаг обмотки по пазам	Число параллельных ветвей	Средняя длина, мм	Сопротивление фазы обмотки, Ом	Масса обмоточного провода с изоляцией, кг
4А-160-S2	15	6	64	1,2	1—13	2	0;76	0,299	8,8
4А-160-М2	18,5	6	56	1,3	1—13	2	0,8	0,226	3,6
4А-160-S4	15	4	54	1,25	1—12; 2—11	2	0,69	0,26	4
4А-160-М4	18,5	4	44	1,40	1—12; 8—11	2	0,77	0,19	4,8
4А-160-S6	11	3	46	1,16	1—12; 2—11; 3—10	3	0,57	0,51	4,2
4А-160-М6	15	3	34	1,35	1—12; 2—11; 3—10	3	0,78	0,322	5,3
4А-160-S8	7,5	2	40	1,35	1—8; 2—7	2	0,595	0,6	4,2
4А-160-М8	11	2	29	1,62	1—8; 2—7	2	0,705	0,36	5,3
4А-180-S2	22	6	84	1,25	1—12	2	0,738	0,15	4
4А-180-М2	30	6	66	1,4	1—12	2	0,808	0,10	4,6
4А-180-S4	22	4	46	1,5	1—11	2	0,762	0,18	5,8
4А-180-М4	30	4	54	1,4	1—11	2	0,842	0,117	6,8
4А-180-М6	18,5	4	40	1,35	1—11	2	0,65	0,24	5,7
4А-180-М8	15	3	46	1,25	1—8	4	0,634	0,32	6,4
4А-200-М2	37	6	80	1,54	1—12	2	0,86	0,067	4,7
4А-200-α2	45	6	85	1,45	1—12	2	0,92	0,051	5,2
4А-200-М4	37	4	68	1,35	1—11	2	0,85	0,09	8,2
3АI200-α4	45	4	70	1,35	1—11	2	0,94	0,065	9,5
4А-200-М6	22	4	56	1,25	1—11	2	0,71	0,193	7,6
4А-200-α6	30	4	44	1,4	1—11	3	0,76	0,129	8,4
4А-200-М8	18,5	3	44	1,4	1—8	3	0,625	0,234	7,6
4А-200-α8	22	3	40	1,45	1—8	2	0,675	0,21	8,4
4А-225-М2	55	6	90	1,45	1—12	2	1,02	0,042	6,1
4А-225-М4	55	4	78	1,4	1—11	2	0,97	0,05	11,3
4А-225-М6	37	4	60	1,3	1—11	2	0,815	0,098	9,8
4А-225-М8	30	3	48	1,	1—8	3	0,715	0,112	9,8
4А-250-S2	75	8	72	1,56	1—15	2	1,09	0,023	8,1
4А-250-М2	90	8	72	1,56	1—15	2	1,15	0,019	8,7
4А-250-S4	75	5	72	1,56	1—13	2	1,06	0,028	14,9
4А-250-М4	90	5	80	1,5	1—13	4	1,14	0,0236	16,5
4А-250-S6	45	4	72	1,30	1—11	4	0,855	0,069	13,5
4А-250-М6	55	4	54	1,35	1—11	3	0,895	0,0.6	14,5
4А-250-S8	37	3	60	1,4	1—8	3	0,755	0,098	13,5
4А-250-М8	45	3	50	1,56	1—8	4	0,835	0,073	15,5
						4			

548. Основные обмоточные данные роторов электродвигателей АК (5—8-го габаритов)

Тип электродвигателя	Номинальное линейное напряжение, В	Номинальная линейная сила тока, А	Число пазов ротора	Число проводников в пазу	Размеры голого прямоугольного обмоточного провода, мм	Шаг обмотки по пазам	Средняя длина проводника, м	Сопротивление фазы обмотки, Ом	Масса меди обмоточного провода, кг
АК-51-4	84	22,5	54	3+3	1,81×2,1	1—14	0,53	0,14	2,91
АК-52-4	131	22	54	3+3	1,81×2,1	1—14	0,63	0,166	3,46
АК-51-6	57	20,2	54	3+3	1,81×2,1	1—10	0,49	0,13	2,68
АК-52-6	91	21,2	54	3+3	1,81×2,1	1—10	0,59	0,156	3,24
АК-60-4	150	32	48	5+5	2,1×2,63	1—13	0,56	0,156	6,4
АК-61-4	207	32	48	5+5	2,1×2,63	1—13	0,6	0,167	6,9
АК-62-4	250	36,5	48	5+5	2,1×2,63	1—13	0,65	0,181	7,4
АК-60-6	117	26	60	5+5	2,1×2,63	1—11	0,53	0,184	7,5
АК-61-6	175	26	60	5+5	2,1×2,63	1—11	0,57	0,199	8
АК-62-6	225	30	60	5+5	2,1×2,63	1—11	0,73	0,216	8,7
АК-61-8	126	24	60	5+5	2,1×2,63	1—8	0,536	0,186	7,7
АК-62-8	168	28	60	5+5	2,1×2,63	1—8	0,586	0,204	8,4
АК-71-4	193	63	48	3+3	2,44×4,7	1—13	0,73	0,0562	10,92
АК-72-4	250	71	48	3+3	2,44×4,7	1—13	0,8	0,0611	12
АК-71-6	157	63	60	3+3	2,44×4,7	1—11	0,69	0,0656	12,85
АК-72-6	212	63	60	3+3	2,44×4,7	1—11	0,76	0,0726	14,22
АК-71-8	118	64	60	3+3	2,44×4,7	1—8	0,615	0,059	11,88
АК-72-8	160	64	60	3+3	2,44×4,7	1—8	0,685	0,068	13,08

Примечания: 1. Обмотка ротора выполнена проводом ПБД.
2. Соединение фаз «в звезду».
3. Число параллельных ветвей a=1.
4. Сопротивление фазы обмотки дано при 15° С.

549. Число пазов роторов для электродвигателей 3—9-го габаритов

Габарит	Число полюсов	Число пазов статора	Число пазов ротора			
			А, АО	АС, АОС	АП, АОП	АК
3	2	24	20	20	—	—
	4	24	18	22	—	—
	6	36	26	—	—	—
4	2	24	20	20	—	—
	4	36	26	26	26	—
	6	36	26	42	42	—
5	2	24	20	20	—	—
	4	36	26	26	42	54
	6	36	44	42	42	54
6	2	36	28	—	—	—
	4	36	46	44	2×22	48
	6	36	46	—	—	—
	6	54	—	58	2×34	60
	8	54	58	58	2×34	—
	8	48	58	—	—	60
7	2	36	28	—	—	—
	4	36	44	44	2×22	48
	6	54	44	44	2×34	60
	8	54	58	58	2×34	—
	8	48	44	—	—	60
8	2	36	28	—	—	—
	4	48	58	58	2×29	60
	6	72	58	58	2×46	54
	8	72	58	58	2×46	60
9	2	48	40	—	—	—
	4	60	50	50	2×35	72
	6	72	58	58	2×46	90
	8	72	58	58	2×46	84

Примечание. У электродвигателей с повышенным скольжением типа АП и АОП пазы круглого сечения чередуются с глубокими пазами. Запись 2×22, 2×34 и т. д. означает, что ротор имеет соответственно 22 круглых и 22 глубоких паза, 34 круглых и 34 глубоких паза и т. д.

Полная перемотка статора. Замеряют все конструктивные размеры статора, определяют обмоточные данные, затем выбирают марку и размеры обмоточного провода, изоляции катушек в пазовой и лобовой частях исходя из существующей конструкции обмотки.

Изоляционные детали заготовляют заранее. Изоляцию активной стали от проводов, находящихся в пазах статора электрической машины мощностью до 100 кВт и напряжением до 500 В, выполняют электрокартоном и лакотканью. При двухслойной обмотке

важно, чтобы изоляция между катушками (между фазами) была не менее надежна, чем корпусная. Особое внимание уделяют упрочнению корпусной изоляции на выходе из паза, для этого применяют концевые шайбы, опорные кольца, максимально механически прочную изоляцию либо основную изоляцию на выходе из паза заворачивают в лакоткань и стеклоткань. Чаще всего пазовую изоляцию (гильзу или коробку) изготовляют из одного-двух слоев электрокартона и одного слоя лакоткани.

Пазовую изоляцию нарезают рычажными ножницами с направляющей и установочной линейками и прижимающей планкой. Изоляционные детали из электрокартона и лакоткани нарезают на пресс-ножницах полосами необходимой длины и ширины, которые закладывают в пазы ремонтируемой машины.

Подготовка статора к укладке секций (катушек) заключается в следующем. После удаления из пазов старой обмотки с изоляцией статор очищают вручную, продувают сжатым воздухом, затем проверяют правильность запрессовки в корпус сердечника, отсутствие трещин на станине и т. д.

При необходимости зубцы сердечника статора выравнивают, снимают заусенцы, проводят опиловку выступающих пластин в шлице и внутри паза, затем статор вторично продувают сжатым воздухом и направляют на изолировку пазов. Если статор сильно загрязнен, его обезжиривают, промывая в ванне с 5%-ным водным раствором каустической соды, нагретым до 50—60° С, или раствором с другими обезжиривающими веществами. Обезжиренный статор насухо вытирают.

Намотку катушек статорной обмотки выполняют на простых или универсальных шаблонах с ручным или механическим приводом. Для ускорения процесса намотки, а также для уменьшения количества паек и соединений используют специальные шаблоны, позволяющие последовательно наматывать все катушки, приходящиеся на одну полюсную группу или всю фазу. Для автоматического подсчета числа витков намоточный шаблон оборудуют счетчиком. Всыпную обмотку, как правило, выполняют на намоточном станке с помощью универсального шаблона отдельными секциями из провода небольшого диаметра.

Изготовление двухслойных катушек состоит из операций намотки заготовки (лодочки) и растяжки.

Намотки лодочек проводят на намоточных станках в шаблонах, затем лодочку бандажируют стеклянной или хлопчатобумажной лентой по всему контуру и передают на растяжку, чтобы придать ей форму, близкую к форме катушки. Лодочку растягивают на специальном станке. После растяжки и проверки лодочка поступает на рихтовочные шаблоны, с помощью которых лобовые части отгибают в радиальном направлении и изгибают до требуемой кривизны. По окончании рихтовки с катушки снимают стягивающую ленту, все временные прокладки между витками и заменяют их постоянными.

Катушки (секции) укладывают в статор после того, как станут известны все паспортные данные электродвигателя: мощность, напряжение и частота вращения, число пазов статора, марка и размеры обмоточного провода, вид обмотки, число витков в катушке, число параллельных проводов в каждом витке, шаг обмотки, число параллельных ветвей в фазе, число катушек в группе, порядок чередования катушечных групп.

Пакеты активной стали должны быть полностью исправны. Выполнять какие-либо механические работы после укладки обмотки недопустимо: это может привести к повреждению изоляции обмоток.

Катушки (секции) укладывают на столе с поворотным кругом, позволяющим поворачивать статор вокруг вертикальной оси. Для поворота статора вокруг его горизонтальной оси служит роликовое приспособление.

Ремонт обмотки фазных роторов. Технология выполнения обмоток состоит из таких операций: подготовка фазного ротора к укладке катушек (секций), заготовка пазовой (корпусной) и межфазной изоляции, изолировка пазов и нажимных шайб, намотка катушек, катушечных групп или полностью фаз обмотки, укладка катушек в ротор, соединение катушечных групп в фазе, изоляция мест соединения катушечных групп, бандажирование и придание формы лобовым частям, испытание обмотки.

Перед демонтажем старой обмотки ротора определяют и записывают длину лобовых частей обмотки, расположение и число проволочных бандажей (диаметр проволоки, количество витков, замков). Остальные данные собирают в процессе разборки и вычерчивают схему обмотки, определяют размеры и форму изгибов стержней, уточняют конструкцию изоляции ротора. После освобождения активной стали от обмотки пазы очищают от остатков изоляции, отпаивают переходные соединения от обмотки к контактным кольцам, снимают изоляцию с обмоткодержателей, пазы продувают сжатым воздухом.

Контактные кольца испытывают повышенным напряжением.

Катушечные обмотки роторов ремонтируют аналогично обмоткам статоров, описанным выше.

Ремонт стержневой обмотки роторов. Вначале распаивают и снимают бандажи, затем распаивают контактные хомутики. Освобожденные верхние стержни отгибают в лобовых частях и вынимают из пазов, так же поступают и с нижними стержнями.

Извлеченные из пазов стержни обжигают в специальных печах при температуре 600—650° С, не допуская нагрева стержней выше 650° С, при которой происходит пережог меди и резко ухудшаются ее электрические и механические свойства. Обжиг стержней облегчает удаление с них старой изоляции механическим или химическим путем. При механическом способе стержни обдирают наждачной шкуркой, при химическом — погружают на 30 мин в бак с 5—7%-ным раствором серной кислоты, а вынув из бака, промывают в щелочном растворе и воде, после чего просушивают и очищают от оставшейся изоляции и заусенцев, рихтуют и выгибают по шаблону, изолируют, сохраняя размеры (толщину) и конструкцию старой обмотки.

До начала укладки стержней в очищенные пазы ротора закладывают ранее заготовленные коробочки электрокартона (гильзы). После этого стержни укладывают в пазы со стороны контактных колец, вначале укладывают соединительные дуги. Плоские лобовые части соединительных дуг располагают под лобовыми частями нижних стержней и тщательно изолируют один от другого.

Затем со стороны, противоположной контактным кольцам (со стороны привода), выдвигают стержни нижнего слоя и устанавливают межфазовые прокладки из электрокартона. Лобовые части стержней со стороны, противоположной контактным кольцам, стя-

гивают временным бандажом из обожженной мягкой проволоки диаметром 1 мм. Со стороны контактных колец лобовые части стержней сгибают по шагу обмотки, устанавливают на свои места межфазовые перегородки, после чего снимают временный проволочный бандаж.

Затем укладывают межфазовые прокладки и изоляцию между слоями стержней в лобовых частях, закладывают со стороны контактных колец в пазы все верхние стержни.

Уложив стержни, осаживают их со стороны контактных колец и стягивают временным бандажом. С противоположной стороны их отгибают по шагу, осаживают и так же стягивают временным бандажом из мягкой проволоки.

Перемотанный ротор сушат в сушильной камере при 110—120° С, при этом периодически подтягивают временные проволочные бандажи для уплотнения обмотки в горячем состоянии.

После окончания сушки и формовки обмотки в пазы забивают клинья, а на головки стержней надевают хомутики и пропаивают их припоем ПОС-40. Затем снимают временные и наматывают постоянные проволочные бандажи, которые пропаивают тем же припоем. После снятия временных бандажей временно соединяют концы фаз «в звезду», проверяют правильность схемы и отсутствие в обмотке витковых замыканий. После сборки схемы проверяют испытательным напряжением прочность изоляции между фазами и на корпус, затем паяют кольцевую шину, соединяющую обмотку «в звезду». Подводят начала фаз к контактным кольцам и соединяют их с кольцами пайкой.

Качество выполненных паек проверяют пропусканием по обмотке ротора тока, превышающего силу рабочего тока на 10—15%. При плохой пайке наблюдается повышенный нагрев, который устраняют повторной пайкой.

Если в ремонтируемом роторе обнаруживают поврежденные стержни, их заменяют новыми, изготовленными из полосовой меди соответствующих размеров.

Одни концы стержней изгибают на шаблонах до укладки в пазы, вторые — после укладки.

Уложенные стержни осаживают на дно, концы и середину изогнутых лобовых частей стягивают временным бандажом из мягкой проволоки.

При изготовлении новых обмоток или при их ремонте обращают особое внимание на равномерное расположение лобовых частей, обеспечивающих минимальный дисбаланс ротора и надежное заклинивание пазов.

Стержневые обмотки при пробоях и выгорании подвергают частичным перемоткам. В этом случае разматывают бандажи, расслаивают хомутиками с обеих сторон в зоне повреждения. Со стороны привода выравнивают стержни в лобовой части и вытягивают в сторону контактных колец.

Если повреждены нижние стержни, то после освобождения верхних частей пазов стержни выравнивают со стороны лобовой части и извлекают их из пазов.

Если при попытке выполнить частичную перемотку обмотки ротора обнаружилось, что изоляция оставшейся части обмотки обветшала, необходимо провести полную перемотку с заменой всей изоляции стержней.

Ремонт короткозамкнутых роторов с обмоткой в виде беличьей клетки. У роторов с литыми клет-

ками из алюминия и его сплавов повреждение стержней в пазу обычно происходит в тех местах, где имеются дефекты литья — усадочные и газовые раковины, неметаллические включения. У роторов с паяными или сварными клетками из меди, латуни или специальных сплавов нередки повреждения стержней в месте соединения их с кольцом и разрывы по шву пайки (сварки) или в непосредственной близости к нему.

В роторах с литыми клетками место повреждения стержня обычно находится внутри паза и почти недоступно для пайки. При невозможности ремонта ротора с литой обмоткой (клетки) путем пайки, сварки или перезаливки старую обмотку удаляют и вместо нее изготовляют клетку из латуни, паяную твердым припоем.

Однако такой метод ремонта имеет недостаток, заключающийся в том, что происходит ухудшение пусковой характеристики двигателя из-за уменьшения омического сопротивления стержней. Чтобы возможно меньше изменить пусковую характеристику двигателя, при замене алюминиевой обмотки обмоткой из латуни или другого сплава, имеющего меньшее омическое сопротивление, иногда в пазы ротора прокладывают тонкие стальные пластины, увеличивающие его индуктивное сопротивление. Такие переделки выполняют только в случае крайней необходимости. Поврежденную алюминиевую обмотку из сердечника удаляют выплавкой или растворением алюминия в 40—50%-ном растворе каустической соды в течение 2—3 ч.

У роторов с паяными клетками частичный ремонт заключается в замене отдельных стержней или в восстановлении нарушенных паек. Если кольца сделаны из меди, пайку клеток выполняют фосфористо-медным припоем ПФМ-7.

В случае изломов стержней их обрезают на токарном станке с обеих сторон, а затем выбивают из пазов. Заготовляют соответствующие медные или латунные стержни и забивают их в пазы.

Клетки роторов со стальными кольцами более надежны, чем клетки с медными кольцами.

Основное условие надежной работы роторов с беличьей клеткой — плотная посадка стержней в пазах, так как при слабой посадке возникают вибрации, разрушающие стержни.

Обмотки машин в процессе изготовления пропитывают электроизоляционными лаками и сушат в калориферных сушильных камерах с принудительным обменом горячего воздуха по следующей технологии: предварительная сушка, пропитка и повторная сушка, отделка покровными лаками или эмалями и окончательная сушка.

Перед пропиткой обмотку сушат при температуре 100—110° С в течение 2—3 ч. Остывшую до 60—80° С обмотку подвергают пропитке в течение 15—30 мин. После пропитки обмотку сушат при 105—115° С в течение 6 ч. Время окончания сушки определяют по сопротивлению изоляции, которое при температуре 80° С должно быть не менее 1 МОм.

Если машина будет работать в помещении с повышенной влажностью, то обмотку подвергают двух-трехкратной пропитке и сушке. После этого сопротивление изоляции обмотки при 80° С должно быть не менее 1—2 МОм.

Режим пропитки и сушки обмоток определяют свойствами применяемых лаков, габаритом машин и имеющимся технологическим оборудованием (пропиточные ванны, котлы, сушильные камеры и т. д.).

Эпоксидные компаунды готовят непосредственно на месте их потребления. В зависимости от решаемой технической задачи потребитель составляет их сам.

Эпоксидные компаунды токсичны.

Ремонт деталей электрической части. Ремонт корпуса и активной стали. Основные повреждения: трещины в корпусе, откол лап, износ или срыв резьбы в отверстиях для крепления подшипниковых щитов, заусенцы и наплывы в пазах, смещение пластин в пазах, распушение активной стали на торцах пакета.

Трещины в корпусе устраняют заваркой чугунными прутками, медно-железными или медными электродами. Сварка сквозных трещин вдоль корпуса статора допускается, если длина трещин составляет не более 50% длины корпуса.

При откole лап допустима приварка не более двух лап, расположенных по диагонали. Все лапы должны лежать в одной плоскости. Расстояние между центрами отверстий после проверки лап должно соответствовать заводским данным.

Износ или срыв резьбы устраняют рассверловкой отверстий и нарезкой новой резьбы.

Смещение пластин в пазах и их распушение на торцах пакета выправляют стальной оправкой, соответствующей ширине паза. Распушенные листы выправляют и склеивают, наиболее отставшие — обрубают. Распушение пакетов недопустимо.

Ремонт и сборка коллектора. Основные неисправности коллектора приведены в табл. 550. При разборке коллектора отпаивают и вынимают концы секций из петушков, при этом фиксируют шаг по коллектору и отмечают риской посадку коллектора на втулке. Коллектор снимают с якоря и насаживают на «ложный» вал, накладывают проволочный бандаж или стягивают хомутами. Под бандаж или хомут кладут электрокартон толщиной 0,5 мм. Края бандажа схватывают скрепками из жести и припаивают их к бандажу.

Перед разборкой коллектор нагревают в течение 2 ч при температуре 160° С, после чего удаляют конусы путем постукивания по торцевой части нажимного конуса.

Затем проверяют состояние изоляционного конуса и определяют место замыкания. При незначительных повреждениях изоляции допускается зачистка и прокладка кусочков слюды и миканита.

550. Неисправности коллектора

Неисправность	Причина	Основные операции ремонта
Замыкание пластин на корпус	Пробой (прогар) изоляционного конуса	Разборка, ремонт или смена конуса
Короткое замыкание между пластинами	Прогар миканитовой изоляции из-за попадания масла и медно-угольной пыли	Глубокая прочистка между пластинами, промывка техническим спиртом, замазка пастой
Подгар коллекторных пластин	Искрение, круговой огонь	Обточка, шлифование
Чрезмерное биение поверхности коллектора, выступление пластин	Неудовлетворительная сборка. Некачественный миканит	Нагрев, подтягивание, обточка
Выступающие пластины на краю коллектора	Предельная обточка, тонкие пластины	Замена комплекта пластин и межламельной изоляции

Новый конус изготовляют из миканита в специальной пресс-форме по профилю расточки пластин, по старому конусу или по чертежу завода.

Удалив поврежденный изоляционный конус, зачищают поверхность нажимного конуса и надевают на него новый изоляционный конус. Вкладывают конусы в расточку коллектора точно по риске, нанесенной перед разборкой на пластинах коллектора и на конусе.

Собранный коллектор нагревают до 160° С и прессуют.

Прессовку выполняют под прессом или путем равномерной крестообразной подтяжки стяжных болтов или гайки коллектора:

Диаметр коллектора, мм	150	200	300	400	500
Усилие прессовки, кН	20—40	60—80	120—160	200—300	300—450

Затем коллектор освобождают от прессовочного кольца, очищают возможные завалы и проверяют отсутствие замыканий между пластинами. Вторично нагревают до 160° С, повторяют прессовку и подтягивают гайки, снова нагревают до 160° С, проводят балансировку с последующим разгоном в горячем состоянии.

Разгон заключается во вращении коллектора при скорости, в 2 раза превосходящей номинальную, в течение 15—30 мин для уплотнения изоляционного конуса коллектора. После разгона выполняют подтяжку, затем грубую обработку наружной поверхности, проверку на отсутствие замыканий между пластинами, испытание изоляции на корпус (табл. 551) и между пластинами.

551. Испытательное напряжение (В) в течение 1 мин для изоляции коллектора от корпуса

Рабочее напряжение, В	*Новый коллектор*	*Коллектор, бывший в эксплуатации*
150	3 000	1 500
600	5 500	2 750
1500	7 000	3 500
3000	11 000	5 500

Испытательные напряжения для изоляции пластин принимают следующие:

Толщина изоляции, мм	0,4	0,6	0,8	1
Испытательное напряжение, В	200	300	400	500

Собранный коллектор снимают с «ложного» вала и насаживают на вал якоря машины, затем протачивают, проверяют качество пайки, отсутствие замыканий пластин, продороживают, полностью удаляя остатки изоляции со стенок пластин, снимают заусенцы, шлифуют.

Вкладывают концы секций в зачищенные шлицы петушков по шагу коллектора. Обрубают выступающие из петушков концы секций и пропаивают их. Проводят статическое балансирование якоря.

Изготовлять новые коллекторы целесообразно только на специализированных заводах.

Ремонт контактных колец. Незначительные повреждения контактных колец (подгары, неравномерная выработка) устраняют зачисткой и полировкой стеклянной шкуркой при полных обо-

ротах машины без демонтажа колец. При наличии значительных повреждений и при нарушении цилиндрической формы кольца снимают, протачивают с уменьшением их толщины не более 20%.

При нарушении изоляции между корпусом и кольцами, а также между кольцами и контактными шпильками изоляцию меняют.

Пробой изоляции колец на корпус, а также предельный износ колец вызывает необходимость их замены.

Замену контактных колец целесообразно осуществлять на специализированных заводах, где для каждого вида контактных колец разработан типовой технологический процесс изготовления, сборки и испытания новых колец.

Ремонт щеткодержателей (табл. 552).

552. Неисправности щеткодержателей

Неисправность	Причина	Основные операции ремонта
Быстрый износ внутренней поверхности обоймы и боковой поверхности щеток	Биение коллектора (контактных колец); заусенцы в обоймах	Обточка коллектора (контактных колец); исправление обоймы
Разъединение внутренней поверхности обоймы	Неправильное прохождение тока с обоймы на щетку, неисправная арматура щетки	Замена шунтов, подтяжка контактов в цепи тока; замена щеток с неисправной арматурой
Оплавление щеткодержателя	Круговой огонь	Проверка, опиловка оплавленных мест
Ослабление пружины	Отжиг пружины из-за неправильного прохождения тока	Замена шунтов; замена щеточной арматуры; подтяжка контактов в цепи тока; проверка изолирующей головки пружины
Зажим щетки в обойме	Заусенцы или наплывы от кругового огня; выгиб обоймы от нагрева током вследствие прохождения тока через обойму	Выправление; обеспечение нормального прохождения тока

Ремонт деталей механической части. Ремонт вала. Повреждения вала: прогиб, повреждение шейки, задиры или риски на поверхности, износ шеек вала под подшипники, повреждение шпоночной канавки.

При прогибах вала до 0,1 мм на 1 м длины, но не более 0,2 мм на всю длину вала правка его необязательна. При прогибе вала до 0,3% длины рекомендуется править вал в холодном состоянии. При больших прогибах вала его нагревают в месте прогиба до 500—600° С, после чего выправляют под прессом.

Повреждения шеек вала устраняют проточкой на станке или наплавкой шеек электромеханическим методом.

Допустимая проточка шеек вала 5—6% его диаметра. Допустимая конусность 0,003; овальность 0,002 от диаметра. Валы, имеющие трещины более 10—15% диаметра вала при длине трещин более 10% длины вала или периметра, подлежат замене.

Общее количество вмятин и углублений не должно превышать 10% посадочной поверхности под шкив или муфту и 4% под подшипник.

Балансировка роторов. Для обеспечения работы электрической машины без биений и вибраций после ремонта ротор в сборе со всеми вращающимися частями (вентилятором, кольцами, муфтой, шкивом и т. п.) подвергают балансировке.

Балансируют ротор добавлением части металла.

Различают статическую и динамическую балансировку. Динамическую балансировку рекомендуют для машин с частотой вращения до 1000 мин$^{-1}$ и коротким ротором, вторую (дополнительно к первой) — для машин с частотой вращения более 1000 мин$^{-1}$ и для специальных машин с удлиненным ротором. Статическую балансировку проводят на двух призматических линейках, точно выверенных по горизонтали. Хорошо сбалансированный ротор остается неподвижным, находясь в любом положении относительно своей горизонтальной оси. Балансировку ротора проверяют для 6—8 положений ротора, поворачивая его вокруг оси на угол 45—60°.

Балансировочные грузы закрепляют сваркой или винтами. Свинцовые грузы забивают в специальные канавки, имеющие форму «ласточкина хвоста».

При динамической балансировке место расположения груза определяют по силе биения (вибрации) при вращении ротора на упругих пружинных опорах.

Динамическую балансировку проводят на специальном балансировочном станке, подшипники которого укреплены на пружинах.

Установленный для проверки вращающийся ротор (якорь) при дисбалансе начинает вибрировать вместе с подшипниками. Чтобы определить место дисбаланса, один из подшипников закрепляют неподвижно, тогда второй при вращении продолжает вибрировать. К ротору подводят острие цветного карандаша или иглу индикатора, которые в месте наибольшего отклонения ротора оставляют на нем метку. При вращении ротора в обратном направлении с той же скоростью и тем же способом наносят вторую метку. Среднее положение между двумя полученными метками определит место наибольшего дисбаланса ротора.

В диаметрально противоположной по отношению к месту наибольшего дисбаланса точке закрепляют балансировочный груз или высверливают отверстие в точке наибольшего дисбаланса. После этого аналогичным способом определяют дисбаланс второй стороны ротора.

Сбалансированную машину устанавливают на гладкую горизонтальную плиту. При удовлетворительной балансировке машина, работающая с номинальной частотой вращения, не должна качаться и перемещаться по плите. Проверку осуществляют при холостом ходе в режиме двигателя.

19.3. Ремонт силовых трансформаторов, высоковольтного оборудования и аппаратуры подстанций. *Типовые объемы работ при техническом обслуживании, текущем и капитальном ремонтах.* Техническое обслуживание силовых трансформаторов, высоковольтного оборудования и аппаратуры подстанции состоит из следующих операций:

осмотра оборудования по графику, определяемому местными условиями, но не реже одного раза в месяц (для оборудования, работающего в условиях повышенной влажности и агрессивных сред, осмотр проводят не реже двух раз в месяц);

ежесуточного осмотра оборудования с постоянным дежурством; при этом предусматривают и осмотр в ночное время не реже одного раза в месяц с целью контроля за отсутствием разрядов и свечения контактов;

повседневного контроля за режимом работы оборудования, в частности за нагрузками, за соответствием их требованиям ПТЭ и ПТБ, а также местных инструкций;

мелкого ремонта оборудования, не требующего его остановки и осуществляемого во время перерывов в работе питающихся от него технологических установок (чистка наружных поверхностей, подтяжка контактов и креплений, регулировка защиты и т. п.);

отключения оборудования в аварийных случаях в соответствии с требованиями ПТЭ и ПТБ и в порядке, предусмотренном местными инструкциями;

участия в приемке оборудования и рабочего места после монтажа, ремонта, испытаний и наладки.

В объем осмотров, производимых как в порядке технического обслуживания, так и по графику, как самостоятельные операции входят такие работы:

контроль за показаниями термометров, за уровнем масла в маслонаполненных аппаратах и в расширителях;

контроль за состоянием кожухов, уплотнений, кранов;

проверка отсутствия течи масла;

визуальная проверка состояния изоляторов, отсутствия пыли, трещин, сколов, разрядов и т. п.; осмотр крепления изоляторов;

проверка наличия и исправности ограждений, предупредительных плакатов и надписей защитных средств и сроков их испытаний, переносных заземлений, противопожарных средств;

проверка целости пломб у счетчиков и реле, проверка работы счетчиков;

контроль состояния ошиновки, кабелей, отсутствия нагрева контактных соединений, проверка отсутствия свечения и подгаров контактов, изменения цвета термоиндикаторных красок и пленок;

тщательная проверка состояния сети заземления, в том числе мест для наложения переносных заземлений, проверка надежности заземления проверяемого оборудования;

проверка исправности сигнализации, положения блинкеров, состояния пробивных предохранителей.

Кроме того, при осмотре масляных выключателей и разъединителей проверяют состояние приводов и очищают их от пыли, проверяют состояние ножей и изоляторов у разъединителей и состояние приводного механизма стальных канатов для спуска бака.

При осмотре трансформаторов тока и напряжения также проверяют отсутствие следов перегрева токоведущих частей и магнитопровода, отсутствие вытекания изоляционной массы, исправность вторичных цепей.

При осмотре селеновых и купроксных выпрямителей проверяют также крепление шайб, соединительные контакты, нагрев трансформаторов, силовых вентилей и реостата, работу вентилятора и воздушных реле.

При осмотре распределительных устройств проверяют состояние помещения, исправность дверей и жалюзи на окнах, отсутствие течи в кровле и междуэтажных перекрытиях, наличие и исправность замков, исправность отопления, вентиляции и освещения.

Результаты осмотра вносят в журнал осмотра, в котором предусмотрены соответствующие показатели состояния отдельных час-

тей и деталей оборудования и его дефекты, обнаруженные во время осмотра.

Типовой объем текущего ремонта включает в себя производство операций осмотров и технического обслуживания и, кроме того:

для трансформаторов — устранение всех обнаруженных дефектов при очередном осмотре, удаление грязи из расширителя и доливку трансформаторного масла, протирку всех изоляторов, подтяжку всех болтовых соединений, разборку и очистку маслоуказателя, проверку работы переключателя напряжения, чистку и ремонт охлаждающих устройств, измерение сопротивления изоляции обмоток до ремонта и после его окончания, испытание трансформаторного масла;

для масляных выключателей, выключателей нагрузки, разъединителей — разборку аппарата, проверку состояния, ремонт или замену подвижных контактов, осей, шарниров, измерение и регулировку хода подвижной части, вжима (хода) контактора, одновременности замыкания и размыкания контактов, ремонт приводов и приводных механизмов, тяг и рычагов, замену негодных изоляторов, испытание и замену масла (при необходимости), смазку трущихся частей привода и приводного механизма незамерзающей смазкой, проверку и ремонт сигнализации и блокировок, проверку и замену крепежных деталей, измерение сопротивления постоянному току контактов, шунтирующих сопротивлений дугогасительных устройств, обмоток включающей и отключающих катушек, испытание повышенным напряжением основной изоляции и изоляции вторичных цепей;

для трансформаторов тока и напряжения — чистку изоляторов, проверку и ремонт присоединений шин первичной и проводов (кабелей) вторичной коммутации, проверку заземляющих болтов и шунтирующих перемычек, измерение сопротивления изоляции первичных и вторичных обмоток, угла диэлектрических потерь, испытание вводов, испытание электрической прочности изоляции первичных и вторичных обмоток, а также изоляции доступных стяжных болтов;

для трубчатых и вентильных разрядников — проверку состояния поверхности разрядника и расположения зон выхлопа, измерение внутреннего диаметра, внутреннего и внешнего искровых промежутков трубчатых разрядников, измерение сопротивления элемента вентильного разрядника, тока проводимости и пробивных напряжений;

для предохранителей — проверку целости, соответствия схемам, действующим нагрузкам и нормам, замену плавких вставок и токоограничивающих сопротивлений (при необходимости), проверку и регулировку плотности вжима контактной части;

для селеновых и купроксных выпрямителей — разборку и частичную замену шайб, ремонт трансформатора и реостата, смену масла, проверку работы реле и испытание выпрямителя.

Типовой объем капитального ремонта включает в себя производство операций текущего ремонта и, кроме того:

для трансформаторов — слив масла из бака со взятием пробы для химического анализа, демонтаж электроаппаратуры, переключателя напряжения и бака расширителя, отсоединение выводов от катушек, очистку и промывку бака расширителя сухим маслом, выемку сердечника из бака, разболчивание и расшихтовку при необходимости верхнего ярма магнитопровода с распрессовкой

и снятием катушек, их заменой или ремонтом изоляции обмоток низкого и высокого напряжения, сушку и пропитку обмоток, переизолировку стали магнитопровода при необходимости, установку катушек на стержни магнитопровода и наварку на катушки выводов и их изолировку, установку присоединяющих швеллеров и изолирующих планок и расклинивание обмоток, проверку мегомметром стяжных шпилек с заменой дефектной изоляции, установку сердечника в бак и монтаж крышки, выводов катушек и переключателя, ремонт охлаждающих устройств, заливку трансформаторным маслом и испытание, наружную окраску бака;

для масляных выключателей, выключателей нагрузки, разъединителей — полную разборку всех узлов, ремонт арматуры и чистку бака, ремонт или замену подвижных и неподвижных контактов, дугогасительных камер, регулировку контактов и приводного механизма, проверку ножей и очистку их от нагара и наплывов, испытание отдельных узлов и деталей на электрическую прочность, полную разборку и капитальный ремонт приводов и приводных механизмов с проверкой износа и заменой изношенных деталей, проведение полного объема послеремонтного испытания;

для трансформаторов тока и напряжения — проверку и промывку маслом магнитопровода и обмоток, их замену при необходимости, смену масла, проведение полного комплекса испытаний;

для трубчатых и вентильных разрядников — проведение комплекса испытаний;

для селеновых и купроксных выпрямителей — полную разборку выпрямителя, смену шайб или целых столбиков, перемотку трансформатора (при необходимости), ремонт или замену пускорегулирующей аппаратуры, смену масла.

Ремонт силовых трансформаторов. Подготовительные работы. Перед началом работ уточняют ведомость дефектов и объем работ, который предстоит выполнять. Ведомость дефектов служит исходным документом для определения затрат труда, срока ремонта и потребности в материалах, запасных частях и приспособлениях. Дополнительные работы выявляют при вскрытии и осмотре трансформатора.

Трансформаторы небольшой мощности (I и II габаритов) ремонтируют в электроремонтных цехах или отвозят на специализированные заводы по ремонту электрооборудования.

Крупные трансформаторы обычно ремонтируют специализированные ремонтные предприятия, располагающие квалифицированным ремонтным персоналом, выезжающим непосредственно к месту установки трансформатора.

Помещение для ремонта трансформатора должно быть защищено от попадания пыли и атмосферных осадков и иметь подъемные механизмы или позволять их подвеску. В помещении должны разместиться бак трансформатора, его активная часть, стеллажи для демонтированных узлов и деталей, слесарный верстак, маслоочистительная аппаратура, материалы, приспособления. Оно должно отвечать противопожарным требованиям.

Подъемные механизмы (электрическая или ручная лебедка, мостовой кран, тельфер или таль) к началу ремонта по техническому состоянию должны соответствовать требованиям техники безопасности, а грузоподъемность подъемных механизмов, стропов и стальных

553. Масса трансформаторов напряжения 6—10 кВ

Тип	Масса, кг		Тип	Масса, кг	
	полная	выемной части с расширителем		полная	выемной части с расширителем
ТМ-25/6-10	365	153	ТМ-250/6-10	1300	643
ТМ-40/6-10	470	207	ТМ-400/6-10	1850	900
ТМ-63/6-10	600	270	ТМ-630/6-10	2900	1415
ТМ-100/6-10	715	351	ТМ-1000/6-10	4420	2000
ТМ-160/6-10	1100	487			

канатов — массе трансформатора, которая указана в техническом паспорте (табл. 553).

Маслоочистительную аппаратуру и масло доставляют к ремонтной площадке, подготовляют емкость для слива старого масла, устанавливают и подключают маслоочистительную аппаратуру. При выемке из бака активной части подъемные механизмы подвешивают на такую высоту, при которой расстояние *Г* от крюка до основания трансформатора (рис. 111) было бы не меньше суммы расстояний *А*+*Д*+*Б*+*В*. Размеры *А* и *Б* берут из каталога или чертежа трансформатора, размер *Д* принимают равным 100—150 мм. Размер *В* получают исходя из выбранных расчетом стропов.

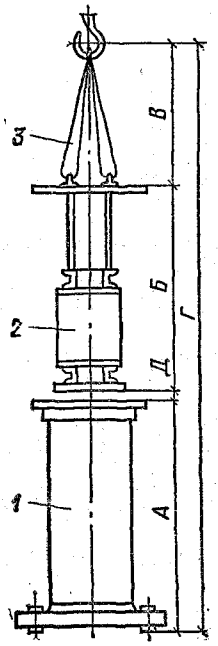


Рис. 111. Схема подъема активной части трансформаторов ТМ

1 — бак; 2 — активная часть с крышкой; 3 — стальные стропы

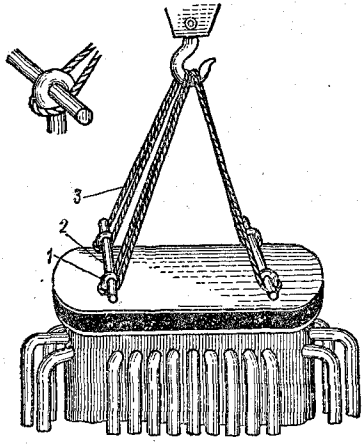


Рис. 112. Строповка активной части

1 — подъемное кольцо; 2 — валик; 3 — строп

Особенности технологии ремонта. Независимо от типа и назначения трансформаторов основные технологические операции для всех видов ремонта общие. При ремонте трансформатора каждый узел или устройство разбирают, осматривают, отбраковывают, ремонтируют и собирают. При разборке и осмотре узлов определяют годность деталей или возможность их восстановления.

Технологические операции и приемы при ремонте определяют технологическими картами; они аналогичны заводским или максимально к ним приближены. Большое значение имеют условия вскрытия и ремонта активной части трансформатора.

Соблюдение технологической дисциплины и правил, предусмотренных инструкциями, определяет качество ремонта и сокращает затраты средств и времени.

Изменения технологии ремонта согласовывают с лицами, ответственными за ремонт, и оформляют документально.

Условия вскрытия трансформатора. После отключения трансформатора для ремонта проверяют степень его увлажненности. Обычно трансформаторы, находящиеся в эксплуатации, не увлажнены и сушки не требуют. Чтобы избежать увлажнения изоляции в процессе ремонта, активную часть допускается держать вне масла не более установленного нормами времени.

Наибольшая допустимая продолжительность пребывания активной части трансформатора напряжения до 35 кВ, мощностью менее 10 МВ·А на воздухе при температуре выше 0° С и относительной влажности до 65% — 24 ч, при относительной влажности 65—80% — 16 ч и при относительной влажности более 80% — 12 ч; при температуре окружающего воздуха ниже 0° С — 12 ч.

Масляный трансформатор вскрывают только в том случае, если температура активной части равна температуре окружающего воздуха или выше ее. Если она ниже, то до вскрытия трансформатор выдерживают для выравнивания температур или активную часть нагревают до температуры, превышающей температуру окружающего воздуха.

Это требование объясняется тем, что при соприкосновении с холодной активной частью влага, содержащаяся в теплом воздухе, охлаждаясь, конденсируется на ее поверхности и увлажняет изоляцию. О температуре активной части судят по температуре верхних слоев масла, измеряя ее термометром, устанавливаемым в специальную гильзу, имеющуюся на крыше.

При температуре окружающего воздуха ниже нуля трансформатор прогревают до тех пор, пока температура масла под крышкой станет не ниже 20° С. В случае дождливой погоды и тумана ремонт проводят только в помещении; при этом температура активной части или воздуха в помещении должна превышать температуру наружного воздуха не менее чем на 10° С.

Время нахождения активной части вне масла при ревизии может быть увеличено вдвое по сравнению со значениями, указанными выше, но при этом температура окружающего воздуха должна быть выше 0° С, влажность воздуха — ниже 80%, а температура активной части — постоянно выше температуры окружающего воздуха не менее чем на 10° С.

Разборка трансформатора. Трансформатор доставляют на ремонтную площадку и устанавливают под крюком подъемного механизма.

До разборки трансформатор осматривают снаружи и выявляют внешние неисправности: течи масла, механические повреждения ба-

ка и расширителя, сколы и трещины на фарфоровых вводах, состояние армировочной замазки и фланцев вводов, исправность пробивного предохранителя, маслоуказателя и термометра, состояние уплотнений. Выявленные неисправности заносят в ведомость дефектов. После этого демонтируют термометр, термометрический сигнализатор и пробивной предохранитель.

Затем очищают наружную поверхность трансформатора. В зависимости от высоты трансформатора эту работу выполняют с пола или с подмостей и лесов.

Если в результате осмотра и очистки трансформатора обнаруживается просачивание масла в сварных швах, фланцах или других местах, то для полного определения дефекта трансформатор подвергают избыточному давлению масляного столба. Затем полностью или частично сливают масло. Частично масло сливают в том случае, если в день демонтажа наружных устройств и раскрепления крыши не намечено вынимать из бака активную часть. Этим сокращают время пребывания активной части на воздухе. Масло сливают только до уровня верхнего ярма магнитопровода, чтобы изоляция и обмотки остались в масле.

Полностью сливают масло в том случае, когда ремонт активной части и бака намечено закончить за один прием или когда активную часть нужно сушить. Масло сливают через нижний кран бака при помощи насоса. У трансформаторов 1-го и 2-го габаритов масло спускается самотеком. Маслопроводами при сливе служат резиновые рукава или металлические трубы диаметром 30—50 мм.

Если масло пригодно для дальнейшей эксплуатации, его сливают в чистую емкость из-под трансформаторного масла в специально очищенную сухую емкость, имеющую герметически закрывающийся люк. Бракованное масло сливают в тару для грязного масла.

Для вскрытия активной части трансформатор устанавливают так, чтобы ось крюка подъемного механизма проходила через центр тяжести трансформатора. После этого раскрепляют болтовые соединения устройств, размещенных на крышке. Трудоемкость работ при раскреплении и завинчивании болтовых соединений значительно уменьшается при использовании пневматических гайковертов.

Раскрепление болтовых соединений между крышкой и баком начинают после демонтажа устройств, размещенных на крышке.

Вначале демонтируют газовое реле, затем предохранительную трубу и расширитель. После демонтажа газовое реле отправляют в электролабораторию для проверки и испытания. Отверстия для реле закрывают фланцами из электрокартона, которые закрепляют освободившимися болтами.

Далее отвинчивают болты, крепящие крышку. После извлечения болтов из отверстий их укомплектовывают шайбами и гайками, укладывают в ведра или ящики и смачивают керосином.

Наиболее ответственные технологические операции — строповка и выемка активной части из бака. Для строповки на крышке трансформатора имеются подъемные кольца, навернутые на выступающие из крышки подъемные шпильки, которые закреплены на ярмовых балках верхнего ярма.

Трансформаторы мощностью до 400 кВ·А обычно имеют два подъемных кольца, трансформаторы большей мощности — четыре. На подъемные кольца и крюк подъемного механизма надевают петли стропов соответствующей грузоподъемности, и в отверстия колец вставляют стальные валики (рис. 112). Чтобы подъемные шпильки

не изгибались, применяют стропы соответствующей длины, а кольца заворачивают до плотного прилегания к основанию.

Затем подъемным механизмом осторожно приподнимают крышку и связанную с ней активную часть. При этом следят, чтобы валики и стропы не вышли из зацепления с подъемными кольцами и стропы были одинаково натянуты.

Как только крышка отделится от борта бака и активная часть окажется приподнятой, подъем прекращают и смотрят, не сместилась ли крышка, а вместе с ней и активная часть по отношению к первоначальному положению в баке. Если активная часть поднимается с перекосом и есть опасность, что она заденет за бак, то ее опускают на место и вновь проверяют правильность строповки, т. е. одинаковы ли длины стропов и правильно ли положение крюка относительно центра тяжести трансформатора.

Чтобы удостовериться в исправной работе подъемного механизма и его тормоза, активную часть сначала приподнимают на 100—200 мм, несколько минут держат на весу и опускают на дно бака.

Если масло из бака трансформатора слито, полностью или частично, и подлежит замене, активную часть вынимают до уровня, удобного для промывки ее над баком. Перед промывкой ее осматривают, обращая внимание на места отложения шлама и загрязнения в обмотках, на активной стали и в каналах. Местные скопления шлама свидетельствуют о наличии перегревов в этих местах.

Активную часть промывают струей теплого чистого масла. Промывку начинают сверху, спускаясь постепенно вниз по мере подъема активной части. После окончания промывки и стока масла активную часть полностью вынимают; при этом нижняя ее часть должна быть на 50—60 мм выше рамы бака.

Если подъемное устройство имеет горизонтальное перемещение, активную часть транспортируют на заранее подготовленную площадку и опускают на деревянные бруски, размещенные в противне; если такого помещения нет, то бак отодвигают в сторону и на его место ставят противень, в который устанавливают активную часть. При ремонте в заводских условиях активную часть опускают на площадку с решеткой для стока остатков масла в маслосборную емкость. При установке активная часть должна занимать устойчивое вертикальное положение и не иметь перекоса.

Далее освобождают стропы и приступают к ремонту активной части, крышки бака и других узлов трансформатора. Обычно активную часть и бак ремонтируют одновременно, чтобы меньше держать активную часть на воздухе, как только она будет готова, ее без задержки устанавливают в бак и заливают маслом.

Осмотр, ремонт и прессовка обмоток. Осмотр начинают с обмоток, при этом проверяют качество их прессовки, отсутствие деформации и смещения обмоток по отношению к их нормальному положению, наличие шлама в масляных каналах, состояние витковой изоляции (целость, механическую прочность и цвет), исправность паек и контактов в местах соединения отводов.

Ослабление прессовки легко обнаружить, если изоляционные прокладки и детали попытаться перемещать рукой: при слабой прессовке они будут сдвигаться с места. Чтобы устранить это, у трансформаторов 1-го и 2-го габаритов обмотки подпрессовывают ярмовыми балками. У трансформаторов, имеющих нажимные винты и прессующие кольца, ослабляют гайки, предотвращающие самоотвинчивание нажимных винтов, равномерно до отказа завинчивают винты и затягивают гайки. Одновременно подтягивают крепление заземля-

ющих перемычек, соединяющих прессующие кольца с ярмовыми балками.

Обмотки трансформаторов старых конструкций, не имеющих прессующих колец, подпрессовывают способом расклиновки. Он заключается в том, что в верхней части обмоток между уравнительной и ярмовой изоляциями забивают дополнительные изоляционные прокладки. Их изготовляют из предварительно высушенного прессованного электрокартона или гетинакса.

Расклинивают поочередно один ряд прокладок за другим, равномерно обходя обмотки по всей окружности. Расклиновку выполняют вспомогательным деревянным клином, забивая его между прокладками одного ряда и тем самым ослабляя плотность прокладок соседних рядов, что позволяет забить между ними изоляционные клинья. Затем вспомогательный клин вынимают и расклинивают следующие ряды. Чтобы не размочалить концы забиваемых клиньев, ударяют молотком по деревянному бруску или текстолитовой подкладке.

В трансформаторах до III габарита при значительном ослаблении прессовки иногда отпускают затяжку балок верхнего ярма и ослабляют вертикальную стяжку между верхними и нижними ярмовыми балками. При неодинаковых осевых размерах обмоток ВН и НН и плохом качестве прессовки внутренних обмоток закладывают в обмотки дополнительную изоляцию в виде разрезных колец и прокладок; тем самым выравнивают их осевые размеры. Далее прессуют обмотки вертикальной стяжкой ярмовых балок. При этом после окончательной затяжки мегомметром измеряют сопротивление изоляции стяжных шпилек.

Часто наружная обмотка значительно больше ослаблена и имеет меньший осевой размер, чем внутренняя. В этом случае между основными прокладками катушек забивают дополнительные изоляционные прокладки. Небрежное выполнение этой операции может привести к повреждению витковой изоляции. Нельзя вбивать дополнительные прокладки между основной прокладкой и плоскостью самой катушки. Это может привести к повреждению ее изоляции. Разгоняют обмотки как можно равномернее по высоте и окружности. Расклиновку обмоток выполняют при натянутых стропах — в этом случае легче забить расклинивающие детали.

При подпрессовке соблюдают следующие правила:

расклиновка должна быть равномерной и плотной по всем вертикальным рядам и периметру (клинья не должны перемещаться от усилия руки);

столбы всех изоляционных прокладок должны располагаться строго по вертикали, не быть смещены и искривлены;

дополнительные прокладки должны входить на всю глубину основных и не быть смещены по отношению к ним;

осевые размеры обмоток ВН и НН после расклиновки должны быть максимально близки друг к другу.

При ремонте обмоток осматривают витковую изоляцию и если обнаруживают повреждения, их дополнительно изолируют. Для изолировки применяют предварительно высушенную ленту из маслостойкой лакоткани, которую пропускают между витками. Если изоляция витков достаточно прочна и эластична, то, чтобы удобно было пропускать ленту, крайние витки в месте подизолировки осторожно раздвигают электрокартонным клином. При повреждении изоляции в удаленной части радиального размера катушки между витками закладывают электрокартонную полоску толщиной 0,3—0,5 мм.

В том месте, где изоляция витка восстановлена, на катушку накладывают бандаж из тафтяной ленты. Ленту пропускают вокруг радиального размера катушки и изолируют «вполуперекрышку». Операцию выполняют аккуратно, чтобы не повредить изоляцию других витков.

При ревизии необходимо оценить степень старения и механическую прочность изоляции витков. Пока нет точного способа такой оценки. На практике принято считать изоляцию хорошей, если она эластична, не ломается, не дает трещин при изгибе ее под углом 90° и имеет светлый цвет. Удовлетворительной считают изоляцию, которая при изгибе под углом 90° не ломается, но дает мелкие трещины; при царапании не разрушается, имеет темный цвет. Изоляцию считают неудовлетворительной, если она хрупкая и ломается при изгибе под углом 90°, без труда снимается с провода, имеет темный цвет. Трансформатор с такой изоляцией в работе ненадежен.

Осмотр и ремонт магнитопровода. Ремонт магнитопровода начинают с проверки чистоты вентиляционных каналов и отсутствия на его поверхности мест перегрева. Признаками местных перегревов служат цвета побежалости (изменение нормального цвета стали на желтый, фиолетовый, синий, серый и др.). и наличие продуктов разложения масла в виде черной спекшейся массы. Вентиляционные каналы промывают струей горячего трансформаторного масла.

Осмотр и ремонт вводов. Вводы демонтируют с крышки и тщательно осматривают: проверяют отсутствие сколов и трещин в фарфоровой покрышке, состояние армировочной замазки, уплотняющих прокладок, мест пайки верхнего колпачка с токоведущим стержнем, целость резьбы на стержне и гайках.

При отсутствии дефектов ремонт ввода напряжением до 35 кВ ограничивают тщательной промывкой. После промывки все снятые с ввода детали ставят на место; при этом гайку, прижимающую нижнюю изоляционную шайбу к фарфоровому изолятору, плотно затягивают.

Если при осмотре выявлены трещины или значительные сколы в изоляторе, ввод заменяют.

Если фарфоровый изолятор годен, но при осмотре обнаружено размягчение на незначительную глубину замазки, разрушенный слой удаляют подрубкой специальным зубилом до глубины, не затронутой маслом. После подрубки паз очищают и заполняют свежей глетоглицериновой или магнезитовой замазкой. До установки ввода на трансформатор после армирования замазкой его выдерживают в течение 25—30 ч. Поверхность затвердевшей замазки выравнивают, подчищая наплывы стамеской или ножом. Для предотвращения разложения замазки маслом «шов» покрывают нитроэмалью.

Если при осмотре ввода обнаружена течь масла через армировочную замазку, его заменяют либо переармировывают. Чтобы удалить старую замазку и снять фланец в случае переармировки, ввод помещают в термошкаф и нагревают до 400—500° С. Через 1—2 ч армировочная замазка высыпается и фланец свободно отделяется от изолятора.

Порядок сборки ввода для армирования (рис. 113) таков. Колпачок ввода с ввернутым и впаянным в него стержнем устанавливают в вертикальное положение. В колпачок укладывают резиновую кольцевую прокладку и надевают на стержень фарфоровый изолятор. На изолятор устанавливают резиновую прокладку и фланец. Прокладка предназначена для предохранения замазки от разруше-

ния при эксплуатации и для предотвращения просачивания жидкой замазки при заливке. Затем на конец стержня надевают гетинаксовую и стальную шайбы, навертывают и затягивают гайку. При этом следят, чтобы стержень находился в центре отверстия изолятора.

Армирование выполняют с помощью приспособления, показанного на рис. 114. Фарфоровый изолятор и фланец ввода стяжными шпильками и гайками плотно зажимают между пластинами. При затяжке проверяют, чтобы зазоры между фланцем, колпачком и изолятором были одинаковыми по всей окружности. Затем в керамической или металлической посуде приготовляют замазку для заполнения этих зазоров.

Ввод выдерживают в стойке в неподвижном состоянии до тех пор, пока замазка полностью затвердеет. Затем снимают скобу, очищают ввод от подтеков, покрывают поверхность замазки эмалью и лаком, проверяют ввод на герметичность и после электрического испытания в лаборатории устанавливают на трансформатор.

Герметичность ввода проверяют трансформаторным маслом при температуре 60—70° С в течение 1 ч при избыточном давлении масла 0,15—0,2 МПа. При испытании ввода и его деталей на герметичность для создания избыточного давления используют гидропресс, применяемый в практике опрессовки трубопроводов.

Паяные и сварные детали вводов опрессовывают воздухом, проверяя на просачивание мыльным раствором. В отдельных случаях швы проверяют керосином, обмазывая мелом возможные места просачивания. При испытании воздухом давление должно быть не менее 0,15 МПа, продолжительность испытания 1 мин. Если при этом давлении в течение 1 мин мыльный раствор в месте сварки не образует пузырей, сварной шов считают плотным.

При ремонте вводов (перед армированием) проверяют качество резьбы на стержне и гайках. Забитую резьбу исправляют. Все вводы укомплектовывают шайбами и гайками. С каждого конца у круглого стержня должно быть три гайки. Третья (контргайка) предохраняет первые две от самоотвинчивания.

Ремонт и комплектовка крышки. На крышках трансформаторов до III габарита включительно вводы, переключатель, кран и другие устройства крепят шпильками, установленными непосредственно на крышке, все шпильки осматривают и при необходимости ремонтируют.

Подсоединение отводов. Вводы должны стоять без перекосов и иметь равномерную затяжку, этого достигают перекрестным подтягиванием гаек. При подсоединении к вводу демпфера (рис. 115) сначала затягивают гайку *5* (первую от ввода), затем между шайбами помещают демпфер или наконечник, надевая его отверстием на стержень. После этого до отказа завинчивают гайку *4*. Удерживая ее ключом от проворачивания, вторым ключом до отказа завинчивают контргайку. Приложение чрезмерного усилия при завинчивании гаек может привести к срыву резьбы, а недостаточного — к плохому контакту, поэтому завинчивают гайки нормальным гаечным ключом, не применяя вспомогательных рычагов.

Ремонт бака, расширителя и других устройств, размещаемых на баке. Бак должен быть отремонтирован к моменту окончания ремонта активной части. Перед ремонтом из бака полностью сливают масло, демонтируют размещенные на стенках устройства, протирают внутреннюю и наружную поверхности. Если при осмотре бака было обнаружено просачивание масла, то трещины или нарушения мест сварки заваривают электро-

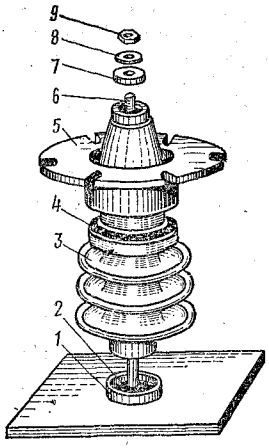


Рис. 113. Сборка ввода для армирования

1 — колпачок ввода; 2 — стержень; 3 — фарфоровый изолятор; 4 — резиновая прокладка; 5 — фланец; 6 — стержень; 7 — шайба из гетинакса; 8 — стальная шайба; 9—гайка

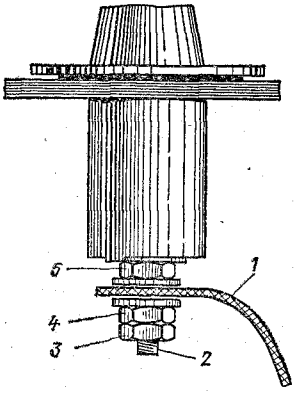


Рис. 115. Крепление компенсатора (демпфера) к вводу

1 — демпфер; 2 — стержень; 3 — контргайка; 4, 5 — гайка

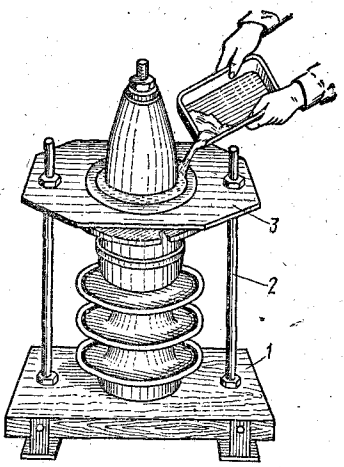


Рис. 114. Установка ввода в приспособление и заливка замазки

1, 3 — пластины; 2 — шпилька

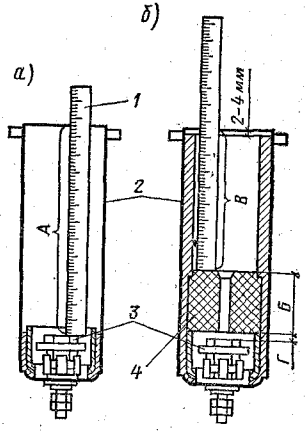


Рис. 116. Проверка установки гасительной камеры в цилиндре включателя

а — изменение расстояния от розеточного контакта до края цилиндра; б — измерение расстояния от верхней поверхности гасительной камеры до края цилиндра; 1 — линейка; 2 — цилиндр; 3 — розеточный контакт; 4 — гасительная камера

сваркой. Перед сваркой стенки бака насухо протирают. С борта рамы и фланцев демонтированных устройств удаляют негодные уплотняющие прокладки и тщательно очищают поверхности, на которых они были установлены.

Установка активной части в бак. После испытания изоляции активную часть готовят для установки в бак: выполняют строповку, приподнимают активную часть на 100—200 мм, проверяют правильность строповки и работу подъемного механизма, особенно его тормоза. Перед опусканием активной части в бак на весу мегомметром проверяют изоляцию стяжных шпилек и плотность запрессовки прокладок ярмовой и уравнительной изоляции. Осторожно, без толчков и качания полностью поднимают активную часть и подкатывают под нее бак либо при наличии крана устанавливают ее над баком.

Если активная часть занимает правильное положение по отношению к баку, ее медленно опускают, придерживая и направляя так, чтобы поперечные опорные планки не задевали за стенки бака.

Для уплотнения крышки бака на борт его рамы укладывают уплотняющую прокладку, изготовленную из маслостойкой резины.

Заполнив трансформатор маслом и выпустив из него и его устройств воздух, проверяют его герметичность. Испытание на герметичность заключается в проверке на отсутствие свищей в уплотнениях, арматуре и местах сварки избыточным давлением масляного столба.

Трубу заполняют трансформаторным маслом и поддерживают избыточное давление в течение 3 ч. В случае течи в местах уплотнений ее устраняют подтягиванием болтовых соединений или заменой прокладок.

После проверки герметичности масло спускают через нижний кран до нормального уровня, одновременно проверяя правильность работы маслоуказателя.

Затем берут пробу масла для сокращенного химического анализа и испытания на электрическую прочность. Пробу берут через 8—10 ч после доливки трансформатора маслом, т. е. после полного выделения из него воздуха.

После полной сборки и испытания на герметичность наружную поверхность трансформатора покрывают серой эмалью ПФ-133, предварительно тщательно поверхность очистив, а вводы и приборы обернуть бумагой, чтобы предохранить их от краски. Затем трансформатор подвергают сдаточным электрическим испытаниям.

Ремонт малообъемных масляных выключателей. Капитальный ремонт выключателей ВМГ состоит из следующих, последовательно выполненных операций: разборка выключателя, ремонт контактов, изоляторов, дугогасительного устройства, приводного механизма; сборка и регулирование выключателя; ремонт и сборка привода; совместное регулирование выключателя с приводом.

Разборку выключателя выполняют в такой последовательности: через маслоспускные отверстия сливают масло; отсоединяют гибкие связи от контактных стержней; отделяют стержни от фарфоровых тяг; снимают цилиндры с опорных изоляторов после предварительного ослабления стопорных болтов; отвертывают болты крышки цилиндра с вмонтированным в нее проходным изолятором, снимают крышку и разбирают детали, расположенные внутри цилиндров.

Бакелитовые цилиндры и гасительные камеры укладывают на стеллажах так, чтобы исключалась возможность повреждения их лакового покрова.

Ремонт контактов выключателя: проверяют состояние контактных стержней и наконечников; удаляют путем зачистки напильником легкие и равномерные оплавления; заменяют сильно оплавленные наконечники (новые наконечники ввертывают до отказа и закернивают в трех точках); разбирают розеточный контакт (сегменты предварительно маркируют, при легких оплавлениях зачищают, при сильных — заменяют). Контактные пружины осматривают в сжатом и растянутом состоянии; после сборки розеточного контакта проверяют динамометром нажатие контактных сегментов. Розеточный контакт после сборки промывают в бензине и протирают насухо.

При ремонте изоляторов осматривают фарфоровые изоляторы и тяги с целью выявления трещин, сколов фарфора, повреждения глазури; поврежденные изоляторы и фарфоровые тяги заменяют;

проверяют состояние армировочных швов в месте соединения фарфора с арматурой изоляторов; поврежденные армировочные швы расчищают, и изолятор армируют вновь на соответствующей замазке;

проверяют состояние верхней и нижней уплотняющих кожаных манжет, проходных изоляторов; сильно изношенные манжеты заменяют;

промывают чистым трансформаторным маслом бакелитовую трубку и внутреннюю полость проходных изоляторов.

При ремонте дугогасительного устройства:

осматривают и очищают от копоти и грязи дугогасительную камеру цилиндра выключателя; проверяют все доступные осмотру отверстия, щели и каналы, служащие для дутья и выхода газов; камеры, имеющие глубокие трещины или сильно обгоревшие, заменяют;

осматривают, промывают трансформаторным маслом и вытирают насухо бакелитовые цилиндры; повреждения лакового покрова устраняют путем покрытия новым слоем лака воздушной сушки.

При ремонте приводного механизма:

тщательно осматривают, чистят и смазывают все трущиеся части;

проверяют состояние креплений отдельных деталей и узлов приводного механизма; особое внимание обращают на крепление двуплечих рычагов и рычагов дистанционной передачи;

проверяют состояние сочленений фарфоровых тяг с контактными стержнями и двуплечими рычагами;

проверяют состояние крепления гибкой связи с контактной колодкой и контактным угольником;

детально осматривают отключающие пружины при различных положениях отключающего механизма;

промывают в бензине и вновь набивают смазкой подшипники вала приводного механизма;

проверяют исправность масляного буфера; при наличии заеданий поршень и цилиндр масляного буфера зачищают мелкой шкуркой; полностью собранный масляный буфер заливают чистым трансформаторным маслом так, чтобы уровень его был выше поршня на 100 мм;

смывают старую смазку с пружинного буфера, после чего пружину и стержень буфера вновь покрывают слоем вазелина.

Сборку цилиндров выполняют в следующей последовательности. Сначала глифталевым лаком смазывают места прилегания уплотняющей прокладки к основанию розеточного контакта и дну цилиндра; ключом затягивают (до отказа) латунную гайку М-22, крепящую розеточный контакт.

Затем устанавливают в цилиндре дугогасительную камеру; при этом проверяют расстояние от розеточного контакта до нижней поверхности гасительной камеры (это расстояние для выключателя ВМГ-133-1 составляет 2—4 мм, а для выключателей ВМГ-133-11 и ВМГ-133-111 — в пределах 15±1 мм).

Такую проверку (рис. 116) проводят следующим образом:

до установки в цилиндр дугогасительной камеры измеряют ее высоту (размер *Б*);

линейкой измеряют расстояние от ламелей розеточного контакта до верхнего торца стального цилиндра (размер *А*);

после установки дугогасительной камеры в цилиндр линейкой измеряют расстояние от камеры до верхнего торца цилиндра (размер *В*);

При этом расстояние от камеры до розеточного контакта (размер *Г*) определится как разность замеренных расстояний, т. е. $Г = А - (Б + В)$.

Если размер *Г* не выдержан, необходимо изменить соответственно высоту установки камеры в цилиндре (размер *В*) путем прокладки картонных шайб между фанерным кольцом и нижним опорным цилиндром.

Дугогасительные камеры устанавливают в цилиндры выхлопными отверстиями, расположенными со стороны опорных изоляторов. Отверстия в распорных бакелитовых цилиндрах должны совпадать с соответствующими отверстиями стальных цилиндров.

Уплотнение в пазу крышки проходного изолятора перед закреплением ее на цилиндре смазывают густым бакелитовым лаком, после чего устанавливают крышку на цилиндр и затягивают ее болтами (по диагонали равномерно, не допуская перекоса проходного изолятора по отношению к цилиндру).

Полностью собранный цилиндр выключателя проверяют на отсутствие заедания или излишней тугоподвижности контактного стержня.

Контактный стержень, опущенный с высоты, соответствующей отключенному положению выключателя, должен под влиянием собственного веса войти в розеточный контакт на глубину не менее 40 мм. При меньшей глубине проникания контактного стержня в розеточный контакт проверяют правильность установки проходного изолятора. Затем мелкой наждачной шкуркой очищают контактные поверхности гибких связей и контактных колодок, после чего их смазывают тонким слоем вазелина и укладывают полностью собранные цилиндры на специальные стеллажи.

При полной сборке выключателя:

полностью собранные цилиндры навешивают на опорные изоляторы, после чего цилиндры закрепляют стопорными болтами;

подсоединяют фарфоровые тяги одним концом к длинному плечу двуплечего рычага, а другим — к контактному стержню;

заливают цилиндры чистым и сухим трансформаторным маслом;

присоединяют заземляющую шинку к раме выключателя;

соединяют выключатель с приводом при помощи дистанционной передачи;

проверяют вручную правильность сборки и взаимодействия всех частей и отдельных деталей выключателя, после чего регулируют выключатель совместно с приводом.

При ремонте приводов выключателей проводят полный и тщательный осмотр всех узлов и деталей привода.

Полностью разбирать привод без особой на то надобности не следует, чтобы не нарушить заводскую сборку и регулировку. Привод рекомендуется разбирать лишь настолько, насколько это необходимо, чтобы получить доступ к отдельным его деталям, требующим ремонта или замены. Механизм привода должен быть тщательно очищен от ржавчины и грязи, а трущиеся части — также и от краски.

Износившиеся или поврежденные детали механизма привода ремонтируют, а при необходимости — заменяют новыми.

Все крепления приводов, шарнирные соединения, стопорные устройства (штифты, шплинты, контргайки и т. п.) проверяют осмотром и пробной подтяжкой. Особенно тщательно осматривают, проверяют и смазывают трущиеся поверхности деталей механизма привода.

Люфты в осях и валиках должны быть устранены. Все шплинты и разрезные шайбы, закрепляющие оси и валики и предохраняющие их от выпадения, должны быть разведены.

При капитальном ремонте привода ПРБА проверяют состояние захвата запирающего устройства в конце процесса включения путем замера зазоров между отдельными деталями и сравнения полученных результатов с заводскими данными и с результатами предыдущих замеров. Обнаруженные при такой проверке отступления устраняют.

Проверяют надежность запирающего устройства, осматривают поверхности зацепления. Усилие, развиваемое пружиной, удерживающей защелку, должно быть достаточным, чтобы не допускать соскальзывания защелки и самопроизвольного отключения.

Возможность самопроизвольного отключения проверяют легким постукиванием молотка по рычагам.

Запирающее устройство и механизм свободного расцепления привода в нормальном положении должны легко расцепляться, но не должны допускать самопроизвольного отключения.

Приводы собирают в точном соответствии с заводскими инструкциями.

Механизм свободного расцепления проверяют в работе при включенном положении и в двух-трех промежуточных положениях в зоне действия свободного расцепления. Для этого устанавливают привод в соответствующее положение, после чего дается импульс на отключение.

При капитальном ремонте привода ПС-10 проверяют цепи катушек электромагнитов, а также работу привода от оперативного тока.

Привод должен включаться при напряжении 80% номинального (от 110 до 220 В), а отключаться — при 65% номинального напряжения.

При включении от оперативного тока не должно быть «прилипания» стержня электромагнита; это предотвращается установкой на стержне прокладки из немагнитного материала и отталкивающей пружины.

Во включенном положении при нажатии ручного включения между роликом и плоскостью защелки должен быть зазор 1—1,5 мм.

Боек отключающей катушки должен освобождать защелку четко, с первого же удара; в противном случае необходимо проверить и увеличить зазор между головкой бойка сердечника и звеном ломающихся рычагом (нормальный зазор — 8 мм).

Полностью отремонтированный и отрегулированный механизм тщательно смазывают.

Ремонт аппаратуры подстанций. Ремонт разъединителей. Перед ремонтом проводят внешний осмотр и дефектацию. Ремонт разъединителей заключается в опиловке поврежденных контактов. В случае появления пленки окиси от чрезмерного нагрева контакты разъединителя чистят стеклянной шкуркой с последующим покрытием тонким слоем технического вазелина.

Нажатие пружин проверяют динамометром. Зазор между витками пружин при включенном положении не менее 0,5 мм. Регулируют нажатие пружин болтом. Плотность прилегания контактом проверяют щупом. Если зазор между витками пружины в растянутом положении более 5 мм, следует отрегулировать ножи подвижного контакта. После ремонта и регулировки включение разъединителя должно происходить плавно без ударов. Сочленения привода разъединителя должны быть смазаны при положительной температуре солидолом, а при отрицательной — мазью ГОИ.

Отремонтированный разъединитель проверяют не менее 20 раз на включение и отключение.

Ремонт трансформаторов тока заключается в удалении заусенцев, зачистке оплавлений и устранении дефектов изоляторов. При обнаружении более серьезных неисправностей (разрушение изоляторов, выгорание токоведущих частей) трансформатор тока вскрывают и заменяют поврежденные детали, не нарушая обмотки.

Ремонт трансформаторов напряжения. Небольшие механические повреждения поверхности бака устраняют, не вынимая активную часть.

При сложных повреждениях трансформатора (смещение активной стали, катушек, нарушение изоляции и др.) его разбирают. Активную сталь извлекают только в сухом помещении и она может находиться вне масла (без последующей сушки) не более 12 ч.

19.4. Ремонт низковольтной аппаратуры. *Типовые объемы работ при техническом обслуживании, текущем и капитальном ремонтах.* В техническое обслуживание входят следующие операции:

проверка соответствия аппаратуры условиям эксплуатации и нагрузки;

чистка аппаратуры;

проверка исправности переключений к аппаратуре, электропроводке и сетей заземления;

наружный и внутренний осмотр аппаратуры и ликвидация видимых повреждений;

затяжка крепежных деталей;

чистка контактов от грязи и наплывов;

проверка исправности кожухов, рукояток, замков, ручек и другой аппаратуры;

проверка уровня и температуры масла, отсутствия его течи; долива масла (при необходимости);

проверка нагрева элементов сопротивления, контактов во всех пускорегулирующих аппаратах;

проверка наличия соответствующих надписей на щитках, панелях и аппаратах;

проверка наличия нагревательных элементов у тепловых реле и их соответствия номинальному току токоприемника;

регулирование одновременности включения и отключения ножей рубильников и переключателей;

замена предохранителей и плавких вставок;

проверка работы сигнальных устройств и целости пломб на реле и других аппаратах.

Дежурный персонал при необходимости должен осуществлять мелкий ремонт или замену вышедшей из строя аппаратуры.

В объем текущего ремонта входят:

операции технического обслуживания;

частичная разборка аппарата, чистка и промывка механических и контактных деталей;

выявление дефектных деталей и узлов, их ремонт и замена;

опиловка, зачистка и шлифовка всех контактных поверхностей;

проверка и регулирование плотности и одновременности включения соответствующих групп контактов;

замена сигнальных ламп и ремонт ее арматуры;

проверка исправности искрогасительных камер и перегородок;

проверка исправности подключенного к аппаратуре заземления;

проверка и регулированиее реле защиты и управления;

проверка наконечников, клемм и внутренней коммутации аппарата;

проверка и восстановление проходных изоляционных втулок и других видов изоляции выводных концов;

проверка целости и замена элементов сопротивления (при необходимости);

ремонт или замена подшипников и валов, смазка шарнирных соединений;

ремонт или замена катушек соленоидов и обмоток различного назначения;

восстановление надписей и маркировки, обновление чертежа схемы (при необходимости);

проверка и замена изоляторов;

восстановление изоляционного покрытия на катушках, панелях, перегородках и других деталях;

ремонт или замена фиксаторов, кулачков, пальцев, роликов тормозных устройств, возвратных механизмов и других деталей механической части контроллеров и командоаппаратов.

При ремонте электромагнитных муфт выполняют:

проверку нагрева корпуса муфты и дисков;

закрепление корпуса для предотвращения осевых перемещений;

проверка легкости перемещения якоря и четкости включения и отключения муфты;

проверка исправности системы подачи масла;

смена изношенных щеток, регулирование щеткодержателей;

чистка контактных колец и притирка поверхностей трения;

частичная разборка муфты и замена ленты феррадо (при необходимости);

долив изоляционного масла маслонаполненных аппаратов.

При ремонте распределительных пунктов и осветительных щитков выполняют:

текущий ремонт всей комплектующей аппаратуры с заменой отдельных аппаратов (при необходимости);

проверку состояния и ремонт ошиновки и электропроводки, подтяжку всех креплений и клемм;

окраску панелей (при необходимости).

В объем капитального ремонта входят:

работы текущего ремонта;

полная разборка аппарата;

чистка, промывка и сушка деталей;

отбраковка и ремонт вышедших из строя деталей и отдельных узлов;

перемотка или замена катушек всех назначений;

замена деталей механической части аппарата;

замена клемм, крепежных деталей и запорной арматуры;

ремонт или замена корпусов или кожухов дугогасительных камер;

замена изоляционного масла в маслонаполненных аппаратах.

Кроме общего для всех аппаратов объема работ выполняют следующие дополнительные работы:

для автоматов, магнитных пускателей и контакторов — проверку и регулирование хода и нажатия подвижных контактов, регулирование одновременности включения по фазам и зазора между подвижными и неподвижными рабочими контактами, проверку действия и регулирование механизма теплового реле, электромеханического привода, расцепителей перегрузки и короткого замыкания;

для командоаппаратов, командоконтроллеров и контроллеров — проверку креплений барабанных секторов, замену редуктора со сменой масла, переклепку тормозных колодок, регулирование фиксации по отношению к указателям положения, проверку взаимодействия отдельных узлов и механизмов;

для электромагнитов — замену изношенных полюсных наконечников, выводных изоляторов, контактных болтов, изношенных шайб и колец, замену изоляционной массы, проверку хода сердечника у тормозных электромагнитов.

Ремонт низковольтной аппаратуры. Ремонт магнитных пускателей заключается в разборке пускателя, очистке всех деталей от грязи и продуктов механического и электрического износа, отбраковке изношенных и поврежденных деталей, сборке и регулировании пускателя с заменой негодных деталей.

При сборке пускателя якорь и сердечник надо ставить в таком же положении, в каком они стояли до разборки. Сердечник и якорь нужно менять одновременно, в противном случае необходимо отшлифовать торцевые поверхности кернов оставляемого якоря или сердечника. Взаимное положение контактов без необходимости не меняют, так как взаимно приработавшиеся контакты изнашиваются меньше. При разборке камеры пускателя необходимо тщательно очистить металлической щеткой ее внутреннюю поверхность, особенно между фазными перегородками.

При регулировании контактов не должно быть заеданий пластмассового вкладыша, передающего контакту усилие пружины при его движении в обойме.

Ремонт контакторов заключается в замене изношенных деталей с последующей регулировкой. Для замены главных контактов снимают дугогасительную камеру, отвертывают винт, крепящий гибкое соединение к подвижному контакту, удаляют подвижный контакт, отвертывают винт, крепящий сменную часть неподвижного контакта, и снимают неподвижный контакт. Новые контакты устанавливают в обратной последовательности. Перед установкой кон-

тактов промывают детали, зачищают от окислений контактные поверхности и смазывают их тонким слоем технического вазелина.

После затяжки крепящих болтов протирают бензином размыкаемые контактные поверхности, проверяют нажатия, провалы, растворы и одновременность замыкания контактов, а также отсутствие задеваний подвижных контактов о стенки камеры.

Для смены прогоревших щек дугогасительной камеры снимают камеры, вынимают камеру с поврежденными щеками, разбирают ее, вынимают пластины дугогасительной решетки, очищают неповрежденные пластины от брызг металла и собирают камеру в обратной последовательности. При замене всей камеры новую камеру перед установкой сушат в течение 4—6 ч при температуре 100—120° С.

При замене лопнувшего короткозамкнутого витка необходимо, чтобы виток был плотно прижат к сердечнику. Замена материала витка или его конфигурации может привести либо к усилению гудения включенного контактора, либо к чрезмерному нагреву короткозамкнутого витка (максимально допустимая температура витка 200° С).

При замене вышедшей из строя втягивающей катушки следует обратить внимание на то, чтобы якорь при включении контактора не касался внутренней поверхности новой катушки, а между нажимными пластинами и катушкой необходимо поместить прокладки из электрокартона толщиной 2 мм.

При ремонте или замене деталей магнитной системы необходимо проверить, чтобы поверхности крайних кернов нового якоря и старого сердечника (или наоборот) по всей поверхности прилегали друг к другу и чтобы между средними стержнями оставался зазор 0,3—0,4 мм у контакторов III габарита и 0,15—0,2 мм у контакторов остальных габаритов. Этот зазор необходим для предупреждения «залипания» магнитной системы при отключении катушки контактора. После сборки магнитной системы необходимо добиться полного прилегания крайних кернов якоря и сердечника при включении контактора.

Запасные контакты можно изготовить из твердой шинной меди, гибкие соединения — из неотожженной медной фольги толщиной 0,1—0,2 мм или провода марки ПЩ. Новые асбестоцементные щеки можно сделать из листового асбестоцемента фрезерованием, а механически поврежденные — аккуратно склеить клеем БФ-2 без потеков на внутренней поверхности камер; с наружной стороны поврежденной камеры щель заклеивают тонким электрокартоном.

Пластины дионной решетки изготовляют из малоуглеродистой стали Ст30.

Изготовление якоря или сердечника в незаводских условиях нецелесообразно из-за сложности процесса.

При местных повреждениях изоляции приводного вала (трещины, сбои) поврежденные места покрывают бакелитовым лаком, туго обертывают кабельной бумагой и снова покрывают несколькими слоями лака. Запасные изоляционные колодки изготовляют из текстолита с последующей бакелизацией. Изоляционную панель контакторов изготовляют из гетинакса или текстолита.

Отремонтированный контактор испытывают по программе контрольных заводских испытаний.

Ремонт кулачковых контроллеров и командоконтроллеров в основном сводится к замене кулачковых шайб или изменению их профиля, когда электросхемой машины предусмот-

рена диаграмма замыкания контроллера, отличающаяся от заводской.

Для увеличения числа замыкающих положений увеличивают впадину. Разметку впадины проводят непосредственно на помещенной в контроллере шайбе, установив рукоятку контроллера в нужное положение.

Затем выполняют вырубку впадины до нужного профиля. Если необходимо увеличить выступ, шайбу изготовляют заново.

При отсутствии чертежей профиль кулачковой шайбы размечают по месту. Перед разметкой изготовляют из листового текстолита заготовку кулачковой шайбы, представляющую собой диск диаметром 100 мм, толщиной 10—12 мм с квадратным отверстием в центре 25×25 мм. Затем контроллер разбирают, заготовки шайб устанавливают в нужное место, выполняют разметку и вырубку необходимого профиля шайбы.

Ремонт катушек аппаратов. Каркасы изготовляют из электрокартона, бакелитовой бумаги или из листовой стали 0,5 мм, изолированной слоем миканита толщиной 1 мм.

Фланцы металлического каркаса изолируют шайбами из лакоткани, внутренний диаметр которых должен быть на 10 мм меньше диаметра каркаса. Изнутри шайбы надрезают по радиусу на 10 мм. В таком виде шайбы надевают на каркас, причем внутренний край отгибают, образуя дополнительную изоляцию катушки.

Наружный диаметр шайб на 12—15 мм должен быть больше диаметра катушки. После намотки катушки наружный край шайбы отгибают и изолируют катушку от краев фланца.

Для изготовления катушек применяют необмотанный эмалированный лакостойкий провод ПЭЛ.

При намотке провод укладывают равномерно без перекрещивания. Через каждые два слоя провода прокладывают лист тонкой бумаги. Выводы катушек надежно изолируют «чулком» из миканита. Для пайки проводов используют припой ПОС-40, в качестве флюса — канифоль.

Для пропитки катушек применяют лак № 458; сушка — воздушная.

К наружной поверхности катушки после ремонта прикрепляют табличку, на которой указывают дату ремонта, число витков катушки, напряжение.

19.5. Ремонт электросварочного оборудования. *Типовые объемы работ при техническом обслуживании, текущем и капитальном ремонтах.* Номенклатура оборудования — источники питания для электродуговой сварки, сварочные генераторы постоянного тока, сварочные преобразователи и выпрямители, источники питания для автоматов и полуавтоматов электродуговой сварки под флюсом и в защитных газах.

Техническое обслуживание включает следующие операции:

подсоединение и отсоединение оборудования от сети;

внешний осмотр деталей, доступных для осмотра при снятом кожухе, особенно изоляционных деталей;

чистка оборудования от грязи и флюсов;

чистка контактных поверхностей электрододержателей;

проверка целости изоляции питающей и сварочной цепи;

проверка исправности изоляционных прокладок;

подтяжка крепежных деталей и контактов;

проверка исправности кожухов и наличия заземляющих устройств.

Осмотры с заполнением журнала осмотров проводят по графику с периодичностью в зависимости от местных условий, но не реже одного раза в месяц, а для передвижного оборудования с периодичностью не реже двух раз в месяц.

Типовой объем текущего ремонта включает в себя производство операций технического обслуживания и, кроме того, следующие работы:

для сварочных выпрямителей, сварочных трансформаторов и других аппаратов дуговой сварки — проверку крепления кремниевых вентилей, выводных и соединительных контактов; мелкий ремонт изоляции трансформатора; ремонт переключателей напряжения, стопоров, винтового механизма, ходовой части, вентилятора, ограждений и кожуха; проверку работы воздушных реле; ремонт пускорегулирующей аппаратуры; замену или ремонт электрододержателя, изоляционных прокладок; проверку состояния и частичную замену проводов питающей и сварочной цепи; ремонт их соединений и изоляции; ремонт или замену струбцин; проверку наличия, а при отсутствии — установку постоянной перемычки между клеммой «Земля» на корпусе трансформатора и одной из клемм вторичной цепи;

для машин контактной электросварки — очистку оборудования от грязи и флюса; наружный осмотр и выявление дефектов; проверку контактных поверхностей, электродов, промежуточных и токоведущих подушек, вылетов и шпинделей, контактных соединений токопроводов; удаление следов электроэрозии с контактных соединений вторичных контуров; устранение нагрева в контактных соединениях первичной и вторичной коммутации; замену изношенных деталей токопровода и шинопровода; проверку отсутствия течи в системе водяного охлаждения; проверку исправности пневматических и пневмогидравлических систем и игнитронных прерывателей, их регулирование, а при необходимости — замену изношенных деталей и узлов; проверку состояния пускорегулирующей аппаратуры; устранение нагрева контактов; подтяжку контактных соединений; опробование машины в рабочем состоянии.

Типовой объем капитального ремонта включает в себя операции текущего ремонта, полную разборку оборудования, замену изношенных деталей и узлов, проверку прочности изоляции в соответствии с паспортными данными, при необходимости замену пускорегулирующей аппаратуры, окраску, испытание оборудования и, кроме того:

для сварочных выпрямителей, сварочных трансформаторов и других аппаратов электродуговой сварки — ремонт магнитопровода; ремонт или замену катушек трансформатора, дросселя, балластного реостата, осциллятора, изоляционных гребенок; замену вышедших из строя кремниевых вентилей, кожуха, вентилятора и других изношенных деталей и пускорегулирующей аппаратуры; полную замену проводов питания и сварочной цепи; ремонт и наладку воздушных реле;

для машин контактной сварки — замену при необходимости токоведущих башмаков, стержней, роликов и др.; промывку и очистку от накипи системы водяного охлаждения; ремонт механической части машин.

Ремонт сварочных трансформаторов. Подготовка к разборке. Трансформатор очищают от пыли и грязи. Внешним осмотром устанавливают наличие механических повреждений.

Замеряют сопротивление первичной и вторичной обмоток: сопротивление изоляции первичной обмотки должно быть не менее 1 МОм, вторичной — не менее 0,5 МОм.

Замеряют сопротивление изоляции стяжных шпилек магнитопровода относительно магнитопровода.

Проверяют отсутствие витковых замыканий напряжением 1,3 В в течение 5 мин.

Результаты внешнего осмотра и замеров сопротивления изоляции записывают в ведомость дефектов.

Разборка. Снимают две боковины кожуха, рукоятку регулировочного механизма и крышку кожуха. Вынимают стяжные шпильки, снимают угольники, опрессующие верхнее ярмо магнитопровода. Расшихтовывают верхнее ярмо магнитопровода, вынимают все ярмовые пластины. Снимают подвижную катушечную группу вторичного напряжения. Отсоединяют и снимают катушки первичного напряжения. Снимают все детали кожуха, колеса; очищают их от грязи и ржавчины.

Тщательно осматривают все узлы и детали и дополнительно записывают неисправности в ведомость дефектов. Детали складывают в комплектовочный ящик.

Ремонт магнитопровода. Для устранения механических повреждений пластин (вмятин, загибов) магнитопровод расшихтовывают и проверяют состояние листов стали. Дефектные листы выправляют деревянным молотком на правильной плите. При наличии трещин и рваных мест незначительных размеров поврежденное место листа вырезают, зачищают заусенцы на всей длине выреза.

Осматривают межлистовую изоляцию. Цвет дефектной изоляции черный и при расшихтовке она отпадает полностью или частично.

Технология восстановления межлистовой изоляции и изоляции стяжных шпилек относительно магнитопровода не отличается от описанной выше технологии ремонта силовых трансформаторов.

Изготовление обмоток. Подбирают провод, шаблон, изоляционные детали, материал, инструмент. Устанавливают и закрепляют шаблон на шпинделе станка, укладывают конец провода с барабана в зажимное устройство.

При намотке катушек первичной обмотки торцевые витки каждого слоя или ряда изолируют тафтяной лентой в полнахлеста и прокладками из электрокартона толщиной 0,5 мм. Катушки перевязывают с четырех сторон тафтяной лентой. Вывод «Начало» изолируют в процессе намотки электроизоляционным картоном и лакотканью и закрепляют киперной лентой. После приварки вывода «Конец» последний виток катушки изолируют, укладывают на место и закрепляют.

Все изоляционные прокладки вырезают и перегибают по шаблонам и проверяют по месту, после чего пропитывают в лаке № 458 и сушат при температуре 100—105° С в течение 2—3 ч. Края прокладок должны выступать над проводами катушки на 3—4 мм. Все детали из дерева: клинья для крепления катушек, распорки, прокладки изготовляют из сухого дерева твердых пород (преимущественно из березы) с последующей пропиткой лаком № 458. Изделия из дерева после пропитки просушивают в течение 2—2,5 ч в сушильном шкафу при 80—90° С.

Пропитывают катушки в ваннах лаком № 458. Катушки выдерживают в лаке до полного выхода пузырьков воздуха, но не менее

15—20 мин. После пропитки катушки кладут на сетку над ванной для стекания излишков лака.

Сушат катушки в сушильном шкафу при 85—100° С в течение 4—8 ч до полного отсутствия «отлипа» лака в горячем состоянии.

По окончании сушки на концы выводов катушки напрессовывают (или приваривают) наконечники: концы выводов катушки и места сварки изолируют тафтяной лентой и покрывают лаком № 458.

Последовательность операций по изготовлению катушек вторичной обмотки трансформатора такая же, как и при изготовлении катушек первичной обмотки.

Изготовление и пропитка клеммных щитков. В доске из асбестоцемента просверливают по шаблону отверстия: 4 отверстия Ø 8,5 мм и 2 отверстия Ø 12,5 мм.

После механической обработки щиток помещают в сушильный шкаф, где его сушат при температуре 130—140° С. Продолжительность сушки перед пропиткой зависит от толщины асбестоцемента:

Толщина асбестоцемента, мм	10	15	20	25
Продолжительность сушки, ч	16	21	25	37

Нагретые щитки после выемки из сушильного шкафа охлаждают до температуры 50—60° С и погружают в ванну с глифталевым лаком комнатной температуры. Продолжительность пропитки зависит от толщины асбестоцемента:

Толщина асбестоцемента, мм	10	15	20	25
Продолжительность пропитки, ч	10	15	20	25

Пропитывать щитки можно в нефтяном битуме БН-III-V при температуре 250° С или в парафине при температуре 140° С.

Для удаления летучих продуктов пропитывающих составов щитки после пропитки подвергают повторной сушке.

При пропитке щитков лаком сушка происходит при температуре 140—150° С в течение 12—18 ч; при пропитке щитков битумом при температуре 150—200° С в течение 12—24 ч.

При пропитке щитков парафином сушки не требуется.

При ремонте кожуха выправляют вмятины, устанавливают на кожухе фирменную табличку, заземляющий болт, наносят маркировку напряжений на клеммах щитка. На крышке кожуха устанавливают рым-болт. Острые кромки и сварные швы зачищают. Кожух должен легко сниматься и устанавливаться одним человеком.

Приемка и испытание. Отремонтированный сварочный трансформатор проходит пооперационный и окончательный контроль.

В процессе ремонта должны быть проверены и приняты магнитопровод, первичная и вторичная обмотки, клеммный щиток, указатель сварочного тока, регулирующее устройство.

После сборки сварочный трансформатор проходит испытания, при которых проверяют:

сопротивление изоляции обмоток относительно корпуса и между собой (сопротивление изоляции должно быть: первичной обмотки относительно корпуса — не менее 1 МОм, вторичной обмотки — не менее 0,5 МОм, между обмотками высокого и низкого напряжения — не менее 1 МОм);

электрическую прочность междувитковой и междуслоевой изоляции (пробой изоляции недопустим);

нагрузочную способность трансформатора (номинальное значение вторичного напряжения под нагрузкой должно составлять 30 В).

Производят испытание трансформатора на холостом ходу. Ток холостого хода не должен превышать 10% тока нагрузки.

Маркировка. На отремонтированном трансформаторе укрепляют новую паспортную табличку, на которой указывают: наименование ремонтного предприятия, тип трансформатора, заводской номер, первичное напряжение в вольтах, вторичное напряжение при холостом ходе и номинальной нагрузке в вольтах, номинальные значения первичного и вторичного тока в амперах, пределы регулирования сварочного тока, номинальную потребляемую мощность в киловаттамперах, коэффициент мощности при номинальной нагрузке. год выпуска из ремонта.

20. ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВОМ

20.1. Структура энергетической службы и виды работ, выполняемых ею. Структура энергетических служб строительных организаций (табл. 554) отражает положения, характерные для большинства организаций. Однако в зависимости от объема строительно-монтажных работ, количества энергетического оборудования и характера работ она имеет отличия в различных организациях. Руководителям министерств, главных управлений (управлений), комбинатов и объединений предоставлено право разрабатывать и утверждать структуру и штаты энергетических подразделений в аппарате управления в пределах установленного фонда заработной платы и предельной численности работников управления.

Основные обязанности главного энергетика строительно-монтажного (специализированного) треста:

1) техническое руководство работой энергетиков строительных организаций и промышленных предприятий треста;

2) контроль за выполнением персоналом, обслуживающим энергоустановки, энергосети и слаботочные устройства на стройках и предприятиях треста, правил, инструкций и других нормативных документов по их технической эксплуатации;

3) контроль за соблюдением на стройках и предприятиях треста правил техники безопасности работы энергооборудования, энергосетей и слаботочных устройств, а также за обеспечением обслуживающего их персонала проверенными и испытанными защитными средствами; контроль за состоянием и испытанием предохранительных и заземляющих устройств;

4) контроль в организациях и на предприятиях треста за проведением инструктажей и обучением рабочих, занятых обслуживанием энергооборудования и сетей, безопасным методам работы, за наличием предупреждающих надписей, за обеспечением рабочих спецодеждой, защитными средствами и приспособлениями;

5) участием в расследовании причин аварий и случаев преждевременного выхода из строя энергоустановок, сетей и слаботочных устройств; разработка и проведение мероприятий по их предотвращению;

6) обследование технического состояния, правильности эксплуатации, содержания и хранения энергетического оборудования в строительных организациях и на промышленных предприятиях треста;

554. Временные нормы численности инженерно-технических работников энергетических служб в органах управления, организациях и предприятиях (Минпромстрой СССР)

Организации, предприятия	Годовой план работ по общему объему (млн. руб.) или группа оплаты труда работников	Число штатных единиц	Должность
Минпромстрои союзных республик, территориальные главные управления по строительству	Свыше 300	3	Главный энергетик, ст. инженер-теплотехник, инженер-электрик
Минпромстрои союзных республик, территориальные главные управления по строительству	Менее 300	2	Главный энергетик, инженер-теплотехник
Строительно-монтажные комбинаты и объединения	Свыше 100	2	Главный энергетик, инженер-теплотехник
Строительно-монтажные комбинаты и объединения	Менее 100	1	Главный энергетик
Строительно-монтажные и специализированные тресты (управления строительства)	I—II группы	2	Главный энергетик, инженер-теплотехник
	III—IV группы	1	Главный энергетик
Строительно-монтажные управления и приравненные к ним организации	I—II группы	1	Старший инженер-энергетик
	III—IV группы	1	По совместительству гл. механик

Примечания: 1. Работники энергетических служб, согласно нормативам, входят в общую нормативную (установленную) численность аппарата управления, организаций и предприятий.

2. Для промышленных предприятий и производственных объединений численность работников энергетических служб устанавливает руководитель с учетом конкретных условий.

7) организация временного энергоснабжения строительных площадок треста;

8) разработка организационно-технических мероприятий по рациональному использованию и экономии электроэнергии, теплоэнергии, топлива и контроль за их выполнением;

9) разработка норм расхода электроэнергии, теплоэнергии и топлива; контроль за их выполнением;

10) осуществление мероприятий по повышению коэффициента использования энергоустановок (электродвигателей, трансформаторов, котельных и др.) и коэффициента мощности;

11) контроль за выполнением годовых и квартальных графиков планово-предупредительного ремонта энергооборудования и слаботочных устройств на стройках и предприятиях треста;

12) участие в разработке графика проведения планово-предупредительного ремонта строительных машин с электрическим приводом;

13) организация централизованного ремонта электрооборудования;

14) технический надзор за вводом в действие энергетического оборудования собственного строительства, за соблюдением режимов пускового периода, а также участие в приемке в эксплуатацию смонтированного энергооборудования;

15) контроль за правильностью ведения подземного энергохозяйства и за осуществлением инструктажа по правилам производства работ вблизи энергетических коммуникаций;

16) разработка мероприятий по подготовке энергетического оборудования к работе в зимних (летних) условиях эксплуатации; контроль за выполнением этих мероприятий;

17) контроль за соблюдением стройками и предприятиями треста графиков нагрузки, установленных энергосистемой и системой газоснабжения; принятие мер по поддержанию режима, установленного энергосистемой и системой газоснабжения;

18) подготовка и проведение мероприятий по совершенствованию и перспективному развитию энергохозяйства строек и предприятий треста;

19) разработка планов-заявок на электротехническое, котельное и слаботочное оборудование, запасные части, вспомогательные материалы и кабельную продукцию для ремонтно-эксплуатационных нужд; распределение их между строительными организациями треста;

20) составление расчетов потребности и балансов электроэнергии, теплоэнергии (пара и горячей воды) и котельно-печного топлива;

21) оформление документации на списание энергооборудования, предъявление заводам-изготовителям актов рекламации на энергооборудование;

22) составление отчетов о выполнении норм расхода топлива, теплоэнергии и электроэнергии, о электробалансе и составе энергетического оборудования, о работе электростанций и раздела «Энергетика» в объяснительной записке к годовому отчету треста;

23) организация учета расхода электроэнергии, теплоэнергии и топлива на стройках и предприятиях треста;

24) внедрение в энергохозяйство строек и предприятий треста новой техники; модернизация имеющегося оборудования с целью повышения технико-экономических показателей;

25) обобщение передового опыта эксплуатации энергооборудования и организация обмена опытом работы;

26) участие в составлении программ обучения и повышения квалификации рабочих и инженерно-технического персонала, занятых эксплуатацией и монтажом энергетического оборудования и сетей;

27) обеспечение подведомственных организаций треста инструктивными и нормативными материалами по эксплуатации и ремонту энергооборудования и сетей.

В подчинении главного энергетика находятся:

электроремонтный цех или производственный участок по ремонту электрооборудования;

трансформаторные подстанции и распределительные устройства;
котельные установки;
компрессорные станции;
участки по ремонту систем отопления, водоснабжения, канализации и обеспечения сжатым воздухом;
службы энергетиков (механиков) цехов или участков по ремонту оборудования на производственных участках (функционально);
склады запасных частей и оборудования (функционально).

На рис. 117 представлена схема организации и управления энергетическим хозяйством завода железобетонных изделий мощностью 150 тыс. м³ железобетона.

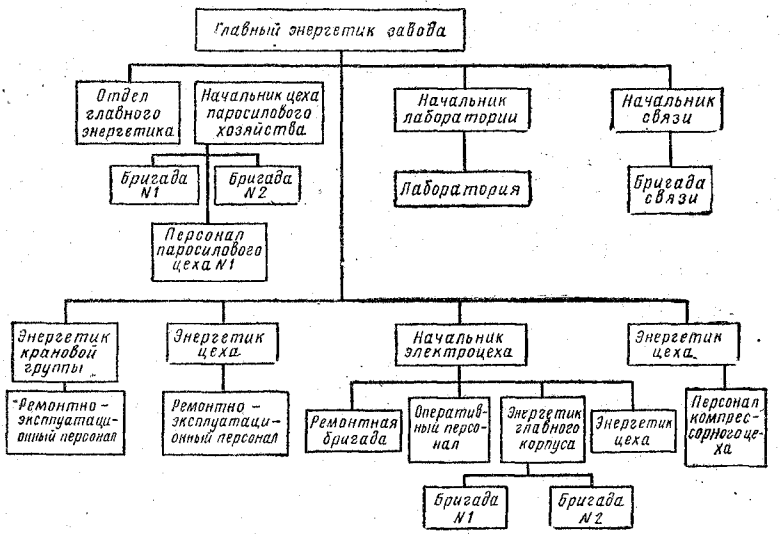


Рис. 117. Структурная схема организации и управления энергетическим хозяйством завода железобетонных изделий

20.2. Источники финансирования и поощрения ремонтного и дежурного персонала. *Источники финансирования.* Финансируют работы по техническому обслуживанию (осмотры, проверки, испытания и текущий ремонт) энергетического оборудования и сетей за счет сметы эксплуатационных расходов цехов или предприятия.

Финансирование капитальных ремонтов энергетического оборудования и сетей производят за счет амортизационных отчислений. Для финансирования капитального ремонта электротехнического оборудования, входящего в состав технологического оборудования, используют амортизационные отчисления, начисленные от стоимости технологического оборудования, так как балансовая стоимость технологического оборудования включает в себя стоимость и комплектующего его электротехнического оборудования.

Нормы амортизационных отчислений на энергетическое оборудование представлены в табл. 555.

555. Нормы амортизационных отчислений на энергетическое оборудование (% к балансовой стоимости)

Виды основных фондов	Нормы амортизационных отчислений		
	общая	на капитальный ремонт	на полное восстановление
Силовые машины и оборудование			
Электродвигатели мощностью, кВт:			
до 100	12,6	3,1	9,5
более 100	8,1	2,8	5,3
Передвижные электростанции	23,5	11	12,5
Силовое электротехническое оборудование и распределительные устройства	6,4	2,9	3,5
Выпрямители селеновые	8,6	3,6	5
Котельные установки, работающие на малозольном твердом топливе $A^{п} \leqslant 5\%$ и $S^{п} \leqslant 0{,}3\%$ на 1000 кг/ккал	8,5	5	3,5
Воздушные линии электропередачи напряжением от 0,4 до 20 кВ:			
на металлических или железобетонных опорах	3,6	0,6	3
на опорах из пропитанной древесины	5,7	1,7	4
Насосы погружные	22,5	5	17,5
Воздухосборники			
Вентиляционные системы главного проветривания (включая вентиляторы, воздухопроводы, камеры увлажнения, подогрева или охлаждения воздуха и т. д.)	11,6	2	9,6
Трубопроводы (газопроводы, паропроводы и т. д.)			
Газопроводы чугунные (с раструбами)	4,4	2,7	1,7
Канализационные сети (коллекторы и уличная сеть с колодцами и арматурой):			
керамические	3,3	0,8	2,5
железобетонные и бетонные	5,8	0,8	5
асбестоцементные	4,4	1,4	3,3
Сети водопровода с колодцами, колонками, гидрантами и прочим оборудованием (включая водопроводы):			
стальные	5,5	0,5	5
чугунные	2,4	0,7	1,7
железобетонные	4	0,7	3,3
Газопроводы стальные и сооружения из них (без учета оборудования газорегуляторных пунктов)	3,3	0,8	2,5
Трубопроводы (межцеховые) общезаводского хозяйства технологические	13,1	4,8	8,3
Трубопроводы тепловых сетей, стальные, работающие в условиях непроходимых тоннелей, с воздушным зазором (подвесная изоляция)	4,8	0,8	4

Продолжение табл. 55в

Виды основных фондов	Нормы амортизационных отчислений		
	общая	на капитальный ремонт	на полное восстановление
Компрессорные машины и оборудование			
Компрессоры поршневые общего назначения давлением до 0,8 МПа с подачей до 20 м³/мин	12,6	5,9	6,7
То же, производительностью более 20 м³/мин	9,5	4	5,5
Компрессоры передвижные	19,2	5,3	13,9
Насосы и вентиляторы			
Насосы вакуумные	10,1	1,9	8,2
Центробежные насосы водопроводные	19,3	6,8	12,5
Насосы для перекачивания жидкостей, корродирующих металл	43,3	10	33,3
Кабельные сети			
Кабели со свинцовой оболочкой напряжением до 10 кВ	2,3	0,3	2

Примечание. При подсчете нормы амортизационных отчислений на капитальный ремонт котельных установок используют коэффициенты: в зависимости от фактического числа часов работы в году (3500 ч работы в году и менее) — 0,7; при работе на газе — 0,8; при сжигании высокосернистого мазута — 1,4.

Поощрение ремонтного и дежурного персонала. За образцовую эксплуатацию и ремонт оборудования ремонтный и дежурный персонал поощряют в соответствии с принятой на предприятии системой поощрения, при этом учитывают:

качество выпускаемой продукции, работу оборудования без аварий и внеплановых простоев на ремонт;

качество ремонта оборудования, обеспечивающее его эксплуатацию до следующего очередного ремонта;

время простоя оборудования в ремонте (должно быть не более планового); соблюдение правил техники безопасности.

Премирование за экономию топливно-энергетических ресурсов осуществляют в соответствии с Положением о премировании работников промышленных и строительных предприятий, предприятий железнодорожного и автомобильного транспорта, коммунального хозяйства, геологоразведочных и буровых организаций, утвержденного постановлением Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам и Секретариата ВЦСПС от 26 ноября 1965 г. № 770/35 с учетом изменений, внесенных постановлениями Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам и Секретариата ВЦСПС от 30 апреля 1968 г. № 112/12 и от 3 ноября 1970 г. № 415/31.

Премирование осуществляют только на предприятиях, для которых утверждены в установленном порядке удельные нормы расхода

топлива, электрической и тепловой энергии, сжатого воздуха и воды, а учет расхода топлива и других видов энергии проводится контрольно-измерительными приборами.

20.3. Численность эксплуатационного и ремонтного персонала. Численность рабочих H, необходимых для проведения всех видов ремонта, осмотров, проверок, испытаний и технического обслуживания, определяют по формуле

$$H = \frac{T_{к.р} + T_{т.р} + T_{о} + T_{п} + T_{т.о}}{\Phi_{д} K_{в.н}},$$

где $T_{к.р}$, $T_{т.р}$, $T_{о}$, $T_{п}$, $T_{т.о}$ — годовая плановая трудоемкость соответственно капитальных ремонтов, текущих ремонтов, осмотров, проверок и испытаний, технического обслуживания; $\Phi_{д}$ — действующий годовой фонд рабочего времени (по данным планового отдела); $K_{в.н}$ — коэффициент выполнения норм, планируемый для данной категории рабочих.

Нормы трудоемкости ремонтов, приведенные в табл. 556—563, можно применять лишь для планирования рабочей силы и мощностей ремонтных служб.

556. Нормы трудоемкости ремонта (чел.-ч) односкоростных трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором напряжением до 660 В

Мощность	Капитальный ремонт с полной перемоткой обмоток	Капитальный ремонт без перемотки обмоток	Текущий ремонт	Мощность	Капитальный ремонт с полной перемоткой обмоток	Капитальный ремонт без перемотки обмоток	Текущий ремонт
До 0,8	11	6	2	55,1—75	69	37	15
0,81—1,5	12	6	2	75,1—100	85	44	18
1,6—3	13	7	3	101—125	110	57	22
3,1—5,5	15	8	3	126—160	130	68	27
5,6—10	20	11	4	161—200	140	75	30
10,1—17	27	14	6	201—250	155	82	33
17,1—1,22	32	17	7	251—320	175	92	36
22,1—30	40	21	8	321—400	195	102	40
30,1—40	47	25	10	401—500	225	120	44
40,1—55	55	29	12	501—630	260	135	52

Примечания: 1. Поправочные коэффициенты к нормам трудоемкости ремонтов и технического обслуживания:

При частоте вращения, мин$^{-1}$:	
3000	0,8
1000	1,1
750	1,2
600	1,4
500 и ниже	1,5
Для коллекторных машин постоянного и переменного тока	1,8
Для синхронных машин	1,2
Для электродвигателей с фазным ротором, взрывозащищенных, крановых, погружных и многоскоростных электродвигателей	1,3
При напряжении, кВ, до:	
3,3	1,7
6,6	2,1

2. При наличии нескольких показателей, утяжеляющих ремонт, вводится соответствующее число поправочных коэффициентов. Так, для взрывозащищенного электродвигателя с фазным ротором дважды вводится коэффициент 1,3. Таким образом, плановая трудоемкость определяется как произведение трудоемкости, взятой из табл. 247, на соответствующие поправочные коэффициенты.

3. В трудоемкость ремонта и технического обслуживания не входят трудоемкость ремонта пускорегулирующих устройств и регуляторов частоты вращения, напряжения и частоты тока, а также другой коммутационной аппаратуры, трудоемкость ремонта которых нормируют по табл. 558.

557. Нормы трудоемкости ремонта трансформаторов и силовых преобразователей (чел.-ч)

Оборудование	Капитальный ремонт	Текущий ремонт	Осмотр
Силовые трансформаторы трехфазные двухобмоточные масляные до 10 кВ мощностью, кВ·А:			
до 63	130	25	2
100	150	30	2
180	170	34	2,5
250	190	40	3
400	220	45	3,5
630	250	50	4
1000	300	60	4,5
Подстанции однотрансформаторные комплектные внутренней установки до 10 кВ мощностью, кВ·А:			
до 160—250	300	80	6
400—630	400	100	8
1000	500	150	10
То же, наружной установки мощность, кВ·А:			
до 250—400	360	100	8
630—1000	600	180	10
Масляные выключатели внутренней установки на номинальный ток, А:			
до 600	24	8	1
1000	30	10	1
2000	40	12	1
3000	60	18	1
Масляные выключатели наружной установки до 35 кВ на номинальный ток, А:			
до 600	30	10	1
1000	40	12	1
2000	52	16	1,5
3000	80	24	2
5000	100	30	2
Разъединители внутренней установки трехполюсные с номинальным током, А:			
до 600	15	4	0,5
1000	20	6	0,5
2000	25	7	0,5
4000	30	9	0,5
5000	45	13	0,5
Разъединители наружной установки до 35 кВ на номинальный ток, А:			
до 600	20	6	1
1000	25	7	1
2000	30	9	1
4000	40	12	1

Продолжение табл. 557

Оборудование	Капитальный ремонт	Текущий ремонт	Осмотр
Приводы ручные для выключателей и разъединителей	6	2	Входит в трудоемкость осмотра основной аппаратуры
Приводы с электродвигателем для выключателей и разъединителей	10	3	—
Разрядники трубчатые и вентильные до 35 кВ	4	2	—
Предохранители на напряжение до 35 кВ	4	2	—
Селеновые и купроксные выпрямители для гальванических ванн на ток, А:			
до 200	30	10	—
600	45	14	—
Селеновые выпрямители с масляным охлаждением на ток, А:			
до 500	60	20	—
2500	120	36	—
Селеновые и купроксные выпрямители для электромагнитных плит и зарядки аккумуляторов	8	2	—
Агрегаты полупроводниковые с кремниевыми вентилями для зарядки кислотных батарей и щелочных аккумуляторов	12	3	—
Преобразователи силовые (кремниевые) для питания гальванических ванн на ток, А:			
до 320	40	14	—
630	60	20	—
1600	80	25	—
3200	110	35	—
Преобразователи ртутные многоанодные напряжением до 600 В на номинальный выпрямленный ток, А:			
до 500	140	40	3
1000	180	60	3
Преобразователи ртутные из одноанодных вентилей напряжением до 600 В на номинальный выпрямленный ток, А:			
до 3000	840	200	5
6000	1600	300	6

Примечания: 1. Для трансформаторов и аппаратуры высокого напряжения наружной установки к продолжительности межремонтного периода вводится поправочный коэффициент 0,75. Межосмотровый период планируют лишь для объектов, не имеющих постоянного дежурного персонала.

2. Осмотры трансформаторов и аппаратуры высокого напряжения проводят в установках без постоянного дежурства персонала не реже одного раза в месяц, а в трансформаторных пунктах — не реже одного раза в 6 мес.

3. Внеочередные осмотры трансформаторов проводят при резком изменении температуры наружного воздуха и при каждом отключении трансформатора газовой и дифференциальной защитой. Распределительные устройства со всей аппаратурой подлежат внеочередному осмотру после отключения короткого замыкания. В зависимости от местных условий (усиленное загрязнение) и при неблагоприятной погоде (сильный туман, мокрый снег, гололед) открытые трансформаторные подстанции подвергают дополнительным осмотрам.

4. При капитальном ремонте оборудования без замены обмоток, но с выемкой сердечника нормы принимают с коэффициентом 0,7.

5. Для сухих трансформаторов вводят коэффициент 0,7.

6. Для силовых трансформаторов напряжением 20—35 кВ вводят коэффициент 1,3; для трансформаторов питания ртутных преобразователей со встроенными уравнительными реакторами — коэффициент 1,1.

7. Нормы трудоемкости ремонта комплектных двухтрансформаторных подстанций увеличивают введением коэффициента 1,8.

8. Нормы трудоемкости технического обслуживания принимают ежемесячно на каждую смену в размере 10% нормы текущего ремонта.

9. Нормы трудоемкости ремонта комплектных распределительных устройств суммируют из норм трудоемкости ремонта входящих в их состав высоковольтной аппаратуры и приборов.

558. Нормы трудоемкости ремонта аппаратуры (чел.-ч)

	Капитальный ремонт	*Текущий ремонт*
Рубильники с центральной рукояткой трехфазные на номинальный ток, А:		
до 400	—	0,8
» 600	2,5	0,9
» 800	3	1
» 1000	4	1,4
» 1500	6	2
Переключатели с центральной рукояткой трехфазные на номинальный ток, А:		
до 200	—	0,8
» 400	—	1,2
» 600	5	1,6
Выключатели автоматические воздушные универсальные с рычажным и электромагнитным приводом на номинальный ток, А:		
до 400	—	6
» 600	20	7
» 800	25	9
» 1000	30	11
» 1500	35	13
То же, с электродвигательным приводом на номинальный ток, А:		
до 400	30	10
» 800	40	14
» 1000	50	16
» 1500	60	20
Выключатели автоматические становочные трехфазные на номинальный ток, А:		
до 200	—	4
» 400	—	5
» 600	20	6
Пускатели магнитные нереверсивные для электродвигателей мощностью, кВт:		
до 17	—	2
» 30	10	3
» 55	14	5
» 75	18	6
Контакторы переменного тока на номинальный ток, А:		
до 150	—	6
» 300	—	7
» 600	30	10
Контакторы постоянного тока на номинальный ток, А:		
до 150	—	5
» 350	—	6
» 600	26	8

	Капитальный ремонт	Текущий ремонт
Контакторы электромагнитные воздушные на номинальный ток, А:		
до 160	—	2,5
» 400	—	3,5
» 630	14	4,5
Пакетные выключатели на номинальный ток, А:		
до 100	—	1,5
» 250	—	2
» 400	—	3
Пакетные переключатели на номинальный ток, А:		
до 63	—	1,5
» 100	—	2
» 250	—	3
» 400	12	4
Микропереключатели	—	0,4
Переключатели барабанные без блок-контактов на номинальный ток 10 А	—	1,5
То же, с блок-контактами на ток 50 А с числом контактных элементов:		
до 9	—	1,5
» 12	—	3
» 15	—	4
Командоаппараты кулачковые регулируемые с числом рабочих цепей:		
до 6	9	3
» 8	14	5
» 16	45	16
» 24	52	18
Командоаппараты кулачковые нерегулируемые с числом рабочих цепей:		
до 6	6	2
» 10	9	3
» 13	12	4,2
Контроллеры кулачковые постоянного и переменного тока для электродвигателей мощностью, кВт:		
до 25	15	5
» 45	17	6
» 65	18	7
» 80	21	8
» 110	25	8
Контроллеры магнитные крановые переменного тока для управления одним двигателем мощностью, кВт:		
6—36	30	10
20—100	40	14
То же, для управления двумя двигателями мощностью 2×20...2×100 кВт	70	24
Контроллеры магнитные крановые постоянного тока для управления одним двигателем мощностью, кВт:		
20—80	35	12
40—150	40	14

	Капитальный ремонт	Текущий ремонт
То же, для управления двумя двигателями мощностью, кВт:		
2×20...2×80	60	21
2×40...2×150	70	24
Командоконтроллеры с числом цепей:		
6	8	3
12	11	4
Универсальные ключи и переключатели с числом секций:		
4	—	0,8
8	—	1,0
12	4,5	1,6
16	6	2
Кнопки управления (на 10 шт.) с числом кнопок:		
2	—	0,2
3	—	0,3
4	—	0,5
9	—	1
Ящики сопротивления защищенные с числом элементов 6—45 и предельным током до 200 А объемной мощностью, Вт:		
1200	4	1,4
2000	5	1,7
2800	6	2
3600	8	2,8
4800	10	3,5
6000	12	4
7200	15	5,2
9000	18	6
Реостаты пусковые масляные для двигателей мощностью, кВт:		
50	12	4
75	18	6
100	20	7
175	25	9
300	40	14
500	50	18
Реостаты возбуждения для генераторов низкого напряжения и зарядных генераторов, объемной мощностью, Вт:		
300	12	4
550	15	5
840	18	6
Реостаты пусковые и пускорегулирующие постоянного и переменного тока с минимальной и максимальной защитой с ручным приводом на номинальный ток, А:		
40	18	6
100	22	8
200	30	10
Реле управления и защиты общепромышленного назначения:		
промежуточные электромагнитные	—	1
напряжения и максимального тока, времени	—	1,3
электромеханические реле контроля скорости	—	1,5
мощности	4,5	1,5

Продолжение табл. 5

	Капитальный ремонт	Текущий ремонт
быстродействующие реле времени	10	3,5
программные	30	10
Релейная защита и электроавтоматика со вторичными сетями на одну питающую линию	30	10
Муфты фрикционные электромагнитные с передаваемым моментом, Н·м:		
1000	6	2
1600	8	3
Электромагниты тянущие и толкающие с тяговым усилием до 250 Н	8	3
Электромагниты грузоподъемные, кН:		
60	1200	42
160	1900	50
200	2500	75
Электромагниты тормозные переменного тока с тяговым усилием, Н:		
350	120	4
700	170	6
1150	250	8
1400	300	11
Магнитные плиты для шлифовальных станков площадью, м^2:		
0,12	12	4
0,23 и более	15	5
Пункты распределительные силовые с числом установочных трехфазных автоматических выключателей до 200 А, шт.:		
4	20	8
6	30	10
8	40	14
10	50	16
12	60	20
Щитки осветительные распределительные с числом автоматических выключателей:		
4	14	5
8	18	6
16	25	8
20	30	11
30	35	13
Трансформаторы для местного освещения, селеновых выпрямителей и цепей управления мощностью, Вт:		
до 250	5	1,5
» 630	6	1,7
» 1000	8	2,5
» 1600	10	3
» 2500	15	5
Стабилизаторы напряжения мощностью, Вт:		
160	8	2,5
280	11	3
500	16	4
900	20	7
Приводы с магнитным усилителем трехфазные на номинальную мощность до 1,5 кВт	30	12
Электроосветительная арматура (10 светильников):		
с одной лампой накаливания	—	2,5
с люминесцентными лампами с числом ламп		

Продолжение табл. 558

	Капитальный ремонт	*Текущий ремонт*
не более двух	—	3
с люминесцентными лампами с числом ламп 4 и более	—	4
во взрывобезопасном исполнении	10	3
с ртутными лампами высокого давления	—	5

Примечания: 1. Поправочные коэффициенты к нормам трудоемкости текущего ремонта:

Аппаратуры во взрывобезопасном исполнении	1,6
Рубильника и переключателя с боковой рукояткой	1,2
Реверсивного магнитного пускателя	1,8
Светильника, расположенного на высоте более 4 м и встроенного в междуэтажные перекрытия	1,3
Двухполюсного рубильника, переключателя, выключателя автоматического и пускателя магнитного	0,75
Осветительного щитка с пробочными предохранителями	0,8

2. Норму трудоемкости технического обслуживания в течение 1 мес принимают равной 10% нормы текущего ремонта.

559. Нормы трудоемкости ремонта электросварочного оборудования (чел.-ч)

	Капитальный ремонт	*Текущий ремонт*
Однопостовые сварочные преобразователи на номинальный сварочный ток, А:		
120	70	24
300	80	28
500	120	40
1000	180	60
Многопостовые сварочные преобразователи на номинальный сварочный ток, А:		
500	160	55
1000	220	75
Сварочные генераторы постоянного тока для передвижных сварочных агрегатов на номинальный сварочный ток, А:		
120	50	17
300	60	24
500	80	28
1000	130	45
Однопостовые сварочные выпрямители на номинальный сварочный ток, А:		
125	70	24
300	100	35
500	180	60
600	220	80
1000	250	90
Многопостовые сварочные выпрямители на номинальный сварочный ток, А:		
1000	300	100
1600	400	140
3000	550	190
Сварочные трансформаторы на номинальный сварочный ток, А:		
160	30	10
300	40	14
500	60	20
1000	90	30
2000	150	45
Реостаты балластные на 30 А	20	7
Осциллляторы	23	8

Продолжение табл. 559

	Капитальный ремонт	*Текущий ремонт*
Автоматы и полуавтоматы для дуговой сварки и наплавки под флюсом и в защитных газах с источником питания от однопостовых сварочных преобразователей на номинальный сварочный ток 500 А	140	45

Примечания: 1. Нормы приведены с учетом ремонта пускорегулирующей аппаратуры для всех электросварочных машин с механическим и ручным приводом.

2. Для машин контактной сварки, оборудованных пневматическим или пневмогидравлическим приводом и игнитронными прерывателями, для норм на капитальный и текущий ремонты вводится поправочный коэффициент 1,6.

3. Норма на техническое обслуживание в течение одного месяца принимается равной 10% нормы текущего ремонта.

4. В нормах предусмотрены станочные работы в размере 10% и прочие работы в размере 10%.

560. Нормы трудоемкости капитального/текущего ремонта кислотных аккумуляторных батарей (чел.-ч)

Емкость батареи, А·ч	При напряжении батареи, В				
	12-24	48	60	110	220
До 72	120/20	140/30	160/40	220/40	360/70
144	130/24	160/40	175/40	250/50	400/80
288	140/30	170/40	180/40	270/55	460/90
432	150/30	175/40	200/40	290/60	500/100
576	155/35	180/40	220/45	310/60	570/160
720	160/40	200/40	230/50	340/70	630/160
1152	240/50	300/60	320/65	390/80	800/160
1440	250/60	320/70	340/70	440/90	890/180
1728	270/60	340/70	370/70	490/100	1000/200
2304	370/75	540/110	570/115	700/140	1400/280

Примечания: 1. Нормы капитального ремонта учитывают полную разборку всех элементов батареи. При разборке 50% элементов вводят поправочный коэффициент 0,7, а при замене всех сепараторов без замены и ремонта элементов — поправочный коэффициент 0,5.

2. Норму технического обслуживания в течение 1 мес принимают равной 10% нормы текущего ремонта.

561. Нормы трудоемкости капитального/текущего ремонта щелочных аккумуляторных батарей (чел.-ч)

Емкость батареи, А·ч	При напряжении батареи, В							
	12,5		25		32,5		50	
60—120	10	1,5	20	2	26	3	40	6
250—300	12	2	24	4	32	5	48	7
400—500	15	3	30	5	40	6	60	9

Примечание. Норма трудоемкости технического обслуживания в течение 1 мес принимается равной 10% нормы текущего ремонта.

562. Нормы трудоемкости ремонта приборов (чел.-ч)

	Капитальный ремонт	*Текущий ремонт*	*Проверка*
Щитовые электроизмерительные:			
амперметры, вольтметры, омметры, миллиамперметры магнитоэлектрической системы класса 1—2,5	4,5	1,5	0,2
амперметры, вольтметры, миллиамперметры электромагнитной системы класса 1—2,5	4	1,3	0,2
частотомеры электромагнитной системы класса 1—2,5	5,2	1,8	0,8
частотомеры электродинамической системы класса 1—2,5	7	2,5	1
фазометры трехфазного тока электродинамической системы	7,7	2,7	1,4
фазометры электромагнитной системы	5,4	1,9	0,8
фазометры однофазного тока электродинамической системы	4,5	1,6	0,8
ваттметры трехфазного тока электродинамической системы	7,3	2,5	0,7
ваттметры трехфазного тока индукционной системы	5	1,7	0,5
амперметры и миллиамперметры термоэлектрической системы	4,5	1,6	0,2
Счетчики электрической энергии:			
однофазные	2,8	1	0,2
трехфазные для учета активной и реактивной энергии трехпроводной системы	3,4	1,8	0,2
четырехпроводной системы	3,7	1,4	0,2

563. Нормы трудоемкости ремонта электрических сетей (чел.-ч)

	Капитальный ремонт	*Текущий ремонт*
Воздушные линии до 1000 В на деревянных опорах на 1000 м однолинейного провода с площадью сечения, мм²:		
до 35	30	9
» 50	40	12
» 70	50	15
» 95 и более	60	18
Воздушные линии до 1000 В на металлических и железобетонных опорах на 1000 м однолинейного провода с площадью сечения, мм²:		
до 35	20	6
» 50	30	9
» 70	40	12
» 95 и более	50	15
Кабельные линии до 10 кВ, проложенные в земле, на 1000 м с площадью сечения, мм²:		
16—35	50	15
50—70	75	23
95—120	90	27
150—185	120	36
240	160	48
Кабельные линии до 10 кВ, проложенные по кирпичным и бетонным основаниям, на 1000 м с площадью сечения, мм²:		
16—35	60	18
50—70	95	30
95—120	110	35
150—185	150	45
240	200	60
Кабельные линии до 10 кВ, проложенные в непроходных каналах и трубах, на 1000 м с площадью сечения, мм²:		
16—35	80	24
50—70	120	36
95—120	145	45
150—185	190	55
240	250	95
Внутрицеховые силовые сети, проложенные в трубах, на 100 м с затягиванием одного провода с площадью сечения, мм²:		
1,5—6	6	2
10—16	8	2,5
25—35	11	3,5
50—70	14	4,2
95—120	17	5
То же, с затягиванием двух проводов с площадью сечения, мм²:		
1,5—6	9	3
10—16	11	3,5
25—35	14	4,2
50—70	20	6
95—120	25	7,5
То же, с затягиванием трех проводов с площадью сечения, мм²:		
1,5—6	12	3,6
10—16	14	4,2
25—35	17	5,1
50—70	26	8
95—110	33	10
То же, с затягиванием четырех проводов с площадью сечения, мм²:		
1,5—6	16	5
10—16	18	6
25—35	22	7
50—70	32	9
95—120	41	12

Продолжение табл. 563

	Капитальный ремонт	*Текущий ремонт*
Внутрицеховые силовые сети, проложенные изолированным проводом по кирпичным и бетонным основаниям, на 100 м с площадью сечения, мм²:		
1,5—6	18	6
10—16	24	8
25—35	30	10
50—70	36	12
свыше 70	45	15
Осветительные сети из кабеля, провода, шнура, проложенные по кирпичным и бетонным основаниям, на 100 м с площадью сечения, мм²:		
2×1,5...4	20	6
3×1,5...4	25	8
То же, при скрытой проводке с площадью сечения, мм²:		
2×1,5...4	30	4
3×1,5...4	36	6
Распределительные сети заземления на 100 м	8	—
Заземляющие устройства подстанций на один контур	50	—
Шинопроводы на 10 м для тока, А:		
600	14	4
1600	18	5
2500	20	6
4000	25	7
Контрольный кабель с площадью сечения 1,5 мм², проложенный в земле на 1000 м с числом жил:		
4—7	40	12
10—19	50	15
27—37	60	18
То же, проложенный в непроходном канале и трубах, с числом жил:		
4—7	60	18
10—19	75	22
27—37	90	27
То же, проложенный по кирпичным и бетонным основаниям, с числом жил:		
4—7	50	15
10—19	60	18
27—37	70	21

Примечания: 1. Нормы трудоемкости текущего и капитального ремонтов воздушных линий 6—35 кВ принимают с коэффициентом 1,3.

2. Нормы трудоемкости текущего, и капитального ремонтов внутрицеховой сети, проложенной по деревянным основаниям, принимают с коэффициентом 0,75.

3. Нормы трудоемкости осмотров, проводимых как самостоятельные операции принимают с коэффициентом 0,25 норм текущего ремонта, а для сетей заземления и заземляющих устройств — с коэффициентом 0,1 норм капитального ремонта.

4. Нормы трудоемкости технического обслуживания на месяц принимают с коэффициентом 0,1 норм текущего ремонта в смену, а для сетей заземления и заземляющих устройств — с коэффициентом 0,03 норм капитального ремонта.

5. Нормы трудоемкости на ремонт проводов и кабельных линий, проложенных на высоте более 2,5 м, принимают с коэффициентом 1,1.

6. Нормы трудоемкости на ремонт контрольных кабелей с площадью сечения жил 2,5 м² принимают с коэффициентом 1,2, а с площадью сечения 4 мм² — с коэффициентом 1,4.

20.4. Организация материально-технического снабжения и комплектации. *Обеспечение строящихся объектов.* Поставка основных фондируемых материалов для строительно-монтажных работ — обязанность заказчика. К числу оборудования и материалов, поставляемых заказчиком, относятся электротехническое оборудование, включая высоковольтную и низковольтную аппаратуру, высоковольтные изоляторы всех видов, осветительные приборы и арматура всех типов и назначения, кабельная продукция, электролампы, цветные металлы, прокат и изделия из цветных металлов, трансформаторное масло, эксплуатационное оборудование и материалы всех видов. Генподрядчик обеспечивает электромонтажные работы прокатом черных металлов, трубами, строительными материалами и железобетонными изделиями, лесными материалами.

На электромонтажные субподрядные организации возложена поставка электроустановочных и резино-технических изделий, метизов, химикатов и красителей, вспомогательных изделий, монтажных изделий, деталей и конструкций, выпускаемых специализированными заводами строительно-монтажных министерств (щитки, шкафы, шинопроводы, ящики, электромонтажные изделия, подлежащие включению в объем выполненных монтажных работ). Комплектные распредустройства, щиты, шкафы и пульты управления и защиты и другие электротехнические конструкции, изготовляемые этими заводами, отнесенные по ценнику к категории оборудования, поставляет заказчик по фондам, получаемым в общем порядке.

Работы, осуществляемые по прямым договорам, обеспечивает всеми материальными ресурсами заказчик. Снабжение инструментами и приспособлениями входит в обязанности электромонтажных организаций. Часть слесарно-монтажных инструментов, особенно средства малой механизации, изготовляют ведомственные заводы строительно-монтажных министерств. Эти ведомственные заводы, например заводы Главэлектромонтажа Минмонтажспецстроя СССР, комплектуют наборы инструментов в сумках или ящиках по видам электромонтажных работ.

Снабжением и комплектацией ведают управления производственно-технической комплектации (УПТК) при тресте. УПТК подчинены все виды снабжения и комплектации на местах в монтажных управлениях через создаваемые там участки комплектации (УК), входящие в состав УПТК. За участками комплектации закрепляют автотранспорт и грузоподъемные механизмы, им передают складское хозяйство.

Участок комплектации осуществляет два рода деятельности:

а) реализацию фондов, выделенных управлению, оформление договоров со сбытовыми и снабженческими организациями и непосредственно с предприятиями-изготовителями, участие в составлении заявок на все необходимые монтажному управлению ресурсы, получение от заказчиков оборудования и кабельной продукции, ведение в необходимых объемах децентрализованных заготовок;

б) комплектацию.

Обеспечение временного энергоснабжения строительства. В соответствии с «Правилами о договорах на капитальное строительство», утвержденными постановлением Совета Министров СССР от 24 декабря 1969 г. № 973, при наличии у заказчика собственных объектов водо-, газо-, паро- и энергоснабжения и вспомогательных устройств он обязан предоставить подрядчику возможность пользоваться ими с оплатой по государственным ценам и тарифам. Услуги,

на которые государственные цены и тарифы не установлены, оплачиваются по плановой себестоимости, но не выше цен, предусмотренных в смете.

В случае отсутствия у заказчика собственных объектов водо-, газо-, паро- и энергоснабжения при строительстве в городах и других населенных пунктах он обязан передать подрядчику не позднее чем за месяц до начала работ документы о разрешении соответствующих организаций на пользование водой, газом, паром и электроэнергией от существующих источников в соответствии с проектом производства работ.

На вновь начинаемых стройках, расположенных вне городов и других населенных пунктов, а также в неосвоенных районах, сооружение объектов и устройств для обеспечения потребностей строительства водой, газом, паром и электроэнергией осуществляет подрядчик за счет средств заказчика, предусмотренных в сметах на строительство.

Временную подводку магистральных сетей водопровода, канализации, паропровода, сжатого воздуха и других сетей к объектам строительства до мест присоединения разводок, включая распределительные устройства, выполняет подрядчик за счет средств, предусмотренных в сводной смете на строительство временных зданий и сооружений. Временную разводку этих сетей в пределах рабочей зоны осуществляет подрядчик за свой счет.

При этом в проектах организации строительства (ПОС) необходимо предусматривать первоочередное сооружение главных понизительных и основных цехов подстанций, а также кабельных сетей, имея в виду возможность использования их для нужд строительства.

В проектах производства (или организации) работ на строительстве предусматривают раздел «Электроснабжение и электрооборудование».

Кабельные изделия для производства строительно-монтажных работ, в том числе работ, предусмотренных гл. 8 сводной сметы строительства, проводимых по договорам с министерствами и ведомствами, подрядные строительные организации получают от заказчиков.

Подрядным строительным организациям нужно следить за тем, чтобы в сводные сметы передаваемых им строительных объектов были включены все временные сооружения, связанные со строительством данного объекта.

Ремонтно-эксплуатационные нужды обеспечивают энергетическим оборудованием и изделиями в соответствии с расчетами и заявками организаций, исходя из парка находящегося в эксплуатации оборудования и норм, установленных на замену и ремонт.

Каждое предприятие для ремонтно-эксплуатационных нужд должно хранить необходимый запас электротехнического оборудования и запасных частей к нему (табл. 564, 565).

Комплектацию строящихся и реконструируемых предприятий собственной промышленной базы строительных организаций, комплектуемых союзглавкомплектами оборудованием, приборами, кабельными и другими изделиями, распределяемыми Госснабом СССР, осуществляют следующим образом (утверждено распоряжением Госснаба СССР от 13 марта 1969 г. № 26):

1. Определяют потребность в оборудовании, приборах, кабельных и других изделиях для строящихся и реконструируемых пред-

приятий и представляют заявки в союзглавснабсбыты: на котельно-вспомогательное оборудование — в Союзглавтяжмаш; на щиты, пульты, шкафы, станции управления — в Союзглавэлектро; на остальную продукцию — главным управлениям и управлениям материально-технического снабжения.

2. Союзглавснабсбыты выделяют фонды и выдают наряды на поставку оборудования, перечисленного в п. 1, непосредственно союзглавкомплектам, а на остальные виды оборудования, приборов, кабельных и других изделий — главным управлениям и управлениям материально-технического снабжения.

3. Главные управления и управления материально-технического снабжения обеспечивают выделение и поставку оборудования, приборов, кабельных и других изделий строящимся и реконструируемым предприятиям в зависимости от сроков ввода в действие объектов и производственных мощностей, а также хода выполнения плана строительно-монтажных работ.

Комплектацию изготовляемого на подчиненных предприятиях нестандартного оборудования осуществляют в соответствии с расчетами и заявками строительных организаций, составленными, исходя из количества изготовляемого оборудования и установленных норм потребности.

564. Номенклатура запасных частей электротехнического оборудования и нормы их запаса на складах

Наименование, единица	Норма запаса	На число однотипных агрегатов
Электродвигатели до 500 В и до 100 кВт		
Роликоподшипники	2	10
Бронзовые подшипники	2	10
Баббитовые подшипники	2	10
Катушки статорной обмотки, компл.	1	10
Щеткодержатели, компл.	1	10
Болты контактные с гайками, компл.	1	10
Контактные кольца, компл.	1	30
Электрические машины свыше 500 В и более 100 кВт		
Секции обмоток статора, %	10	1
Секции обмоток ротора, %	10	1
Катушки главных полюсов	2	1
Ролико- и шарикоподшипники	2	1
Вкладыши подшипника, компл.	1	1
Щеткодержатели	1	1

Продолжение табл. 564

Наименование, единица	Норма запаса	На число однотипных агрегатов
Магнитные пускатели		
Катушки втягивающие	1	20
Главные контакты, компл.	1	20
Вспомогательные контакты	1	20
Пружины, компл.	1	20
Блок-контакты	1	20
Нагревательные элементы	1	20
Искрогасительные камеры	1	20
Контроллеры и сопротивления (шт.)		
Сегменты	1	40
Кулачки	2	1
Пальцы	1	3
Барабан в сборе	1	30
Маховичок	1	50
Звездочка	1	30
Пружина	1	5
Элементы сопротивления	1	10
Шайбы-изоляторы	20	15
Контакторы		
Контакты, компл.:		
неподвижные	1	20
подвижные	1	10
Пружины, компл.:		
контактные	1	10
отключающие	1	20
блок-контактные	1	20
Мостики контактные, компл.	1	20
Гайки, винты контактные, компл.	1	10

Продолжение табл. 564

Наименование, единица	Норма запаса	На число однотипных агрегатов
Гибкие соединения, компл.	1	20
Катушки втягивающие	1	10
Камеры дугогасительные	1	10
Воздушные автоматы		
Катушки:		
отключающие	1	20
минимальные	1	20
Контакты, компл.:		
главные	1	10
подвижные и неподвижные	1	10
Сварочные аппараты для дуговой сварки		
Катушки обмоточные для трансформаторов, компл.	1	5
Контактные болты с гайками, компл.	1	1
Провод в резиновой оболочке, м	20	5
Электрододержатель, компл.	2	5
Электропечи (компл.)		
Элементы нагревателя	1	2
Электроды для соляных ванн	1	1
Гибкие контакты с гайками	2	1
Болты контактные с гайками	2	1
Предохранители	2	1
Электрошкафы и силовые сборки (шт.)		
Рубильники	1	50
Предохранители	1	30
Плавкие вставки	1	10
Изоляторы проходные и опорные	1	25
Клеммы контактные	10	200

Продолжение табл. 564

Наименование, единица	Норма запаса	На число однотипных агрегатов
Электросети		
Провод установочный типа ПР, м	50	1000
Кабели разного назначения, %	1—5	—
Кабельная масса, кг	2—5	—
Соединительные муфты	1*	10
Статочная электрическая аппаратура управления (шт.)		
Кнопки управления	1	10
Клеммники	1	10
Силовые трансформаторы		
Обмотки, компл.:		
высокого напряжения	1	5
низкого напряжения	1	10
Выводы со стороны *В* и *Н* напряжения, компл.	1	5
Радиаторный кран	1	5
Газовое реле	1	5
Масляные выключатели		
Изоляторы опорные или проходные	1	3
Контактные подвижные и неподвижные	1**	1
Наконечник контактный и неподвижный	1**	3
Палец неподвижного рабочего и дугогасительного контактов	1	3
Щетки неподвижного рабочего контакта	1**	3
Пружины	1**	3
Катушки и приводы	1***	3
Разъединители		
Изоляторы опорные, шт.	3	5
Контакты, компл.	1	5
Нож комплектный, компл.	1	5
Аккумуляторные батареи (%)		
Пластины положительные и отрицательные	10	От наличия
Банки	5	То же

* Не менее 1 комплекта на каждый типоразмер, но не более 3 комплектов на 10 воронок и муфт.

** На каждый тип масляного выключателя, но не более 3 компл.

*** Не более 3 компл.

565. Нормы резерва электротехничекого оборудования

Оборудование	Норма резерва, %	Оборудование	Ноома резерва, %
Асинхронные электродвигатели до 100 кВт при наличии в эксплуатации, шт.:		Воздушные автоматы	5
до 500	6	Пакетные выключатели	5
свыше 500 до 1000	5,5	Конечные выключатели	5
» 1000 » 2000	5	Тормозные электромагниты	5
» 2000 » 3500	4,5	Коллекторы	10
» 3500 » 5000	4	Трансформаторы местного освещения	2
» 5000 » 7000	3,5	Реле различного назначения	5
» 7000 » 10 000	3	Кнопки управления	2
» 10 000 » 15 000	2,5	Электросварочные трансформаторы при наличии в эксплуатации, шт.:	
» 15 000	2	до 10	10
Магнитные пускатели	2	свыше 10 до 30	8
Контакторы	2	» 30 до 50	6
Барабанные переключатели	5	» 50	4

21. ДОКУМЕНТАЦИЯ И ОТЧЕТНОСТЬ

21.1. Техническая документация на электрооборудование. По каждому строительному управлению, цеху или самостоятельному производственному участку необходимо иметь:

а) паспортные карты или журнал с описью основного электрооборудования и защитных средств с указанием технических характеристик и присвоенных инвентарных номеров (к паспортным картам и журналам прилагаются протоколы и акты испытаний, ремонта и ревизии оборудования);

б) чертежи электрооборудования, установок и сооружений, комплекты чертежей запасных частей, исполнительные чертежи воздушных и кабельных трасс и кабельные журналы;

в) чертежи подземных кабельных трасс и заземляющих устройств с привязками к зданиям и постоянным сооружениям, а также с указанием мест установки соединительных муфт и пересечений с другими коммуникациями;

г) общие схемы электроснабжения, составленные по предприятию в целом и по отдельным цехам и участкам.

Схемы и чертежи должны точно соответствовать выполненным установкам. Всякое изменение в установке или ее коммутации необходимо тотчас вносить в соответствующий чертеж или схему с обязательным указанием кем, когда и по какой причине сделано то или иное исправление.

Полный комплект схем и чертежей с надписью «Документы электрохозяйства» должны храниться в техническом архиве предприятия, организации или вышестоящей организации.

Комплекты оперативных схем и чертежей находятся у ответственного за электрохозяйство на его рабочем месте.

Комплект оперативных схем электроустановок данного цеха, участка и связанных с ними электрически других цехов, участков должен находиться у дежурного по цеху, участку.

При приемке новой электроустановки ответственный за электрохозяйство требует у монтажной организации акты освидетельст-

вования устройств, скрытых последующими работами или конструкциями; генеральный план участка с нанесением всех сооружений и подземного хозяйства; утвержденный рабочий проект со всеми его последующими изменениями, подтвержденными соответствующей документацией; акты испытаний и наладки электрооборудования, в том числе акты на измерение сопротивления электрической изоляции оборудования, установки, электросети, сопротивления растеканию тока заземляющих устройств, карту уставок релейной защиты с параметрами тока, напряжения и времени срабатывания.

Без указанных документов приемо-сдаточный акт не подписывают.

По каждой электроустановке и каждому рабочему месту при наличии особых условий в соответствии с Правилами технической эксплуатации разрабатываются и передаются обслуживающему персоналу должностные и эксплуатационные инструкции, в которых указаны:

права, обязанности, взаимоотношения и ответственность обслуживающего персонала;

последовательность операции пуска и остановки оборудования;

порядок эксплуатации оборудования во время нормальной работы и меры, принимаемые при возникновении аварии;

порядок допуска к ремонту оборудования;

меры безопасности и противопожарные меры.

Инструкции по обслуживанию оборудования составляют в соответствии с типовыми инструкциями по эксплуатации этого оборудования на основе заводских данных, эксплуатационных и противоаварийных инструкций, а также опыта эксплуатации, учитывающего местные условия и особенности оборудования.

Инструкции подписывает лицо, ответственное за эксплуатацию электроустановок, и утверждает главный инженер или главный энергетик предприятия (или головной организации группы предприятий).

На каждом предприятии, участке, в цехе должен быть комплект необходимых инструкций по утвержденному списку; полный комплект инструкций находится у энергетика (старшего электрика) цеха или участка и соответствующий комплект — у персонала на рабочем месте.

Инструкции пересматривают не реже одного раза в 3 года и каждый раз при изменении условий эксплуатации с учетом изменений, происшедших в схемах и оборудовании, внедрения новой технологии, а также с учетом издаваемых руководящих материалов.

Все существенные изменения и дополнения, внесенные в действующие инструкции, доводят до сведения работников.

На подстанциях, в распределительных устройствах и в других помещениях, отведенных для обслуживающего электроустановки персонала (или на рабочем месте ответственного за электрохозяйство мелких предприятий), должна быть следующая оперативная документация:

эксплуатационный (оперативный) журнал для записи в хронологическом порядке времени приема и сдачи смены, выполняемых переключений, распоряжений руководящего технического персонала о допуске к работе, о выдаче ключей от распределительных устройств, об изменениях режимов работы электрооборудования, защиты и автоматики; записей, связанных с ликвидацией аварий, замеченных во время смены неполадок и неисправностей оборудования, ап-

паратуры, приборов защиты, автоматики, блокировочных устройств и т. п.;

бланки нарядов на производство ремонтных и наладочных работ в электроустановках;

бланки переключений;

оперативные схемы электроустановок;

журнал дефектов оборудования (при наличии большого количества оборудования);

ведомости показания контрольно-измерительных приборов и электросчетчиков;

журнал проверки знаний, а также списки лиц, имеющих право единоличного осмотра электроустановок; лиц, имеющих право отдавать оперативные распоряжения; ответственных дежурных вышестоящей энергоснабжающей организации.

Оперативную документацию периодически (в установленные на предприятии сроки, но не реже одного раза в месяц) просматривает вышестоящий электротехнический персонал и принимает меры к устранению неполадок в работе электрооборудования и ведении документации.

21.2. Техническая документация на оборудование, использующее тепло. На каждую теплоиспользующую установку необходимо иметь:

паспорт установленной формы с протоколами и актами испытаний, осмотров и ремонтов;

рабочие чертежи оборудования;

исполнительные схемы всех трубопроводов с нумерацией арматуры и расстановкой контрольно-измерительных приборов;

инструкции по эксплуатации и ремонту;

положение об обязанностях персонала.

Полный комплект схем и чертежей теплоиспользующих установок хранится в техническом архиве. Оперативные схемы и чертежи установок находятся у начальника цеха (участка) и у ответственного дежурного.

Всякое изменение в установке, сетях, оборудовании, приборах и т. п. немедленно вносят в соответствующий чертеж или схему с обязательным указанием кем, когда и по какой причине сделано то или иное изменение.

На каждом рабочем месте должны находиться эксплуатационные инструкции и наглядная схема обслуживающего оборудования с его основными характеристиками.

В эксплуатационной инструкции должны быть указаны:

последовательность операции пуска и остановки оборудования;

порядок эксплуатации оборудования во время нормальной работы и меры, принимаемые при аварии;

порядок допуска к ремонту оборудования;

меры безопасности и противопожарные мероприятия.

При наличии особых условий, дополнительно в эксплуатационной инструкции указывают права, обязанности, взаимоотношения и ответственность обслуживающего персонала.

Инструкции по обслуживанию оборудования составляют в соответствии с типовыми инструкциями по эксплуатации этого оборудования на основе заводских данных, эксплуатационных и противоаварийных инструкций, а также опыта эксплуатации, учитывающего местные условия и особенности оборудования.

Инструкции должны быть подписаны начальником цеха, согласованы с главным энергетиком (механиком) и утверждены главным инженером предприятия.

Инструкции пересматривают не реже одного раза в 3 года и каждый раз при изменении условий эксплуатации с учетом изменений, происшедших в схемах и оборудовании, внедрения новой технологии, а также с учетом издаваемых руководящих материалов.

Все существенные изменения и дополнения, внесенные в действующие инструкции, доводят до сведения работников.

В инструкциях должны быть строго разграничены работы по обслуживанию и ремонту оборудования между персоналом отдела главного энергетика (механика) предприятия и производственного цеха, а также должен быть указан перечень лиц, для которых знание данной инструкции и сдача поверочного испытания по ней обязательны.

Все теплоиспользующие установки должны быть зарегистрированы владельцами в специальной книге учета и освидетельствований сосудов, хранящейся у лица, осуществляющего надзор за установками (сосудами) на предприятии или ответственного за безопасную эксплуатацию теплоиспользующих установок.

На трубопроводы I категории с условным проходом 50 мм и более, а также на трубопроводы других категорий с условным проходом 70 мм и более предприятиями-владельцами их на основе документации, представляемой заводами-изготовителями и монтажными организациями, должны быть составлены паспорта установленной формы.

Кроме паспорта на трубопровод составляют следующую документацию:

исполнительную схему трубопровода с указанием на ней диаметра и толщины труб, расположения опор, компенсаторов, арматуры, спускных, продувочных и дренажных устройств, сварных соединений (с указанием расстояний между ними и от них до колодцев и абонентских вводов);

свидетельства о качестве изготовления и монтажа трубопроводов;

акт приемки трубопровода в эксплуатацию от монтажной организации;

паспорта и другую документацию на сосуды, являющиеся неотъемлемой частью трубопровода, — водоотделители, грязевики и т. п. (паспорта должны соответствовать требованиям правил котлонадзора).

21.3. Техническая документация для ввода в эксплуатацию электроустановок.

Общая документация:

технический проект электроустановки;

согласование проекта с организацией, выдавшей технические условия на присоединение;

технические условия на присоединение;

разрешение на присоединение мощности к энергосистеме, если со времени выдачи технических условий прошел срок более одного года;

согласованная с проектной организацией ведомость отклонений от проекта с их обоснованиями;

материалы рабочего проекта;

исполнительные чертежи, схемы, паспорта на основное электрооборудование, кабельные и воздушные линии;

протоколы испытаний и технические данные на электрооборудование, полученные от заводов-изготовителей, и заводские инструкции по монтажу и эксплуатации оборудования;

перечень имеющихся в наличии защитных и противопожарных средств;

ведомость недоделок по проекту;

акт комиссии предприятия о приемке электроустановки от монтажной организации;

для воздушных линий; для линий 110 кВ и ниже — исполнительный план трассы линии в масштабе не менее 1:10 000 с нанесением всех опор с указанием их типа и порядкового номера, а также всех пересечений и переходов; для линий выше 35 кВ независимо от категории потребителя и линий 35 кВ потребителей I и II категории — исполнительный профиль линии;

расчеты и чертежи переходов и пересечений;

документы о согласовании трассы линии, пересечений и переходов с местными Советами народных депутатов и организациями, по территории которых проходит трасса или сооружения которых пересекает линия;

акты осмотра выполненного перехода и пересечения с указанием фактического габарита, составленные представителем владельца линии совместно с представителями тех организаций, которые выдвинули свои условия при согласовании трассы линии пересечений и переходов;

схема устройства защиты от перенапряжений;

паспорт линии;

монтажный журнал линии с указанием типа опор, длины нормальных и анкерных пролетов, углов поворота трассы, материала и тяжения проводов и стальных канатов, типа изолятора и характеристики крепления проводов;

монтажный журнал производства земляных и бетонных работ по сооружению фундаментов под опоры линии;

монтажный журнал запрессовки железобетонных свай по сооружению железобетонных фундаментов под опоры линий;

акты на скрытые работы за заземляющим устройством;

акты на скрытые работы по сооружению фундаментов под опоры и по установке опор;

акты осмотра грозозащитных устройств;

протоколы испытания подвесных одноэлементных и опорных фарфоровых изоляторов с повышенным напряжением промышленной частоты;

протоколы измерения сопротивления изоляции подвесных и многоэлементных изоляторов мегомметром на 2500 В;

протоколы проверки правильности установки фундаментов раздельного типа и правильности установки опор;

протоколы проверки габаритов и регулировки проводов и канатов;

протокол проверки тяжения в канатных оттяжках;

протокол контроля соединений проводов путем внешнего осмотра, проверки геометрических размеров прессуемых соединителей и измерения падения напряжения;

протоколы измерения сопротивления заземления опор, канатов и устройств защиты от перенапряжений;

инвентарная опись линии и вспомогательных сооружений;

ведомость аварийного запаса оборудования, материалов и инструментов, передаваемых в эксплуатацию;

для линий 60—110 кВ — расчеты влияний на провода связи, согласованные с организациями, эксплуатирующими линии связи.

Для кабельных линий:

исполнительный чертеж трассы, выполненный в масштабе 1:200 или 1:500 в зависимости от насыщенности трассы различными коммуникациями;

согласование трассы кабеля с архитектурно-планировочным управлением или другим отделом, ведающим подземными коммуникациями исполкома местного Совета народных депутатов;

согласование соответствующих участков трассы, пересекающих сооружения других ведомств, с владельцами этих сооружений;

протоколы заводских испытаний кабелей;

акты о состоянии кабелей на барабанах и, в случае необходимости, протоколы вскрытия и осмотра образцов кабеля;

акты на скрытые работы (укладка кабеля, защита его от механических повреждений);

акты на выполнение пересечений или исполнительные чертежи пересечений с указанием фактических габаритов;

протокол испытания кабельной массы, залитой в соединительные и концевые муфты;

журнал разделки концевых и соединительных муфт;

журнал регистрации муфт;

протоколы испытаний кабеля после прокладки.

При испытании необходимо определить целость жил кабелей и фазировки; активное сопротивление жил кабелей и емкостей для кабелей 20 кВ и выше; измерить сопротивление заземлений у концевых заделок; испытать изоляцию повышенным напряжением выпрямленного тока; замерить сопротивление изоляции кабеля мегомметром до и после испытания изоляции кенотроном.

Для распределительных устройств и трансформаторных подстанций:

чертежи со схемой расположения оборудования и аппаратуры и нанесением на них контура заземления;

однолинейная схема первичной коммутации;

исполнительные схемы вторичной коммутации с фактически выполненной маркировкой проводов и кабелей;

акт осмотра выемной части трансформаторов (если есть указания завода-изготовителя о возможности ввода трансформатора в работу без вскрытия, осмотр не нужен);

заключение эксплуатационного персонала о возможности ввода трансформаторов в работу без сушки изоляции (заключение дают на основании комплексного рассмотрения всех результатов испытаний и условий, в которых находился трансформатор до и во время монтажа; для этого до монтажа должны быть оформлены следующие документы:

а) акт внешнего осмотра трансформатора — наличие пломб на кранах и у пробки отбора масла, целость изоляторов и кожуха;

б) сокращенный анализ масла из трансформаторов, транспортируемых с маслом, и остатков масла из трансформаторов, транспортируемых без масла, — пробивное напряжение, отсутствие воды, содержание механических примесей, кислотное число реакции вод-

ной вытяжки; для пробы остатков масла должен быть определен tg δ;

в) протокол испытания герметичности уплотнений трансформатора; у трансформаторов, транспортируемых с маслом и расширителем, и трансформаторов до 1000 кВ·А включительно герметичность уплотнений не испытывают;

г) протокол измерения сопротивления обмоток мегомметром с определением $R_{60''}/R_{15''}$ при температуре не ниже +10° С; для трансформаторов до 100 кВ·А включительно до монтажа можно не проводить измерения;

если результаты испытаний и анализ условий, в которых находился трансформатор, не подтверждают возможность включения трансформатора без сушки, необходимо предъявить протокол его сушки с данными, характеризующими состояние изоляции после сушки;

протокол испытания силовых трансформаторов, которые проводят в следующем объеме*: а) испытание изоляции обмоток вместе с вводами повышенным напряжением промышленной частоты; б) испытание изоляции доступных стяжных шпилек, прессующих колец и ярмовых балок напряжением 1000 В (испытание проводят, если выполняется внутренний осмотр трансформатора); в) измерение сопротивления постоянному току обмоток; г) измерение тока холостого хода; д) проверка работы переключающего устройства и снятие круговой диаграммы; е) осмотр и проверка устройств охлаждения; ж) проверка целости заземления ярмовых балок, прессующих колец и магнитопровода; з) фазировка трансформатора; и) испытание включением толчков на номинальное напряжение; к) испытание вводов; л) испытание встроенных трансформаторов тока; м) испытание трансформаторного масла (определение пробивного напряжения, проверка отсутствия механических примесей и взвешенного угля, определение кислотного числа, реакции водной вытяжки и температуры вспышки);

протокол испытания трансформаторного масла перед заливкой в маслонаполненные аппараты и после заливки из баковых выключателей всех напряжений и из малообъемных 110 кВ·а, а также заводской паспорт на масло;

протокол проверки и испытания измерительных трансформаторов;

протоколы наладки и испытания релейной защиты, автоматики, сигнализации, блокировки и управления;

протокол проверки схем включения электроизмерительных и учетных приборов;

протоколы измерения сопротивления изоляции первичной коммутации мегомметром 1000 В; протоколы испытания повышенным напряжением промышленной частоты после окончания монтажа перед вводом в эксплуатацию изоляции оборудования, опорных и проходных изоляторов;

протокол испытания комплектных распределительных устройств;

протокол проверки правильности фазировки и соответствия расцветки фаз;

акт проверки и опробования коммутационной аппаратуры и приводов;

* Для трансформаторов 1000 кВ·А и меньше испытание проводят в объеме пп. «в», «з», «и», «м».

протокол испытания реакторов;

акт проверки плотности контактов всех соединений шин и их крепления;

протокол проверки блокировочного устройства;

документы по заземляющему устройству: а) акт на скрытые работы; б) протокол проверки наличия цепи между заземлителями и заземляемыми элементами и соответствия сечений заземляющих проводников проекту и ПУЭ; в) протокол измерения сопротивления заземляющих устройств; г) протокол проверки полного сопротивления петли фаза — нуль в установках до 1000 В с глухим заземлением нейтрали; д) паспорт заземляющего устройства;

акт проверки соответствия проекту установленных плавких вставок;

документация по аккумуляторной батарее;

протокол испытания защитных средств;

протокол испытания выпрямительных устройств для питания оперативных цепей;

акт проверки состояния и работы линии телефонной связи;

протоколы проверки и испытания осветительной установки;

документация по приемке в эксплуатацию строительной части.

Для электродвигателей переменного тока:

протокол измерения сопротивления и изоляции обмотки статора;

протокол измерения сопротивления обмотки ротора;

протокол измерения сопротивления изоляции подшипников синхронных электродвигателей;

протокол испытания изоляции обмоток статора повышенным напряжением промышленной частоты;

заключение о возможности включения электродвигателя без сушки с проведением необходимых испытаний согласно Инструкции по определению возможности включения вращающихся электрических машин переменного тока без сушки *;

протокол сушки с указанием характеристики изоляции электродвигателя (если нет заключения о возможности включения без сушки);

протокол измерения сопротивления постоянному току: а) обмоток статора и ротора электродвигателей 300 кВт и более; б) реостатов и пускорегулирующих сопротивлений *;

протокол измерения зазоров между сталью ротора и статора электродвигателей 100 кВт и более (если позволяет конструкция электродвигателя);

протокол измерения зазоров в подшипниках скольжения *;

протокол измерения разбега ротора в осевом направлении для электродвигателей с подшипниками скольжения *;

протокол испытания возбудителя;

после включения электродвигателя под напряжение измеряют вибрацию подшипников, проверяют работу на холостом ходу (в течение 1 ч) и работу электродвигателей под нагрузкой;

акт проверки работы вентиляционных устройств;

акт ревизии электродвигателя;

паспорт электродвигателя.

---

* Звездочкой отмечены документы об испытании электродвигателей ниже 1000 В мощностью до 300 кВт.

Для статических конденсаторов выше 1000 В для повышения коэффициента мощности:

акт проверки соединений и креплений токоведущих шин;

протокол испытания изоляции батареи статических конденсаторов напряжением промышленной частоты;

протокол испытания трехкратным включением на номинальное напряжение при контроле токов по фазам;

протокол измерения емкости конденсаторов;

протокол измерения сопротивления изоляции конденсаторов с определением R''_{60}/R''_{15}.

Кроме перечисленных документов представляют документы по коммутационной аппаратуре и защитным устройствам в объеме, указанном для распределительных устройств и трансформаторных подстанций.

Для устройств защиты от перенапряжений:

протокол испытания вентильных разрядников до или после монтажа: измерение сопротивления элемента разрядника, тока проводимости (тока утечки) отдельных элементов и разрядных напряжений при промышленной частоте;

акт испытания трубчатых разрядников (проверка состояния поверхности разрядников, измерение внутреннего и внешнего искровых промежутков, проверка расположения зон выхлопа);

протоколы измерения сопротивления заземления грозозащитных устройств и стальных канатов.

Для цехового электрооборудования до 1000 В:

исполнительные планы силовой и осветительной сетей;

исполнительные расчетные схемы сетей;

исполнительные чертежи заземляющих устройств;

протоколы измерения сопротивления изоляции электрооборудования и электропроводки по участкам между смежными предохранителями и за последним предохранителем при отключенных электроприемниках, аппаратуре и приборах (в осветительных сетях лампы должны быть вынуты, а штепсельные розетки и выключатели присоединены);

протоколы испытания повышенным напряжением промышленной частоты изоляции электрооборудования, проводки, цепей вторичной коммутации;

протокол проверки действия максимальных, минимальных или незаземленных расцепителей автоматов с номинальным током 200 А и более;

протокол проверки работы контакторов и автоматов при пониженном и номинальном напряжениях оперативного тока;

протокол проверки фазировки распределительных устройств и присоединений;

протоколы проверки заземляющих устройств (в объеме, указанном для распределительных устройств и трансформаторных подстанций);

протоколы испытания защитных средств;

протокол проверки соответствия установленных предохранителей исполнительной расчетной схеме;

акты на скрытые работы по выполнению проводок и соединений проводов;

акты проверки коммутационных аппаратов, плотности контактов ошиновки щитов и сборок;

акты проверки действия выключателей, правильности подключения патронов и предохранителей в осветительной сети;

протоколы проверки соответствия нормам освещенности от электроосветительной установки;

протоколы испытания и проверки шинопроводов.

Для осветительных установок:

проект электрического освещения (план, разрезы);

исполнительные схемы монтажа проводки;

перечень отклонений от проекта с указанием с кем и когда отклонения согласованы;

акты на скрытые работы и протоколы проверки прочности закрепления люстр;

протоколы проверки сопротивления изоляции элементов осветительной установки;

протокол проверки цепей заземления.

21.4. Формы отчетности, содержащие энергетические показатели. Перечень форм и порядок их представления приведены в табл. 566.

566. Порядок представления форм отчетности, содержащих энергетические показатели

№ формы	Наименование	Периодичность; срок представления	Каким организациям направляют
11сн	Отчет о выполнении норм и заданий по среднему снижению норм расхода топлива, электроэнергии и теплоэнергии	Годовая; на 20-й день после отчетного года	1. Статистическому управлению по месту своего нахождения. 2. ГУМТС союзной республики; в РСФСР, Украинской ССР и Казахской ССР — УМТС района. 3. Своей вышестоящей организации. 4. Энергосбыту — II и III разделы отчета
Приложение № 1 к форме № 11сн	О фактическом расходе топлива на производство отдельных видов промышленной продукции и работ	То же	То же
11сн (краткая)	Отчет о выполнении норм и расходе топлива, теплоэнергии и электроэнергии	Квартальная; на 7-й день после отчетного квартала	1. Статистическому управлению по месту своего нахождения. 2. ГУМТС союзной республики; в РСФСР, Украинской ССР и Казахской ССР — УМТС района. 3. Своей вышестоящей организации. 4. Энергосбыту — II и III разделы отчета

Продолжение табл. 566

№ формы	Наименование	Периодичность; срок представления	Каким организациям направляют
11рэ	Донесение о фактическом расходе и отпуске электроэнергии	Месячная; на 7-й день после отчетного месяца	Своей вышестоящей организации
ПЭ—годовая	Отчет о работе электростанций (электрогенераторных установок), состоящих на балансе непромышленной организации	Годовая; одновременно с годовым отчетом	1. Статистическому управлению области (края, республики), по месту нахождения организации. 2. Своей вышестоящей организации
24(энерге-(тика)	Электробаланс, состав энергетического оборудования и отчет о работе электростанций (электрогенераторных установок)	Годовая; одновременно с годовым отчетом	Своей вышестоящей организации
	Балансы электроэнергии, теплоэнергии	Годовые	То же
2с(годовая)	Отчет о себестоимости строительных и монтажных работ	Годовая	»
8	Отчет промышленного предприятия о выполнении плана по продукции	»	»
3п-пп (годовая)	Отчет о работе подсобных промышленных предприятий, состоящих на балансе строительной организации	»	»
12 (строительство)	Наличие и состав парка основных строительных машин, числящихся на балансе отчитывающейся организации	Годовая	»
19	Основные показатели по жилищному и коммунальному хозяйству	»	»
22	Сводная таблица основных показателей, комплексно характеризующих хозяйственную деятельность промышленного предприятия	»	»

Формы № 11сн и 11сн (краткая). Отчет о выполнении норм и заданий по среднему снижению норм расхода топлива, теплоэнергии и электроэнергии по форме № 11сн, приложения 1 к этой форме и форме № 11 сн (краткая) составляют все состоящие на самостоятельном балансе промышленные, строительные, транспортные, коммунальные и другие предприятия и организации — потребители топлива и энергии со среднесуточным расходом (в течение года) условного топлива от 2 т и более или теплоэнергии 62, 79 ГДж и более или с присоединенной электрической мощностью 100 кВ·А (кВт) и выше. При этом предприятие (организация) обязано отчитываться по формам № 11сн и 11сн (краткая) и заполнять все разделы отчетов, даже если в отчетном периоде некоторые из перечисленных выше показателей будут ниже установленных.

Производственные объединения (комбинаты), тресты составляют сводные отчеты на бланках формы № 11сн, приложений к этой форме и формы № 11 сн (краткая) по всем входящим в их состав филиалам, как состоящим, так и не состоящим на самостоятельном балансе.

Все предприятия (организации), составляющие отчеты, должны иметь утвержденные в установленном порядке нормы расхода топлива, теплоэнергии и электроэнергии, а также задания по среднему снижению норм расхода на все основные виды выпускаемой продукции или выполняемых работ и обеспечить тщательный учет расходуемых топливно-энергетических ресурсов, гарантирующих достоверность отчетных данных.

Нормы расхода топлива и энергии и планы организационно-технических мероприятий по их экономии разрабатывают, как правило, на предприятиях, утверждает их руководитель предприятия или вышестоящая организация.

Отчеты по формам № 11сн с приложением, № 11сн (краткая) составляют на основании данных первичной производственно-технической документации и выверенных данных бухгалтерского учета расхода топлива и энергии.

Отчеты составляет бухгалтерия предприятия совместно с планово-производственным отделом и отделом главного энергетика (механика).

В отделе главного энергетика (механика) проверяют правильность указанных в отчете норм расхода и анализируют причины отклонения фактического удельного расхода от утвержденной нормы, а в планово-производственном отделе устанавливают количество выпущенной продукции. В зависимости от загрузки отдельных служб руководитель предприятия может поручить составление отчета и другим службам, не снимая ответственности с главного бухгалтера за правильность отчета.

Отчеты подписывает директор (руководитель) предприятия и главный (старший) бухгалтер.

Приложение 1 к форме № 11сн «О фактическом расходе топлива на производство отдельных видов продукции и работ» (расшифровка графы 7 раздела I по котельно-печному топливу) составляют один раз в год и высылают вместе с отчетом по форме № 11сн. Все показатели приложения (кроме показателей строки с кодом 9530-9) записывают в условном топливе.

В графе А записывают все виды продукции и работ, на производство которых израсходовано топливо, приведенные в графе А раздела I отчета по форме № 11сн.

В графе Б записывают коды продукции и работ. В графу 1 переносят данные соответствующих строк графы 7 раздела I отчета, а также прочее производственное потребление.

В графе 2 показывают расход угля (всего), включая угольные брикеты, а также расход промпродукта и шлама, а в свободных графах 3—5 выделяют в том числе угли по бассейнам и месторождениям.

В графе 6 записывают расход топливного торфа.

В графе 7 отражают расход топливных дров. В графах 8—18 записывают расход отдельных видов котельно-печного топлива.

В графе 19 отражают общий расход всех прочих видов котельно-печного топлива, не перечисленных в графах 2 и 6—18.

Расход каждого вида топлива в условном выражении по направлениям использования определяют путем умножения количества израсходованного топлива в натуральном выражении на соответствующий калорийный эквивалент.

Данные о расходе отдельных видов натурального топлива, показываемые в графах приложения, должны совпадать с аналогичными показателями отчета по форме № 4сн.

Форма ПЭ-годовая. Годовой отчет составляют непромышленные организации, на балансе которых находятся электростанции.

Учету подлежат все электростанции и электрогенераторные установки, действующие и бездействующие (хотя бы в течение года).

Не подлежат учету электрогенераторные установки (электростанции):

на судах, пароходах, в поездах, на автотранспорте;

обслуживающие исключительно кинопередвижки;

предназначенные для зарядки аккумуляторов;

передвижные электростанции мощностью менее 5 кВ, кроме электростанций, обслуживающих лесозаготовки (передвижные электростанции, обслуживающие лесозаготовки, включают в отчет независимо от мощности);

стационарные электростанции мощностью до 2 кВ включительно при кинотеатрах, школах, детских домах, домах инвалидов, больницах и банях.

В отчет включают каждую электростанцию отдельно.

Каждой отдельной электростанцией считается находящийся в отдельном здании или в специально выделенной части здания агрегат (несколько агрегатов), предназначенный для выработки электроэнергии. Если при непромышленной организации имеется несколько электростанций (электрогенераторных установок), расположенных в разных зданиях, то в отчет включают каждую электростанцию отдельно.

К передвижным электростанциям относят энергопоезда, вагоны-электростанции, электростанции на автоходу, электростанции на колесах.

При заполнении граф отчета руководствуются следующим:

1) если электростанция находится не в той области, что непромышленная организация, на балансе которой она состоит, то в графе Б указывают также название области;

2) в графе 1 при стационарной электростанции ставят цифру 1, при передвижной — 2;

3) в графе 2 показывают мощность электростанции (электрогенераторной установки) в киловаттах;

4) выработку электроэнергии приводят в тысячах киловатт-часов; при отсутствии счетчика на основании показаний амперметра и вольтметра устанавливают среднюю за год фактическую нагрузку каждого электрогенератора в киловаттах, и умножением средней нагрузки на число часов его работы за год рассчитывают выработку электроэнергии в киловатт-часах (кВт·ч).

Форму № 24 (энергетика) «Электробаланс, состав энергетического оборудования и отчет о работе электростанций (электрогенераторных установок)» составляют промышленные предприятия, состоящие на самостоятельном балансе.

В разделе I «Электробаланс» показатель строки 01 «Выработано электроэнергии» должен быть равен показателю графы 4 раздела III по строке «Итого».

В строке 02 «Получено со стороны» указывают точное и полное наименование электростанции, энергоуправления или промышленного предприятия, от которых получает электроэнергию и с которыми ведет расчет предприятие, составляющее годовой отчет.

Количество электроэнергии, потребленной предприятием на промышленно-производственные нужды, распределяют по целевому назначению.

Если на предприятии отсутствует раздельный учет потребленной электроэнергии на двигательную силу, технологические нужды и освещение, то потребление электроэнергии определяют по мощности двигателя, электроаппарата, осветительной аппаратуры и числу часов их работы.

Раздел II «Состав энергетического оборудования» отражает состав энергетического оборудования, обслуживающего производственный процесс, на конец отчетного года.

Оборудование, арендуемое у других предприятий, включают в отчет того предприятия, где оно эксплуатируется.

Оборудование, находящееся на складе, в пути, в монтаже, относят к неустановленному и в разделе II не отражают.

В разделе II приводят сведения о количестве и суммарной мощности каждого вида энергетического оборудования, установленного на предприятии по состоянию на конец отчетного года.

В группе «Паровые котлы» помещают сведения о паровых котлах (кроме отопительных) всех систем (жаротрубных, газотрубных, водотрубных, прямоточных), обслуживающих как силовые и технологические, так и хозяйственно-бытовые нужды предприятий (отопление, вентиляция). Водогрейные котлы учитывают типа ПТВМ и ТВУМ.

В группе «Механические двигатели» приводят все механические двигатели, обслуживающие непосредственно рабочие машины, паровоздуходувки и внутризаводской транспорт, турбины, паровые машины, локомобили, дизели и т. д.

В строке «Паровые турбины» учитывают все турбины, независимо от их назначения.

Двигатели внутреннего сгорания высокого сжатия отражают в строке «Дизели», а двигатели внутреннего сгорания низкого сжатия — в строке «Прочие двигатели».

К двигателям прямого действия относят механические двигатели, составляющие единый агрегат с исполнительным механизмом, например паровой молот, паровой насос, паровой каток, паровая мельница.

В группе «Электродвигатели» учитывают все электродвигатели мощностью 0,25 кВт и более, включая электродвигатели,

скомплектованные непосредственно с производственным оборудованием.

В группе «Электроаппараты» учитывают все электроаппараты, расходующие электроэнергию непосредственно на технологические процессы: электропечи плавильные и нагревательные, электролитические ванны, электросварочные аппараты и т.д.

В графе 1 приводят сведения о мощности оборудования. Во всех случаях имеется в виду номинальная мощность оборудования. Данные о мощности берут из заводских паспортов оборудования или из актов приемочных испытаний.

В отчете сведения дают отдельно по каждой стационарной и передвижной электростанции.

К передвижным электростанциям относят энергопоезда, вагоны-электростанции, электростанции на автоходу и все электростанции, смонтированные на общей раме, предназначенные для перемещения. Электростанции, приобретенные предприятием как передвижные, но закрепленные на фундаменте, считают стационарными.

Однотипные передвижные электростанции мощностью до 500 кВт отражают в отчете суммарно с указанием количества.

Однотипными передвижными считают электростанции, имеющие одинаковую мощность, один и тот же вид первичного двигателя и использующие один и тот же вид топлива.

Установленную мощность электростанции на конец года определяют по сумме мощностей всех установленных агрегатов.

Форма № 2с (годовая). Отчет по этой форме составляют:

подрядные строительные и монтажные организации, выделенные на самостоятельный баланс, основная деятельность которых состоит в производстве строительных и монтажных работ по договорам подряда;

домостроительные комбинаты, выполняющие непосредственно своими силами строительные и монтажные работы;

тресты (управления) механизации, мехколонны, выполняющие механизированным способом земляные и другие строительные и монтажные работы;

пусконаладочные организации, которым установлен план по труду в строительстве;

подрядные ремонтно-строительные организации, которым установлен план по труду в строительстве;

застройщики, осуществляющие строительные и монтажные работы хозяйственным способом.

Домостроительные комбинаты, занятые только изготовлением строительных конструкций и деталей, а также пусконаладочные конторы, не выделенные на строительный баланс (по форме № 1 — подрядчика), отчет по форме № 2с не составляют.

Строка 064 отражает количество электроэнергии, потребленной отчитывающейся организацией в отчетном году на производство строительно-монтажных работ и в подсобных производствах, числящихся на балансе строительства. В строке отражена электроэнергия, потребленная только на производственные нужды. Электроэнергию, потребленную в обслуживающих и прочих хозяйствах на освещение территории строительства, а также отпущенную на сторону другим потребителям, в эту строку не включают.

Форма № 8. Строка «Электроэнергия» показывает количество электроэнергии (брутто), выработанное на всех электростанциях, состоящих на самостоятельном балансе, и на электростанциях при

промышленных предприятиях (включая электроэнергию, израсходованную на собственные производственные нужды электростанций).

Строка «Теплоэнергия» показывает количество теплоэнергии, выработанное электростанциями, котельными и утилизационными установками предприятия и отпущенное как цехам и производствам своего предприятия, так и на сторону, за вычетом теплоэнергии, израсходованной на собственные нужды электростанции (котельной). При этом теплоэнергию, возвращаемую электростанции или котельной с конденсатом, мятым паром и обратной сетевой водой, исключают.

Строка «Теплоэнергия» характеризует тепловую энергию (пар и горячая вода), полученную от утилизационных установок (котлов-утилизаторов, охладительных установок, подогревателей воды и т. д.).

Тепловую энергию, получаемую в теплоутилизационных установках при сжигании горючих вторичных энергоресурсов топливных отходов углеобогащения, деревообработки, горючих сланцев и т. д., включают в строку «Теплоэнергия, отпущенная котельными». Количество отпущенной теплоэнергии приводят в гигакалориях, определяя для пара — паромером с учетом теплосодержания пара, а для горячей воды — водомером и термометром.

Если отсутствуют приборы, количество отпущенной теплоэнергии определяют расчетным путем по расходу топлива исходя из удельных норм расхода топлива на выработку теплоэнергии и коэффициента полезного действия котельной; по мелким котельным допускается определять количество выработанной теплоэнергии условно, исходя из расчета, что при расходе 1 т условного топлива вырабатывается 20,9 ГДж теплоэнергии.

Форма 3п-пп (годовая). Строка «Электроэнергия» показывает количество электроэнергии (брутто), выработанное всеми электростанциями при промышленных предприятиях.

Форма № 19. В разделе II «Коммунальное хозяйство» в подразделе В — Тепловые сети отражается протяжение уличной магистральной и распределительной сети в двухтрубном исчислении, а также отпуск тепла населению и на коммунально-бытовые нужды в гигакалориях. Отдельно приводят данные по сельской местности и в черте городских поселений.

Форма № 12 (строительство). В отчете должны быть отражены все строительные машины, предусмотренные приведенным в нем перечнем, числящиеся на балансе отчитывающейся организации, включая строительные машины, используемые в подсобных производствах, не выделенных на промышленный баланс. В отчете приводят как исправные, так и неисправные машины, в том числе находящиеся в разобранном виде.

Строительные машины, не принадлежащие отчитывающейся организации, находящиеся у нее во временном использовании или на правах аренды, в отчет не включают. Эти машины отражают в отчете той организации, на балансе которой они числятся.

В строке 39 указывают общую (суммарную) мощность двигателей внутреннего сгорания и электродвигателей, установленных на всех строительных машинах, числящихся на балансе отчитывающихся организаций по состоянию на 1 января следующего за отчетным года.

При подсчете учитывают двигатели всех машин, в том числе ручных, стоимость которых входит в основные фонды по статьям

«Рабочие машины и оборудование» и «Инструмент и производственный инвентарь» независимо от состояния: находились ли в работе, в ремонте, на консервации, в разобранном виде и т. п.

Строительные машины, используемые в подсобных производствах и обслуживающих хозяйствах, а также все виды транспорта в строке 39 не отражают.

Если на строительных машинах (например, на экскаваторе) установлены двигатели, как вырабатывающие, так и потребляющие энергию, то в справке должна быть учтена мощность двигателей, только потребляющих энергию (электродвигателей).

Мощность двигателей, измеряемая в лошадиных силах, должна быть переведена в киловатты.

Форма № 22. Показатели формы, отражающие потребление электроэнергии и энергетическую мощность, обслуживающую производственный процесс, заполняют аналогично соответствующим показателям формы № 24 (энергетика).

Объяснительная записка к годовому отчету. Энергетический раздел объяснительной записки составляют в соответствии со схемой, утверждаемой ежегодно вышестоящей организацией. Как правило, в записке отражают основные данные об использовании топливно-энергетических ресурсов, лимитов электроэнергии и теплоэнергии, о ремонте энергетического оборудования, о наличии электрооборудования в строительных организациях, энерго- и электрооснащенности работающих. Расчет энерго- и электровооруженности ведут в соответствии со СНиП III-1-76.

Энерговооруженность работающих (кВт/раб) определяют по формулам:

а) в промышленности

$$ЭН_{п} = (P_{э} + P_{м})/K_{п},$$

где $P_{э}$ — суммарная мощность (кВт) электродвигателей из формы № 24 (энергетика);

$P_{м}$ — суммарная мощность (кВт) механических двигателей из формы № 24 (энергетика);

$K_{п}$ — численность работающих в промышленности (ф. № 9);

б) в строительстве

$$ЭН_{с} = P_{с}/K_{с},$$

где $P_{с}$ — общая суммарная мощность (кВт) двигателей всех строительных машин из формы № 12 (строительство);

$K_{с}$ — среднесписочная численность работающих на строймонтажных работах и в подсобных производствах из формы № 3-Т;

в) общая энерговооруженность по организациям

$$ЭН_{о} = \frac{P_{э} + P_{м} + P_{с}}{K_{п} + K_{с}}.$$

Электровооруженность работающих (кВт·ч/раб) определяют по формулам:

а) в промышленности

$$ЭЛ_{п} = Э_{п}/K_{п},$$

где $Э_{п}$ — потребление электроэнергии (кВт·ч) из формы № 24 (энергетика);

б) в строительстве

$$ЭЛ_{с} = Э_{о} - Э_{п}/K_{с},$$

где $Э_о$ — производственное потребление электроэнергии (кВт·ч) из формы № 11сн (общее потребление за вычетом коммунально-бытового; эта разница должна быть приблизительно равна потреблению электроэнергии на строительно-монтажные работы из ф. № 2с);

в) общая по организации

$$ЭЛ_о = \frac{Э_о}{K_п + K_с}.$$

Полученные результаты сравнивают с аналогичными данными за прошлые годы.

22. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ИСПЫТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ САНИТАРИЯ

22.1. Техника безопасности при эксплуатации электроустановок.

1. Неизолированные токоведущие части электрических устройств (провода, шины, контакты рубильников, предохранителей, зажимы электрических машин, аппаратов и т. п.), находящихся вне электротехнических помещений, должны быть ограждены со всех сторон или находиться на высоте, недоступной для прикосновения к ним.

2. Нельзя оставлять неизолированными концы проводов или кабелей после демонтажа осветительной арматуры, электродвигателей и других токоприемников.

3. Все пусковые устройства размещают так, чтобы исключить возможность пуска машин посторонними лицами. Запрещается включать несколько токоприемников одним пусковым устройством и располагать рядом пусковые устройства различных машин.

4. Рубильники должны быть оборудованы кожухами, не имеющими открытых отверстий и щелей для перемещения рукоятки, и помещены в запирающиеся ящики. В положении «Отключено» рубильники и другие аппараты включения не должны самопроизвольно замыкать цепь под действием тяжести своих подвижных частей, а последние — находиться под напряжением.

5. Ограждения токоведущих частей (крышки, кожухи, дверцы и др.) должны быть выполнены таким образом, чтобы снять или открыть их было возможно лишь при помощи инструмента.

6. Металлические части строительных машин с электроприводом, корпусы электродвигателей, понижающих трансформаторов, пусковых аппаратов, кожухов рубильников и других устройств заземляют в соответствии с «Правилами устройства электроустановок», «Инструкцией по заземлению передвижных строительных механизмов и электрифицированного инструмента» Госстроя СССР и «Инструкцией по выполнению сетей заземления в электрических установках» Госстроя СССР.

Неисправности, обнаруженные в заземляющем устройстве, устраняют немедленно. При значительных неисправностях, требующих замены участков заземляющих магистралей, принимают меры, исключающие ослабление защитного действия заземляющего устройства.

7. Выключатели для переносных электроустройств должны отключать все фазы. Устанавливают их на корпусе этих устройств (кроме переносных электроламп). Устанавливать выключатели на переносных токоподводящих проводах нельзя.

8. Временную наружную открытую проводку на строительной площадке выполняют изолированным проводом на надежных опорах так, чтобы нижняя точка провода находилась на высоте не менее 2,5 м над рабочим местом, 3,5 м над проходами и 6 м над проездами.

На высоте менее 2,5 м от земли, пола или настила электрические провода заключают в трубы или короба.

9. Электролампы общего освещения напряжением 127—220 В подвешивают на высоте не менее 2,5 м от земли или пола. Если необходимо подвесить светильники на высоте менее 2,5 м над полом (землей), то следует исключить возможность случайных прикосновений к их токоведущим частям либо применять напряжение не выше 36 В.

10. Управление электрическими сетями на строительной площадке должно предусматривать возможность отключения всех находящихся под напряжением проводов в пределах отдельных объектов и участков работы.

11. В качестве переносных ламп применяют только специально предназначенные для этой цели светильники заводского изготовления, исключающие возможность прикосновения к токоведущим частям.

Ручной переносной светильник должен иметь металлическую сетку для защиты лампы, устройство для его подвески и провод в резиновой оболочке с вилкой.

Для переносных светильников в условиях строительства напряжение должно быть не выше 36 В, а в особо опасных местах (особо сырые участки, траншеи, шахты, колодцы, металлические резервуары, котлы и т. п.) — не выше 12 В.

Нельзя применять стационарные светильники в качестве ручных переносных ламп.

12. Штепсельные вилки, применяемые в сетях напряжением 12 и 36 В, должны иметь цвет, резко отличающийся от окраски штепсельных соединений на напряжение выше 36 В.

13. Места подключения к сети переносных приемников тока необходимо снабжать соответствующими надписями.

14. Переносные токоприемники, работающие на напряжении выше 36 В, присоединяют к сети проводом в резиновой оболочке. При отсутствии такого провода допускается, в виде исключения, применять многожильные медные гибкие провода с изоляцией на напряжение не ниже 500 В, заключенные в резиновую оболочку.

15. Силовой кабель, подводящий напряжение к двигателям передвижных машин при их работе, должен свободно перемещаться и быть защищен от механических повреждений.

16. Питание светильников и инструментов при напряжении 36 В и ниже осуществляется через переносные понижающие трансформаторы (12—36 В), а при использовании высокочастотного инструмента — также через преобразователи частоты тока.

Один из выводов обмотки низшего напряжения и корпус трансформатора заземляют.

Запрещается включать трансформаторы и преобразователи частоты тока, не убедившись в их исправности, а также осматривать трансформаторы и преобразователи, находящиеся под напряжением.

22.2. Техника безопасности при эксплуатации строительных машин с электроприводом.

1. Машины, оборудование и приспособления, числящиеся на балансе строительно-монтажных организаций, должны иметь паспорта, инвентарные номера и быть зарегистрированы в специальных журналах учета и периодических осмотров.

2. К управлению строительной машиной запрещается допускать лиц, не имеющих удостоверений на право управления машиной.

3. Персонал, обслуживающий машину, должен быть обеспечен инструкцией по эксплуатации машины, содержащей правила техники безопасности при работе на машине и при ее обслуживании.

4. Рельсовые подкрановые пути кранов и копров с электроприводом должны быть заземлены в соответствии с «Инструкцией по заземлению передвижных строительных механизмов и электрифицированного инструмента» Госстроя СССР.

5. Результаты периодических осмотров и проверки сопротивления заземляющих устройств записывают в специальный журнал.

6. Гибкий питающий электрокабель передвижных машин закрепляют у токоприемника и ежедневно осматривают.

7. На трассе электрокабеля выставляют предупредительные плакаты или знаки. Прокладку (перекладку) кабельной линии осуществляют только после ее отключения и разрядки.

8. Самоходные машины должны быть оборудованы звуковой и световой сигнализацией. Машинистам самоходных машин на строительной площадке разрешается давать звуковые сигналы.

На машине или в зоне ее работы вывешивают инструкции по эксплуатации, предупредительные надписи, знаки и плакаты по технике безопасности.

9. Запрещается работать на неисправных машинах.

10. Работа экскаваторов, стреловых кранов, погрузчиков и других строительно-дорожных машин непосредственно под проводами действующих воздушных линий электропередачи любого напряжения запрещена.

11. Работа с применением строительно-дорожных машин вблизи линии электропередачи, находящейся под напряжением, допускается в том случае, если расстояние по воздуху от подъемной или выдвижной части машины, а также от поднимаемого груза в любом их положении, в том числе и при наибольшем подъеме или вылете, до ближайшего провода, находящегося под напряжением, будет не менее (м):

При напряжении линии, кВ:

До 1	1,5
» 1—20	2
» 35—110	4
» 150—220	5
» 330	6
» 500	6
» 800 (постоянного тока)	9

Для работы машин вблизи линии электропередачи, находящейся под напряжением, машинисту (крановщику) предварительно выдают наряд-допуск, определяющий безопасные условия производства работ, подписанный главным инженером (гл. энергетиком) строительно-монтажной организации, выполняющей работы.

Для обеспечения безопасного производства работ должно быть назначено ответственное лицо из числа инженерно-технических работников строительно-монтажной организации, фамилию которого указывают в наряде-допуске.

Работа и перемещение машины вблизи линии электропередачи должны проходить под непосредственным руководством этого лица.

При проезде под линией электропередачи, находящейся под напряжением, рабочие органы машины должны находиться в транспорт-

ном положении. Проезжать под проводами линии электропередачи, находящейся под напряжением, следует в месте наименьшего провисания проводов (ближе к опоре).

Стреловые краны могут работать под неотключенными контактными проводами городского транспорта под наблюдением инженерно-технических работников при заземлении крана и соблюдении расстояния между стрелой крана и контактными проводами не менее 1 м, а также при наличии ограничителя-упора, не позволяющего уменьшить указанное расстояние при подъеме стрелы.

12. Перемещение и установка машин вблизи выемок (котлованов, траншей, канав и т. п.) разрешаются при соблюдении расстояний от подошвы откоса выемки до ближайшей опоры машины не менее указанных в табл. 576.

567. Наименьшее допустимое расстояние по горизонтали от подошвы откоса выемки до ближайших опор машин (м)

Глубина выемки, м	Грунт (ненасыпной)				
	песчаный и гравийный	супесчаный	суглинистый	глинистый	лессовый сухой
1	1,5	1,25	1	1	1
2	3	2,4	2	1,5	2
3	4	3,6	3,25	1,75	2,5
4	5	4,4	4	3	3
5	6	5,3	4,75	3,5	3,5

13. При осмотре, чистке и ремонте машин с электроприводом принимают меры, препятствующие подаче напряжения на электрооборудование осматриваемой или ремонтируемой машины. На пусковых устройствах вывешивают плакаты: «Не включать — работают люди», при этом плавкие вставки предохранителей удаляют.

14. В случае исчезновения напряжения на работающей машине необходимо отключить электрооборудование.

15. Защитные панели кранов должны быть закрыты на замок.

22.3. Техника безопасности при эксплуатации паровых и водогрейных котлов.

1. Администрация предприятия должна обеспечить содержание котлов, пароперегревателей и экономайзеров в исправном состоянии, а также безопасные условия их работы путем организации обслуживания, ремонта и надзора.

2. Администрация предприятия обязана назначить в котельную необходимое число инженерно-технических работников и обслуживающего персонала. Ответственным за безопасную эксплуатацию котлов, пароперегревателей и экономайзеров является начальник (заведующий) котельной. При отсутствии в штате котельной начальника ответственность за безопасность работы котлов, пароперегревателей и экономайзеров возлагают на одного из инженерно-технических работников, имеющих опыт работы и прошедших проверку знаний в установленном порядке.

3. Инженерно-технические работники, имеющие непосредственное отношение к эксплуатации котлов, пароперегревателей и экономайзе-

ров, должны подвергаться проверке знаний соответствующих Правил перед назначением на должность и периодически, не реже одного раза в 3 года, в комиссии предприятия, а при отсутствии на предприятии соответствующих специалистов — в комиссии вышестоящей организации.

4. К обслуживанию котла допускают лиц не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обученные по соответствующей программе и имеющие удостоверение квалификационной комиссии на право обслуживания котла.

5. Программы для обучения персонала, обслуживающего котлы, составляют на основе типовых программ, утвержденных в порядке, установленном Государственным комитетом СССР по профессионально-техническому образованию.

6. Аттестацию машинистов (кочегаров) котлов и водосмотров проводят в постоянно действующих квалификационных комиссиях, организуемых при специализированных профессионально-технических училищах, учебных комбинатах и других учебных заведениях.

Проводить аттестацию допускается также на предприятиях и в организациях, располагающих необходимыми условиями и специалистами, по согласованию с местными органами Госгортехнадзора СССР.

7. Участие представителя местного органа Госгортехнадзора СССР в работе квалификационных комиссий по аттестации машинистов (кочегаров) котлов и водосмотров обязательно. О дне проведения экзаменов местный орган Госгортехнадзора СССР уведомляют не позднее, чем за 10 дней.

8. Повторную проверку знаний обслуживающего персонала котельной проводят периодически, не реже одного раза в год, а также при переходе на другое предприятие, при переводе на обслуживание котлов другого типа, при переводе обслуживаемых котлов с твердого топлива на жидкое — в комиссиях непосредственно на предприятиях или в организациях без участия инспектора котлонадзора.

9. При переводе персонала на обслуживание котлов, работающих на газообразном топливе, проверку знаний проводят в порядке, установленном Правилами безопасности в газовом хозяйстве.

10. Результаты экзаменов и периодической проверки знаний обслуживающего персонала оформляют протоколом за подписью председателя комиссии и ее членов и заносят в специальный журнал. Лицам, выдержавшим экзамены, выдают удостоверения за подписью председателя комиссии и инспектора котлонадзора.

11. Запрещается поручать машинисту (кочегару) котла и водосмотру, находящимся на дежурстве, выполнение во время работы котла каких-либо других обязанностей, не предусмотренных производственной инструкцией.

12. Запрещается оставлять котел без постоянного наблюдения со стороны обслуживающего персонала до прекращения горения, удаления топлива из топки и полного снижения давления в нем до атмосферного, за исключением котлов, не имеющих кирпичной кладки, в которых снижение давления до нуля после удаления топлива из топки не обязательно, если котельное помещение будет закрыто на замок.

13. Работа котла при камерном сжигании топлива может быть допущена без постоянного надзора машиниста (кочегара) при наличии у котла автоматики, обеспечивающей нормальный режим его работы с пульта контроля и управления, а также остановку котла при нарушениях режима работы, могущих вызвать повреждение котла, с одновременной сигнализацией об этом на пульт управления. При

этом должна быть предусмотрена возможность остановки котла в любой момент с пульта управления.

14. Допускается работа барабанных котлов, у которых уровень воды в барабанах находится на высоте более 6 м от площадки обслуживания котла, без водосмотров. В этом случае один из дистанционных указателей должен быть с регистрирующим устройством.

15. Администрация предприятия на основании «Типовой инструкции для персонала котельной» с учетом особенностей данной котельной установки должна разработать и утвердить в установленном порядке производственную инструкцию для персонала котельной.

16. Производственную инструкцию вывешивают на видном месте в котельной и выдают обслуживающему персоналу. В котельных электростанций, на которые распространяются «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей», инструкции можно не вывешивать.

17. Для элементов котла с температурой перегрева пара 450°С и выше, кроме того, должна быть инструкция по наблюдению за ползучестью и структурными изменениями металла.

18. В котельной должны быть часы, телефон или звуковая сигнализация для вызова в экстренных случаях представителей администрации предприятия и связи котельной с местами потребления пара, а у котла-утилизатора — также для связи с местом установки источника тепла.

19. В котельную не следует допускать лиц, не имеющих отношения к эксплуатации котлов и оборудования котельной. В необходимых случаях посторонних допускают в котельную только с разрешения администрации и в сопровождении ее представителя. Запрещается хранить в котельной какие-либо посторонние материалы и предметы. Котельную следует содержать в чистоте.

20. В котельной ведут сменный журнал для записей результатов проверки котлов и котельного оборудования, водоуказательных приборов, сигнализаторов предельных уровней воды, манометров, предохранительных клапанов, питательных приборов, средств автоматики, а также времени и продолжительности продувки котлов и других данных по указанию администрации.

Сдачу и прием котлов, пароперегревателей, экономайзеров и вспомогательного оборудования оформляют в этом журнале подписями ответственных по сменам.

В сменный журнал записывают также распоряжения начальника котельной или лица, его заменяющего, о растопке или остановке котла (за исключением случаев аварийной остановки).

Лицо, ответственное за безопасную эксплуатацию котлов, должно ежедневно проверять записи в журнале и расписываться в нем.

21. При производстве работ в котле и газоходах для переносного электроосвещения применяют напряжение не выше 12 В; использование керосиновых и других ламп с легковоспламеняющимися материалами запрещено.

22.4. Испытания защитных средств.

Защитными средствами называют приборы, аппараты, переносные и перевозимые приспособления и устройства, а также отдельные части устройств, приспособлений и аппаратов, служащие для защиты персонала от поражения электрическим током.

Нормы и сроки испытания защитных средств установлены «Правилами пользования и испытания защитных средств, применяемых в электроустановках» (табл. 568 и 569).

568. **Нормы и сроки электрических испытаний защитных средств**

Наименование защитных средств	Напряжение электроустановки, кВ	Испытание после изготовления и капремонта			Испытание в процессе эксплуатации			Сроки	
		испытательное напряжение, кВ	продолжительность, мин	ток, протекающий через изделия, мА	испытательное напряжение, кВ	продолжительность, мин	ток, протекающий через изделия, мА	периодических испытаний	периодических осмотров
Изолирующие штанги (кроме измерительных)	Ниже 110	Трехкратное линейное напряжение, но не менее 40	5	—	Трехкратное линейное напряжение, но не менее 40	5	—	1 раз в два года	1 раз в год
Измерительные штанги	Ниже 110	То же	5	—	То же	5	—	В сезон измерений 1 раз в 3 мес, но не реже 1 раза в год	—
Изолирующие клещи	1—35	То же	5	—	То же	5	—	1 раз в два года	1 раз в год
Изолирующие клещи	До 1	3	5	—	2	5	—	То же	То же
Токоизмерительные клещи	До 10 кВ	Трехкратное линейное напряжение, но не менее 40	5	—	Трехкратное линейное напряжение, но не менее 40	5	—	»	1 раз в 6 мес
Токоизмерительные клещи	До 0,6	2	5	—	2	5	—	»	То же

Продолжение табл. 568

Наименование защитных средств	Напряжение электроустановки, кВ	Испытание после изготовления и капремонта			Испытание в процессе эксплуатации			Сроки	
		испытательное напряжение, кВ	продолжительность, мин	ток, протекающий через изделия, мА	испытательное напряжение, кВ	продолжительность, мин	Iтк, протекающий через изделия, мБ	периодических испытаний	периодических осмотров
Указатели напряжения: изолирующая часть	Ниже 110	Трехкратное линейное напряжение, но не менее 40	5	—	Трехкратное линейное напряжение, но не менее 40	5	—	1 раз в два года	1 раз в 6 мес
собственно указатель	До 220	20	1	—	20	1	—	То же	То же
Трубки с дополнительным сопротивлением для фазировки	2—6	6	1	1,7—2,4	6	1	1,7—2,4	»	»
	10	10	1	1,4—1,7	10	1	1,4—1,7	»	»
Указатели напряжения, работающие по принципу протекания активного тока (токоискатели)	До 500	1	1	—	1	1	—	»	Перед употреблением
Изолирующие средства для ремонтных работ под напряжением	Ниже 110	1,7 на 1 см длины изолирующей части, но не менее	5	—	1,5 на 1 см длины изолирующей части, но не менее	5	—	1 раз в 6 мес	То же

		трехкратного линейного напряжения на все средства			трехкратного линейного напряжения на все средства				
Инструмент с изолированными ручками	До 1	2,5	1	—	2	1	—	1 раз в год	То же
Перчатки резиновые диэлектрические	До 1	3,5	1	3,5	2,5	1	2,5	1 раз в 6 мес	»
	Выше 1	9	1	9	6	1	6	То же	»
Боты резиновые диэлектрические	Для всех напряжений	20	2	10	15	1	7,5	1 раз в 3 года	1 раз в 6 мес
Галоши резиновые диэлектрические	До 1	5	2	2,5	3,5	1	2	1 раз в год	То же

Продолжение табл. 558

Наименование защитных средств	Напряжение электроустановки, кВ	Испытание после изготовления и капремонта			Испытание в процессе эксплуатации			Сроки	
		испытательное напряжение, кВ	продолжительность, мин	ток, протекающий через изделия, мА	испытательное напряжение, кВ	продолжительность, мин	ток, протекающий через изделия, мА	периодических испытаний	периодических осмотров
Коврики резиновые диэлектрические	До 1	3,5	Протягивание со скоростью 2—3 см/с между цилиндрическими электродами	3,5	3	1	3	1 раз в 2 года	1 раз в год
	Выше 1	20		20	15	1	15	То же	То же
Изолирующие подставки	До 10	40	1	—	—	—	—	—	1 раз в 2 года
Изолирующие накладки: жесткие	До 10	20	5	—	20	5	—	1 раз в 2 года	1 раз в год
резиновые	До 1	5	1	5	3,5	1	3,5	1 раз в 3 года	То же
Колпаки диэлектрические резиновые	До 10	10	2	—	10	1	—	То же	»

569. Нормы и сроки механических испытаний защитных средств

Наименование защитных средств	Заводские испытания после изготовления			Эксплуатационные испытания			
	вид испытаний	усилие, кН	продолжительность, мин	вид испытаний	усилие, кН	продолжительность, мин	периодичность
Оперативные штанги и штанги для наложения заземления	Статическое, на разрыв	0,15*	1	—	—	—	—
Измерительные штанги, изолирующие части указателей 110—220 кВ	На изгиб**	Двойной вес прибора	—	—	—	—	—
Изолирующие подставки	Сжатие	3500 Н/м² равномерно распределенное	1	—	—	—	—
Предохранительные пояса	Статическое, на разрыв	0,3	1	Статическое, на разрыв	0,225	5	1 раз в 6 мес
Страховочный канат	То же	0,3	5	То же	0,225	5	То же

* Прогиб рабочей части не должен превышать 10% длины изолирующей части.

** С фарфоровыми изоляторами — 0,8 кН.

22.5. Испытания электрообрудования и аппаратов электроустановок (табл. 570—622).

570. Электродвигатели переменного тока

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Испытания при капитальных и текущих ремонтах		
Измерение сопротивления изоляции, обмотки статора, а также отношения $R_{60''}/R_{15''}$ у электродвигателей выше 2 кВ или мощностью более 1000 кВт	Не нормируется	Проводится у электродвигателей напряжением до 660 В включительно мегомметром на напряжение 1000 В, а у электродвигателей напряжением выше 660 В — мегомметром на напряжение 2500 В

Продолжение табл. 570

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Испытания при капитальных ремонтах		
Испытание повышенным напряжением промышленной частоты в течение 1 мин	Испытательные напряжения даны в табл. 571	—
Измерение сопротивления постоянному току реостатов и пускорегулировочных сопротивлений	Сопротивление не должно отличаться от паспортных, проектных или ранее измеренных значений более чем на +10%	У электродвигателей напряжение 2 кВ и выше проводится на всех ответвлениях; у остальных — измеряют общее сопротивление и проверяют целость отпаек
Измерение зазоров между сталью ротора и статора (если позволяет конструкция электродвигателя)	Воздушный зазор в диаметрально противоположных точках или точках, сдвинутых относительно оси ротора на 90°, не должен отличаться более чем на ±10% от среднего размера для электродвигателей мощностью 100 кВт и более, а также для двигателей ответственных механизмов	—
Измерение зазоров в подшипниках скольжения	Увеличение зазоров в подшипниках скольжения выше приведенных в табл. 572 значений указывает на необходимость переливки вкладыша	—
Проверка исправности стержней короткозамкнутых роторов	—	Проводится у асинхронных электродвигателей мощностью 100 кВт и выше

Примечание. Капитальный ремонт двигателей ответственных машин и машин, работающих в тяжелых условиях (повышенная температура, загрязненность и т. д.), проводят не реже одного раза в 2 года; а двигателей, работающих в нормальных условиях, — в сроки, устанавливаемые исходя из местных условий главным энергетиком организации (предприятия).

Текущий ремонт проводят в сроки, устанавливаемые главным энергетиком организации с учетом местных условий.

571. Испытательные напряжения промышленной частоты

Наименование испытываемого объекта	Мощность электродвигателя, кВт	Номинальное напряжение, В	Испытательное напряжение, В	Примечания
Обмотка статора	40 и более, а также электродвигатели ответственных машин	400 и ниже 500 660 2000 3000 6000 10 000	1000 1500 1700 4000 5000 10 000 16 000	Проводится при капитальном ремонте (без смены обмоток) по возможности тотчас же после остановки до его очистки от загрязнения
	Менее 40	660 и ниже	1000	Перед вводом электродвигателя в работу проводится повторное контрольное испытание мегомметром на напряжение 1000 В
Обмотка ротора синхронных электродвигателей	—	—	1000	—
Обмотка ротора электродвигателей с фазным ротором	—	—	1,5 $U_р$, но не ниже 1000 В	$U_р$ — напряжение на кольцах при разомкнутом неподвижном роторе и полном напряжении на статоре
Сопротивление гашения поля	—	—	2000	Проводится для синхронных электродвигателей
Реостаты и пускорегулировочные сопротивления	—	—	1,5 $U_р$, но не менее 1000 В	—

Примечания: 1. Испытание обмоток ротора и статора проводят на полностью собранном электродвигателе.

2. Испытание обмотки статора проводят для каждой фазы в отдельности относительно корпуса при двух других, соединенных с корпусом. У двигателей, не имеющих выводов каждой фазы в отдельности, допускается проводить испытание изоляции всей обмотки относительно корпуса.

572. Предельные зазоры (мм) в подшипниках скольжения электродвигателей

Номинальный диаметр вала, мм	При частоте вращения, мин$^{-1}$		
	до 1000	1000—1500	свыше 1500
18—30	0,04—0,093	0,06—0,13	0,14—0,28
30—50	0,05—0,112	0,075—0,16	0,17—0,34
50—80	0,065—0,135	0,095—0,195	0,2—0,4
80—120	0,08—0,16	0,12—0,235	0,23—0,46
120—180	0,1—0,195	0,15—0,285	0,26—0,53
180—260	0,12—0,225	0,18—0,30	0,3—0,6
260—360	0,14—0,25	0,21—0,38	0,34—0,68
360—500	0,17—0,305	0,25—0,44	0,38—0,76

573. Допустимая амплитуда вибрации подшипников электродвигателя

Синхронная частота вращения, мин $^{-1}$	3000	1500	1000	750 и ниже
Допустимая амплитуда вибрации подшипников, мкм	50	100	130	160

574. Трансформаторы

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Испытания при капитальных ремонтах		
1. Определение условий включения трансформатора после ремонта без сушки	Учитывают результаты испытаний по пп. 2—5 настоящей таблицы	Проводится в соответствии с указаниями завода-изготовителя. Трансформаторы, прошедшие ремонт с полной или частичной сменой обмоток, подлежат сушке независимо от результатов измерений. Если внешняя часть трансформаторов находилась на воздухе с относительной влажностью $\leqslant 75\%$ в течение 24 ч (для трансформаторов 35 кВ и ниже) 16 ч (для трансформаторов 110 кВ и выше), трансформаторы можно включать без сушки
Испытания при капитальных и текущих ремонтах и межремонтные		
2. Измерение сопротивления изоляции: обмоток (с определением отношения $R_{60''}/R_{15''}$	Не нормируется, но учитывается; при комплексном рассмотрении результатов измерения $R_{60''}/R_{15''}$ не должно снижаться за время ремонта более чем на 30%	Проводится как до ремонта, так и после его окончания
ярмовых балок, прессующих колец и доступных стяжных шпилек	Не нормируется	Проводится мегомметром на 1000—2500 В (только при капитальном ремонте)
Испытания при капитальных ремонтах		
3. Определение отношения C_2/C_{50}	Не должно увеличиваться более чем на 10% по сравнению с измеренными ранее или должно находиться в пределах значений, приведенных в табл. 576	Проводится как до начала ремонта, так и после его окончания

Продолжение табл. 574

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
4. Определение отношения $\Delta C/C$	Не нормируется, но не должно возрасти более чем на 50% по сравнению с ранее измеренным	То же
5. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты: изоляции обмоток вместе с вводами в течение 1 мин	Испытательные напряжения приведены в табл. 571	Проводится в случае осмотра выемной части
изоляции доступных стяжных шпилек, прессующих колец и ярмовых балок в течение 1 мин	Испытательное напряжение 1000—2000 В	—
6. Измерение сопротивления обмоток постоянному току	Не должно отличаться более чем на 2% от сопротивления, полученного на том же ответвлении для других фаз, или данных предыдущих заводских и эксплуатационных измерений	Проводится на всех ответвлениях, если специально для этого не требуется выемки сердечника
7. Измерение коэффициента трансформатора	Значение его не должно отличаться более чем на 2% от коэффициента трансформации, полученного на том же ответвлении на других фазах, или от заводских данных	Проводится при частичной или полной смене обмоток или при отсутствии паспортных данных на всех трансформаторах мощностью свыше 630 кВ·А и на всех ответвлениях у трансформаторов, имеющих устройства для переключения ответвления под нагрузкой
8. Проверка группы соединений трехфазных трансформаторов и полярности выводов однофазных трансформаторов	Группа соединений должна соответствовать паспортным данным и обозначениям на щитке	Проводится при ремонтах с частичной или полной сменой обмоток
9. Измерение тока и потерь холостого хода	Не нормируется	—
10. Проверка работы переключающего устройства и снятие круговой диаграммы	Круговая диаграмма не должна отличаться от ранее снятой	Проводится согласно заводским инструкциям

Продолжение табл. 574

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
11. Испытание бака с радиаторами гидравлическим давлением в течение 1 ч при температуре масла не ниже +10° С	При испытании не должно наблюдаться течи масла. После испытания проверяют сообщаемость расширителя с баком путем частичного слива масла	Проводится гидравлическим давлением столба масла, высоту которого над уровнем заполненного расширителя принимают для трубчатых и гладких баков 0,6 м, для волнистых баков, баков с трубчатыми радиаторами или с охладителями — 0,3 м
12. Осмотр и проверка устройства охлаждения	Проводятся согласно заводским инструкциям	—
13. Проверка целости заземления ярмовых балок, прессующих колец и магнитопровода	Ярмовые балки, прессующие кольца и магнитопровод должны иметь заземления	Проводится в случае осмотра выемной части
14. Фазировка трансформатора	Должно иметь место совпадение по фазам	Проводится как при капитальном ремонте без смены обмоток, так и при переделке первичной коммутации
Испытания при капитальных и текущих ремонтах и межремонтные		
15. Испытание трансформаторного масла	Предельные допустимые показатели качества трансформаторного масла приведены в табл. 577	—
Испытания при капитальных ремонтах		
16. Испытание включением толчком на номинальное напряжение	При трех — пятикратном включении трансформатора на номинальное напряжение не должны иметь места явления, указывающие на неудовлетворительное состояние трансформатора	—
Испытания при капитальных ремонтах и межремонтные		
17. Испытание вводов: измерение сопротивления изоляции	Не менее 1000 Ом	Проводится мегомметром 1000—2500 В у ввода с бумажно-масляной изоляцией
измерение тангенса угла диэлектрических потерь	Не должен превышать значений, указанных в табл. 575	При изменении tg вводов рекомендуется измерить их емкость
испытание повышенным напряжением промышленной частоты (совместно с обмотками трансформаторов)	Испытательные напряжения даны в табл. 571	—

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
проверка герметичности вводов при избыточном давлении 0,1 МПа в течение 30 мин	—	Проводится только у маслонаполненных вводов при их вскрытии
испытание трансформаторного масла из маслонаполненных вводов	Показатели качества трансформаторного масла приведены в табл. 577	—
18. Испытание встроенных трансформаторов тока:		
измерение сопротивления изоляции: первичных обмоток	Не нормируется	Проводится мегомметром на напряжение 2500 В
вторичных обмоток	Не нормируется, но вместе с подсоединенными к ним цепями не должно быть ниже 1 МОм	Проводится мегомметром на 1000 В
испытание повышенным напряжением промышленной частоты изоляции:	Испытательные напряжения приведены в табл. 571	Испытательное напряжение, равное заводскому, принимают только для керамических изоляторов; для остальных — 90% заводского. Продолжительность испытания для ТТ 1 мин, если основная изоляция керамическая, и 5 мин, если основная изоляция состоит из органических твердых материалов и кабельных масс. Продолжительность испытания для ТН 1 мин
первичных обмоток		
вторичных обмоток (без присоединения вторичных цепей)	1000 В	В течение 1 мин
доступных стяжных болтов	1000 В	Проводится только при вскрытии измерительных трансформаторов

Примечания: 1. Испытания по пп. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 12 не обязательны для трансформаторов мощностью 630 кВ·А включительно.

2. Испытания по пп. 1, 4, 5 и 12 для сухих трансформаторов всех мощностей не проводят. Испытания по пп. 6, 7, 8, 9 проводят для сухих трансформаторов в зависимости от их мощности и назначения.

3. Капитальный ремонт трансформаторных подстанций проводят первый раз через 6 лет после ввода в эксплуатацию, а затем в сроки, установленные ответственными за электрохозяйство (главным энергетиком) организации (предприятия), исходя из местных условий и результатов испытаний; для остальных трансформаторов — по результатам испытаний.

4. Текущий ремонт проводят не реже одного раза в год для трансформаторных подстанций; не реже одного раза в 3 года — для всех остальных трансформаторов и по местным инструкциям — для трансформаторов, установленных в зонах усиленного загрязнения.

5. Сроки межремонтных испытаний устанавливает главный энергетик организации (предприятия).

575. Тангенс угла диэлектрических потерь tg δ (%)

Для трансформаторов с напряжением обмотки ВН	При температуре, °С						
	10	20	30	40	50	60	70
35 кВ и ниже	2,5	3,5	5,5	8	11	15	20
Выше 35 кВ	2	2,5	4	6	8	12	16

576. Отношение C_2/C_{50}

Для трансформаторов с напряжением обмотки ВН	При температуре, °С						
	10	20	30	40	50	60	70
35 кВ и ниже	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Выше 35 кВ	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7

577. Предельно допустимые показатели качества трансформаторного масла

1. Минимальное пробивное напряжение масла (кВ), определяемое в стандартном сосуде для трансформаторов напряжением:	
до 15 кВ включительно . .	20
выше 15 до 35 кВ	25
от 60 до 220 кВ	35
от 330 кВ и выше	45
2. Содержание механических примесей	отсутствие (визуально)
3. Содержание взвешенного угля:	
в трансформаторах	отсутствие
в выключателях	незначительное количество
4. Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	0,25
5. Реакция водной вытяжки (водорастворимые и низкомолекулярные кислоты)	нейтральная, допускается содержание водорастворимых кислот не более 0,01 мг КОН, а для трансформаторов до 630 кВ·А включительно — 0,03 мг КОН
6. Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле . .	снижение температуры вспышки не более чем на 5° С от первоначальной
7. Тангенс угла диэлектрических потерь (%) при напряженности электрического поля 1 кВ/мм:	
при 20° С	2
при 70° С, не более	7

Испытание производят у трансформаторов (вводов) 330 кВ и выше и у трансформаторов (вводов), имеющих повышенное значение tg δ обмоток.

Примечания: 1. При доливке масла более чем на 5% залитого количества смесь проверяют на отсутствие выпадения осадка и стабильность.

2. Для трансформаторов, не имеющих термосифонных фильтров, масло испытывают не реже одного раза в год, в остальных случаях — масло берут на анализ во время капитальных и текущих ремонтов; в трансформаторах мощностью до 63 кВ·А, напряжением до 10 кВ масло не испытывают, а заменяют по браковочным показателям и результатам профилактических испытаний изоляции.

578. Предельные величины тангенса угла диэлектрических потерь (%) вводов и проходных изоляторов (при температуре +20° С)

Наименование объекта испытания и вид основной изоляции	При номинальном напряжении, кВ			
	3—15	20—35	60—110	150—220
Маслонаполненные вводы и проходные изоляторы с маслобарьерной изоляцией	—	3 / 8	2 / 5	2 / 4
Маслонаполненные вводы и проходные изоляторы с бумажно-масляной изоляцией	—	—	1 / 1,5	1 / 1,2
Мастиконаполненные вводы с бакелитовой изоляцией	3 / 12	2,5 / 9	2 / 5	—
Вводы и проходные изоляторы с бакелитовой изоляцией	4 / 12	2,5 / 8	2 / 5	—

Примечание. Над чертой — для изоляторов, вышедших из капитального ремонта; под чертой — находящихся в эксплуатации.

579. Испытательные напряжения промышленной частоты (кВ)

Номинальное напряжение, кВ	Для оборудования с нормальной изоляцией				Для оборудования с облегченной изоляцией	
	изоляторы, испытываемые отдельно	аппараты	трансформаторы тока	трансформаторы напряжения	изоляторы, испытываемые отдельно	аппараты, трансформаторы тока и напряжения
3	25	24	24	24	14	13
6	32	32	32	32	21	21
10	42	42	42	42	32	32
15	57	55	55	55	48	48
20	68	65	65	65	—	—
35	100	95	95	95	—	—
60	150	140	140	105	—	—
100	265	250	250	200	—	—
150	340	320	320	275	—	—
220	490	470	470	400	—	—

580. Испытания измерительных трансформаторов

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
	Межремонтные испытания	
1. Измерение сопротивления изоляции:		
первичных обмоток	Не нормируется	Проводится мегомметром на 2500 В
вторичных обмоток	Не нормируется; 1 Мом (вместе с подсоединенными цепями)	Проводится мегомметром на 1000 В

Продолжение табл. 580

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
2. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь изоляции обмоток	Предельно допустимые значения tg δ приведены для ТТ в табл. 581, для ТН — в табл. 582	Проводится у ТН 35 кВ и выше, у которых оба вывода первичной обмотки рассчитаны на номинальное напряжение, а также для ТТ всех напряжений с основной изоляцией, выполненной из бумаги, бакелита или битуминозных материалов
3. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:		
изоляции первичных обмоток	Испытательные напряжения приведены в табл. 571	Продолжительность испытания для ТТ — 1 мин, если основная изоляция — керамическая и 5 мин, если основная изоляция состоит из органических твердых материалов или кабельных масс; продолжительность испытания для ТН — 1 мин
изоляция вторичных обмоток (1 мин)	1 кВ	—
изоляция доступных стяжных болтов (1 мин)	1 кВ	Проводится только при вскрытии измерительных трансформаторов
4. Испытание трансформаторного масла	Предельно допустимые показатели качества масла приведены в табл. 577	Проводится у измерительных трансформаторов 35 кВ и выше. Из измерительных трансформаторов ниже 35 кВ пробы масла не отбирают и допускают замену масла при браковочных результатах профилактических испытаний изоляции
5. Испытание вводов	Аналогично испытанию вводов силовых трансформаторов тока	Испытательные напряжения промышленной частоты брать по табл. 579

Примечание. Межремонтные испытания проводят по местным инструкциям, но не реже одного раза в 3 года.

581. Предельные значения тангенса угла диэлектрических потерь (%) трансформаторов тока после капитального ремонта в эксплуатации (+20° С)

Наименование объекта испытания и вида основной изоляции	При номинальном напряжении, кВ			
	3—15	20—35	60—110	150—220
Маслонаполненные ТТ с бумажно-масляной изоляцией	—	2,5/4,5	2/3,5	1,5/2,5
ТТ с бакелитовой изоляцией	3/12	2,5/8	2/5	—

582. Средние опытные значения тангенса угла диэлектрических потерь (%) изоляции обмоток трансформаторов (по данным Мосэнерго)

Наивысшее номинальное напряжение обмотки, кВ	При температуре обмотки, °С						
	10	20	30	40	50	60	70
10 и ниже	4	5,5	7,5	10	14	19	27
35	2,8	4	5,5	8	11	16	23
110—220	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14

583. Испытания масляных выключателей

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Испытания при капитальных ремонтах		
Измерение сопротивления изоляции:		
подвижных и направляющих частей, выполненных из органических материалов	Предельные величины сопротивления изоляции даны в табл. 19	Измерение производится мегомметром на напряжение 2500 В или от источника напряжения выпрямленного тока
вторичных цепей, включающей и отключающей катушек	Не менее 1 Мом	Производится мегомметром на напряжение 1000 В
Испытание при капитальных ремонтах и межремонтные		
Испытание вводов	См. испытание вводов измерительных трансформаторов	—
Испытания при капитальных ремонтах		
Оценка состояния изоляции внутрибаковых и дугогасительных устройств	Подлежит сушке, если исключение влияния этой изоляции снижает тангенс угла диэлектрических потерь вводов более чем на 4—5%	Производится у баковых масляных выключателей 35 кВ, если тангенс угла диэлектрических потерь вводов повышен
Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:		
изоляция выключателей	Испытательные напряжения приведены в табл. 579	Продолжительность испытания 1 мин
изоляция вторичных цепей и обмоток включающей и отключающей катушек		То же
Испытания при капитальных и текущих ремонтах и межремонтные		
Измерение сопротивления постоянному току:		
контактов масляных выключателей	Предельные сопротивления приведены в табл. 584. Одновременно сопротивление сравнивается с измеренными на аналогичном оборудовании и других фазах	Если сопротивление контактов возросло против нормы в 1,5 раза, контакты должны быть улучшены

Продолжение табл. 583

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
шунтирующих сопротивлений дугогасительных устройств	Не должно отличаться от заводских данных более чем на 3%	—
обмоток включающей и отключающей катушек	Принимается согласно заводским данным	—
Испытания при капитальных ремонтах		
Проверка времени движения подвижных частей МВ	Полученные значения времени от подачи команды до момента замыкания (размыкания) контактов МВ не должны отличаться более чем на ±10% от паспортных данных или от данных табл. 585	—
Испытания при капитальных ремонтах и межремонтные		
Измерение хода подвижной части МВ (вжима) контактов при одновременности замыкания и размыкания контактов	Полученные значения должны соответствовать данным табл. 587 или заводским инструкциям	—
Измерение расстояния между бойком и рычагом отключающего устройства	Зазор между бойком и рычагом отключающего устройства должен соответствовать данным табл. 588	—
Проверка действия механизма свободного расцепления	Механизм свободного расцепления должен быть проверен в работе при включенном положении привода, в двух-трех промежуточных его положениях и на границе зоны действия свободного расцепления	—
Испытания при капитальных ремонтах		
Испытание выключателя многократными включениями и отключениями	Включение и отключение выключателя при многократном опробовании должны проводиться при напряжениях в момент включения на зажимах катушки привода 110, 100, 90 и 80% номинального. Число операций для каждого режима опробования 3—5	Если по условиям работы источника питания оперативного тока не представляется возможным провести испытания при напряжении 110% $U_{ном}$, то допускается проведение его при максимальном напряжении на зажимах катушки привода, которое может быть получено. Выключатели, предназначенные для работы в цикле АПВ, должны быть подвергнуты 2—3-кратному опробованию цикла О—В—О при номинальном напряжении на зажимах катушки привода

Продолжение табл. 583

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Испытания при капитальных ремонтах и межремонтные		
Испытание трансформаторного масла из баков выключателя	Отбраковочные показатели качества масла приведены в табл. 577 (пп. 1—6)	После отключения короткого замыкания мощностью больше половины паспортного значения разрывной мощности многообъемных МВ независимо от напряжения и малообъемных МВ напряжением 110 кВ и выше проводится испытание на наличие взвешенного угля. У малообъемных выключателей напряжением до 35 кВ включительно масло не испытывают — его заменяют свежим при капитальном ремонте МВ
Межремонтные испытания		
Испытание встроенных трансформаторов тока	Испытания проводятся по пп. 1 и 3 табл. 580	—

Примечание. Капитальный ремонт проводят не реже одного раза в 3 года. Текущий ремонт и межремонтные испытания проводят в сроки, устанавливаемые ответственным за электрохозяйство предприятия (организации), исходя из местных условий.

584. Предельные сопротивления (МОм) изоляции подвижных и направляющих частей масляного выключателя, выполненных из органического материала (испытания при капитальных ремонтах)

Номинальное напряжение, кВ:	
3—10	300
15—150	1000
220 и выше	3000

585. Предельные сопротивления постоянному току контактов масляного выключателя

Тип выключателя	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Предельное сопротивление контактов выключателя при вводе в эксплуатацию и после капитального ремонта, мкОм	
			всей контактной системы фазы выключателя	элементов контактной системы фазы
МКП-220	220	600	1200 (с вводами); 600 (без вводов)	Одна камера 260
МКП-274	220	600	960	—

Продолжение табл. 585

Тип выключателя	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Предельное сопротивление контактов выключателя при вводе в эксплуатацию и после капитального ремонта, мкОм	
			всей контактной системы фазы выключателя	элементов контактной системы фазы
МКП-180	150	600—1000	800	—
МКП-153; МКП-160	110	600	800	—
ВМ-125; МКП-110 (с киритовыми пластинами)	110	600	1600	Одна камера 540
МКП-110 (без киритовых пластин)	110	600	1100	—
МГГ-110	110	600	700	—
ВМ-35; ВБ-35; ВМД-35	35	600	550	—
МКП-35	35	600—1000	300	—
МКП-76	35	600	300	—
МГ-35	35	600	400	—
МГ-20	20	6000	10	300 (дугогасительные контакты)
МГ-10	10	5000	15	300
ВМП-10	10	600 1000 1500	55 40 30	—
ВМГ-133	6—10 —	600 1000	100 75	— —
МГГ-223 МГГ-10 МГГ-229	— 6—10 —	2000 — 3000	30 — 20	250 (дугогасительные контакты)
МГГ-529 МГГ-20	20 —	2000 3000	30 20	—

Продолжение табл. 585

Тип выключателя	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Предельное сопротивление контактов выключателя при выводе в эксплуатацию и после капитального ремонта, мкОм	
			всей контактной системы фазы выключателя	элементов контактной системы фазы
Выключатели всех остальных типов	3—10	200	350	—
	—	600	150	—
	—	1000	100	—
	—	2000	75	—

586. Среднее время движения подвижных частей масляного выключателя

Тип МВ	Тип привода	Время (с) от подачи импульса до момента			
		замыкания контактов	остановки подвижных частей	размыкания контактов	остановки подвижных частей
		при включении		при отключении	
МКП-220	ШПЭ-44	0,7—0,8	—	0,04—0,05	—
МКП-160	ПС-30	0,8	0,85	0,07	0,35
МКП-110М	ПЭ-33	0,5—0,6	—	0,04—0,05	—
МКП-110МП	ПЭ-31	0,5—0,6	—	0,04—0,05	—
МГ-110	ПС-30	0,46	0,48	0,054	0,1
ВМ-35, ВМД-35 и ВБ-35	ПС-10	0,18	—	0,06	—
МКП-35	ПС-30	0,4	0,45	0,05	0,2
МКП-76	ПВС-150	0,45	0,5	0,1	0,25
МГ-35	ПС-20	0,23	0,236	0,06	0,166
МГ-20	ПС-31	0,65	1,2	0,14	0,37
МГ-10	ПС-31	0,53	0,75	0,12	0,29
МГ-229	ПС-30Г	0,65	0,7	0,15	0,33
МГ-223	ПС-30	0,55	0,65	0,15	0,3
МГГ-20	ПС-31	—	0,65	—	0,2
МГГ-10	ПЭ-2	0,14	0,42	0,11	0,24
ВМГ-133	ПС-10	0,2	0,23	0,1	0,18
ВМП-110 и ВМП-10К	ПЭ-11	0,3	—	0,1	—

Примечания: 1. Данными, приведенными в таблице, можно пользоваться при отсутствии заводского протокола испытания МВ.

2. Для приводов и выключателей остальных типов время движения подвижных частей устанавливают согласно инструкциям или исходным данным, полученным при испытаниях вновь вводимого оборудования, не имеющего паспорта или инструкции завода-изготовителя.

587. Механические характеристики масляных выключателей

Тип выключателя	Ход подвижной части (траверсы), мм	Вжим (ход) контактов, мм	Разновременность замыкания и размыкания контактов в пределах фазы, мм
МКП-210	800+5—15	8+2—1	1

Продолжение табл. 587

Тип выключателя	Ход подвижной части (траверсы), мм	Вжим (ход) контактов, мм	Разновременность замыкания и размыкания контактов в пределах фазы, мм
МКП-274	1160±25	16±2	2
МКП-160	864+10—20	16±2	2
МКП-110	510+5—10	8+2—1	1
МГ-110	185	15+1	3
ВМ-35	235+2—1	10+2	2
ВБ-35	235+2—10	(вып. до 1941 г.) 12±2 (вып. после 1941 г.)	2
МКП-35	280±10	16±1	4
МГ-35	200+10—5	10±1	—
МГГ-529	500±20	55±2	5
МГГ-299	420+20—10	55±2	5
МГ-10 (5000 А)	420+20—10	90±2	5
МГ-20 (6000 А)	500—25	90±2	5
МГГ-223	420±25	55±2	5
ВМГ-133	250±5	40±5	3
БМГ-22	200±5	40	6
ВМ-23; ВМ-16	133±5	50	—
МГГ-10 (3000 А)	300—10	18±2 / 95—5	4
МГГ-10 (2000 А)	300—10	17±3 / 95—5	4
МГГ-20	500—25	— / 90±2	4
ВМП-10; ВМП-10К	245—5	59±4 (500—2000 А) 56±4 (1500 А)	4 5

Примечания: 1. Над чертой указан вжим (ход) рабочих контактов, под чертой — дугогасительных.

2. Для выключателей остальных типов полученные значения должны соответствовать заводским инструкциям или сравниваться с исходными данными.

588. Механические характеристики привода масляного выключателя

	ПС-10	*ПЭ-2*	*ПЭ-31*	*ПЭ-33*	*ПЭ-42*	*ПЭ-50*
Расстояние между бойком отключающего электромагнита и отключающим рычагом, мм	8	0	1—2	1—2	1—2	1—2

Примечание. Для приводов остальных типов зазор устанавливают согласно инструкциям или исходным данным.

589. Испытания выключателей нагрузки при капитальных ремонтах

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей, обмоток включающей и отключающей катушек	Не менее 1 МОм	Проводится мегомметром на 500—1000 В со всеми присоединенными аппаратами (катушки приводов, контакторы, реле, приборы, вторичные обмотки ТТ, ТН и т. д.)
Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:		
изоляции выключателя нагрузки	Испытательные напряжения приведены в табл. 579	Продолжительность испытания 1 мин
изоляции вторичных цепей и обмоток включающей и отключающей катушек	1000 В	То же
Измерение сопротивления постоянному току контакта выключателя	Сопротивление не должно превышать первоначально измеренных или исходных данных более чем в 1,5 раза	Производится у контактной системы фазы и каждой пары рабочих контактов выключателя
Определение степени износа дугогасящих вкладышей	Минимальная толщина стенки вкладышей для ВН-16, ВНП-15 и ВНП-17 должна быть не менее 0,5—1 мм	—
Определение степени обгорания контактов	Обгорание подвижного и неподвижного дугогасительного контактов полюса в сумме не должно превышать 5 мм для ВН-16, ВНП-16 и ВНП-17	—
Проверка действия механизма свободного расцепления	Проверяется в работе при включенном положении привода, в двух-трех промежуточных его положениях и на границе зоны действия свободного расцепления	—
Проверка срабатывания привода при пониженном напряжении	Минимальное напряжение срабатывания катушек отключения приводов должно быть не менее 35% $U_н$, а напряжение надежной работы — не более 60% $U_н$. Напряжение надежной работы контакторов включения должно быть не более 80% $U_н$. Надежное включение выключателя	—

Продолжение табл. 589

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
	должно быть обеспечено при напряжении на зажимах катушки привода в момент включения, равном 80%	
Испытание выключателя многократными включениями и отключениями	См. табл. 579, п. 11	—
Испытание предохранителей:		
испытание опорной изоляции предохранителей повышенным напряжением промышленной частоты	Испытательные напряжения приведены в табл. 579	Продолжительность испытания 1 мин
определение целости плавких вставок и токоограничивающих сопротивлений и соответствия их проектным данным	Плавкие вставки и токоограничивающие сопротивления должны быть калиброванными	—

Примечание. Капитальный ремонт производят не реже одного раза в 3 года.

590. Разъединители, короткозамыкатели и отделители

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Испытания при капитальных ремонтах		
Измерения сопротивления изоляции:		
проводков и тяг, выполненных из органических материалов	Сопротивление должно иметь значение не ниже указанного в табл. 579	Проводится мегомметром на напряжение 2500 В или от источника напряжения выпрямленного тока
многоэлементных изоляторов	Сопротивление каждого элемента изолятора должно быть не ниже 300 МОм	Проводится только при положительных температурах окружающего воздуха мегомметром на напряжение 2500 В
вторичных цепей, обмоток включающей и отключающей катушек	Не менее 1 МОм	Замер проводится мегомметром на напряжение 1000 В
Испытания при капитальных ремонтах и межремонтные		
Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:		
изоляции разъединителей, короткозамыкателей и отделителей	Изоляция, состоящая из одноэлементных опорных или опорно-стержневых	Для опорно-стержневых изоляторов электрическое испытание не обязательно. Продолжительность испытания для

Продолжение табл. 590

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
	изоляторов, должна испытываться напряжением, указанным в табл. 579; из штыревых изоляторов — напряжением 50 кВ, приложенным к каждому элементу	изоляторов с основной изоляцией из твердых органических материалов — 5 мин, для керамических изоляторов — 1 мин
изоляции вторичных цепей и обмоток включающей и отключающей катушек	—	Продолжительность испытания 1 мин
Контроль многоэлементных изоляторов с помощью штанги	Нормы отбраковки изоляторов по характеру распределения напряжения приведены в табл. 591. Изолятор бракуют, если на него приходится напряжение, меньшее значений, предусмотренных в табл. 591	Контроль осуществляется с помощью измерительной штанги или штанги с постоянным искровым промежутком
Испытания при капитальных ремонтах		
Измерение сопротивления постоянному току: контактов обмоток отключающей и включающей катушек	Сопротивление не должно превышать 150% исходных данных или данных, приведенных в табл. 592 Сопротивления обмоток катушек принимают согласно специальной или заводской инструкции	Проводится у разъединителей и отделителей 110 кВ и выше, а также у разъединителей на 1000 А и более всех напряжений
Измерения усилия вытягивания ножа из неподвижного контакта разъединителя или отделителя	Наименьшие усилия приведены в табл. 593	Рекомендуется проводить у разъединителей и отделителей, работающих при токах, близких к номинальному значению
Проверка работы разъединителя, короткозамыкателя и отделителя, имеющего электрический привод	Проводится путем 3—5-кратного включения и отключения при номинальном напряжении оперативного тока	—
Определение времени движения подвижных частей короткозамыкателей и отделителей	Измеренное время движения подвижных частей не должно отличаться от данных табл. более чем на ±10%	Проводится при отключении

Примечание. Капитальный ремонт проводят не реже одного раза в 3 года; межремонтные испытания — в сроки, устанавливаемые ответственным за электрохозяйство предприятия (организации), исходя из местных условий.

591. Номинальное допустимое напряжение на элементах изоляторов при контроле их измерительной штангой

Рабочее напряжение, кВ		Тип изолятора	Число изоляторов	Напряжение (кВ) на элемент, считая от конструкции													
линейное	фазное			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
220	127	ИШД-35	5	6/3	7/3	7/3	5/2	6/3	6/3	6/3	8/3	9/4	7/3	8/4	10/5	11/6	—
		ОС-1	5	4/2	5/3	4/2	5/3	6/3	7/4	6/3	9/6	7/5	12/8	—	—	—	—
		ШТ-35	4	4/2	5/2	5/2	6/3	8/4	10/5	12/7	15/9	—	—	—	—	—	—
110	65	ИШД-35	3	6/3	4/2	5/3	6/3	6/3	6/3	7/4	8/6	16/10	—	—	—	—	—
		ШТ-35	3	7/3	8/4	9/5	11/7	12/8	18/11	—	—	—	—	—	—	—	—
		ОС-1	3	2/2	3/2	2/2	4/2	3/2	6/4	—	—	—	—	—	—	—	—
35	20	ОС-1	2	2/2	5/2	4/2	7/3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		ШТ-35	1	10/5	10/5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

220	127	ПМ-4,5; П-4,5; НЗ-6	14	8/4	6/3	5/3	5/3	5/2	5/2	6/2	6/3	6/3	7/3	9/5	12/8	16/10	31/12
		П-7; П-8,5	13	7/3	5/2	5/2	5/2	5/2	6/3	7/3	7/3	9/4	11/6	14/8	16/10	30/18	—
110	65	ПМ-4,5; П-4,5; ПР-3,5; НС-2	8	8/4	5/2	5/2	5/2	6/3	8/4	10/6	17/10	—	—	—	—	—	—
			7	9/4	6/3	5/2	7/3	8/4	11/6	18/12	—	—	—	—	—	—	—
			6	10/5	7/3	8/4	9/4	11/5	19/9	—	—	—	—	—	—	—	—
35	20	ПМ-4,5; П-4,5; ПР-3,5	4	4/2	3/2	5/3	8/5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		ПС-2	3	6/3	5/3	9/5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			2	10/5	10/6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания: 1. Сумма напряжений, измеренных по элементам изоляторов, не должна отличаться от фазного напряжения установки более чем на 10% для изоляторов, смонтированных на металлических конструкциях и опорах, и на ±20% — на деревянных.

2. Над чертой указано напряжение для нормального состояния изоляторов, под чертой — напряжение, ниже которого состояние изоляторов считается дефектным.

592. Предельные сопротивления постоянному току контактов разъединителей

Тип разъединителя	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Предельное сопротивление контактов разъединителей, мкОм
РЛН	200—35	600	220
		600	175
Остальные типы	Все напряжения	1000	120
		1500—2000	50

Примечание. У шинных разъединителей измерение сопротивления контактов на постоянном токе и связанное с этим снятие напряжения со стороны шин проводят только в том случае, если обнаружена неисправность контактов, например потемнение, повышенный нагрев и т. п.

593. Наименьшие усилия вытягивания одного ножа из неподвижного контакта

Номинальный ток, А	400—600	1000—2000	3000
Усилие вытягивания, Н	200	400	800

594. Предельные значения времени движения подвижных частей отделителей и короткозамыкателей

Номинальное напряжение, кВ	35	110	150	220
Время от подачи импульса до момента, с:				
замыкания контактов при включении короткозамыкателя	0,4	0,4	0,5	0,5
размыкания контактов при отключении отделителя	0,5	0,7	0,9	1

595. Комплектные распределительные устройства внутренней и наружной установки КРУ и КРУН (испытания при капитальных ремонтах)

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Измерение сопротивления изоляции:		
элементов, выполненных из органических материалов	Сопротивление изоляции должно быть не ниже данных табл. 19	Проводится мегомметром на 2500 В
вторичных цепей	Не менее 1 МОм	Проводится мегомметром на 500—1000 В
Испытание повышенным напряжением промышленной частоты:		
изоляции ячеек КРУ	Испытательные напряжения полностью смонтированных ячеек КРУ устанавливают согласно табл. 579	—
изоляции вторичных цепей (в течение 1 мин)	1000 В	Продолжительность испытания 1 мин

Продолжение табл. 595

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Измерение сопротивления постоянному току	Сопротивление не должно превышать данных табл. 596	—
Измерение давления ламелей разъединяющих контактов первичной цепи	Давление каждой ламели на неподвижный контакт или металлическую пластину должно быть в пределах 100—150 Н	Проводится выборочно при выкаченной тележке КРУ
Проверка выкатных частей и блокировок	Проводится 4—5 операций вкатывания и выкатывания тележки КРУ. Проверяется работа механических блокировок, соосность втычных ножей и контактов	—

Примечание. Капитальный ремонт проводят не реже одного раза в 3 года.

596. Предельные сопротивления постоянному току контактов КРУ

Наименование измеряемого элемента	Норма	Примечание
Контакты сборных шин	Сопротивление участка шин в месте контактного соединения не должно превышать более чем в 1,2 раза сопротивление участка шин той же длины без контакта	Проводится выборочно
Разъединяющиеся контакты первичной цепи	Сопротивление контактов должно быть не более: 75 мкОм — для контактов 400 А; 60 мкОм — для контактов 600 А; 50 мкОм — для контактов 900 А; 400 мкОм — для контактов 1200 А	Проводится выборочно, если позволяет конструкция КРУ
Разъединяющиеся контакты вторичной цепи	Сопротивление контактов должно быть не более 4000 мкОм	Проводится выборочно

597. Испытания сборных и соединительных шин

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Испытания при капитальных ремонтах и межремонтные		
Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты		Продолжительность испытания 1 мин
опорных одноэлементных изоляторов	Испытательные напряжения принимают по табл. 280	
опорных многоэлементных и подвесных изоляторов	50 кВ, подводимые к каждому элементу изолятора	

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Контроль соединений проводов (опрессованных и сварных)	Падение напряжения на соединителе должно не более чем в 2 раза превышать падение напряжения на участке провода той же длины	Контроль соединения проводов производится путем внешнего осмотра и измерения падения напряжения
Испытание проходных изоляторов: измерение сопротивления изоляции	Не ниже 1000 МОм	Проводится мегомметром на 1000—2500 В
измерение тангенса угла диэлектрических потерь	Замеряемые значения тангенса угла диэлектрических потерь не должны отличаться от предыдущих	Одновременно рекомендуется замерять и емкость изоляторов
испытание повышенным напряжением промышленной частоты (1 мин — при керамической изоляции и 5 мин—при органической изоляции	Испытательное напряжение принимают по табл. 279	—
Межремонтные испытания		
Проверка нагрева контактов сборных и соединительных шин	Проводится термоиндикатором на изолирующих штангах или термоиндикаторами непрерывного действия	—

Примечания: 1. Испытания штыревых изоляторов 6—10 кВ шинных мостов и типа ШТ-30 проводят не реже одного раза в год, штыревых изоляторов типов ШТ-35, ИШД-35 и ОС-1 — не реже одного раза в 2 года.

2. Капитальный ремонт и межремонтные испытания проводят в сроки, устанавливаемые ответственным за электрохозяйство, исходя из местных условий.

598. Конденсаторы бумажно-масляные (силовые)

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Испытания при текущих ремонтах		
Проверка конденсаторов на отсутствие замыкания между изолированными выводами и корпусом	Сопротивление изоляции между выводами и относительно корпуса конденсатора и отношение $R_{60''}/R_{15''}$ не нормируют	Проводится мегомметром на напряжение 2500 В
Измерение емкости для отдельного элемента	Изменение величины емкости не должно отличаться от паспортных данных	—

Продолжение табл. 598

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Испытания при капитальных ремонтах		
Испытание повышенным напряжением промышленной частоты в течение 10 с	Испытательные напряжения приведены в табл. 599. При отсутствии источника тока достаточной мощности испытания переменным током могут быть заменены испытанием выпрямленным удвоенным напряжением, приведенным в табл. 599	Испытание конденсаторов относительно корпуса, имеющих один вывод, соединенный с корпусом, не производится

Примечание. Капитальный ремонт проводится в сроки, устанавливаемые ответственным за электрохозяйство; текущий — не реже одного раза в год.

599. Испытательные напряжения промышленной частоты силовых конденсаторов

Испытательное напряжение, кВ	Номинальное напряжение конденсаторов, кВ							
	0,22	0,38	0,5	0,66	1,05	3,15	6,3	10,5
При испытании между обкладками	0,37	0,64	0,85	1,1	1,72	5,15	10,2	17,2
При испытании на корпус	1,87	1,87	1,87	1,87	3,75	13,5	19	26

600. Вентильные разрядники (испытания при капитальных ремонтах и межремонтные)

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Измерение сопротивления элемента разрядника	Не нормируется	Проводится мегомметром на 2500 В
Измерение тока проводимости (тока утечки)	Допустимые пределы тока проводимости (утечки) отдельных элементов приведены в табл. 601	—
Измерение пробивных напряжений при промышленной частоте	Измеренные пробивные напряжения могут отличаться от данных табл. 602 на +5 или —10%	Проводится только для разрядников, не имеющих шунтирующих сопротивлений

Примечание. Капитальный ремонт проводят не реже одного раза в 3 года (измерение сопротивления разрядников, отключаемых на зимний период, производят ежегодно); межремонтные испытания проводят в сроки, устанавливаемые ответственным за электрохозяйство, исходя из местных условий.

601. Предельные значения тока проводимости (тока утечки) элементов вентильных разрядников

Тип разрядника	Выпрямленное напряжение, приложенное к элементу разрядника, кВ	Токи проводимости		Верхний предел тока утечки, мкА
		нижний предел	верхний предел	
РВВМ-3 РВВМ-6 РВВМ-10 РВС-15 РВС-20 РВС-33 РВС-35	4 6 10 16 20 32 32	400	620	—
РВМ-3 РВМ-6 РВМ-10	4,5 9 13,5	900	1300	—
РВП-3 РВП-6 РВП-10	4 6 10	— — —	— — —	— 10 —

Примечания: 1. Для разрядников остальных типов допустимые пределы тока проводимости устанавливают согласно заводским данным или местным инструкциям.

2. Измерение токов проводимости проводят при пульсации выпрямленного напряжения не более 10%.

602. Допустимые пробивные напряжения искровых промежутков элементов вентильных разрядников при промышленной частоте

	РВП-3	*РВП-6*	*РВП-10*
Действующие значения пределов, кВ:			
верхнего	6	16	26
нижнего	11	19	30,5

603. Трубчатые разрядники

Наименование испытания	Нормы испытания
Испытания при капитальных и текущих ремонтах	
Проверка состояния поверхности разрядника	Наружная и внутренняя поверхности разрядника должны быть ровными, без трещин, расслоений и следов ионизационного разложения изоляционного материала
Измерение внутреннего диаметра разрядника*	Допустимые пределы увеличения внутреннего диаметра разрядников приведены в табл. 604
Измерение внутреннего искрового промежутка	Значение должно соответствовать номинальному значению (±5 мм для разрядников 110 и 35 кВ и ±3 мм — для разрядников 10—3 кВ)
Испытания при текущих ремонтах	
Измерение внешнего искрового промежутка	Не должно отличаться от проектного

Продолжение табл. 603

Наименование испытания	Нормы испытания
Проверка расположения зон выхлопа	Зоны выхлопа разрядников, закрепленных за закрытый конец, не должны пересекаться и в них не должны находиться элементы конструкции и провода, имеющие потенциал, отличающийся от потенциала открытого конца разрядника

* Измерение проводят по длине внутреннего искрового промежутка.

Примечание. Капитальные и текущие ремонты проводят в сроки, устанавливаемые ответственным за электрохозяйство, но не реже одного раза в 3 года.

604. Предельные значения внутреннего диаметра дугогасящей трубки разрядников

Тип разрядника	Начальный внутренний диаметр, мм	Наибольший допустимый диаметр, мм	Внутренний диаметр (мм) при толщине стенки фибры 2 мм
РТФ-110/2-10	20	28	20
РТФ-110/1,2-7	16	22,5	26
РТФ-110/0,8-5	16	22,5	—
РТВУ-110/5-20	16	22	—
РТВУ-35/5-20; РТВ-110/2-8	14	20	—
РТФ-35/1,8-10	12	17	20
РТВУ-220/2-10; РТВ-60/2-8; РТВ-35/2-10	11	15,5	—
РТВ-20/2-12; РТВ-15/2-12; РТВ-6/10/2-12	11	15,5	—
РТФ-35/0,8-5; РТФ-20/0,8-6; РТФ-10/1,5-10; РТФ-6/0,3-7	10	14	18
РТФ-110/0,4-2,2; РТФ-35/0,4-3; РТФ-3-1/5-7	8	11	14
РТВ-6-10/0,5-4	6	8,5	—
РТФ-3/0,2-1,5	3	4,5	—

Примечания: 1. При увеличении внутреннего диаметра дугогасящей трубки не более чем на 40% по сравнению с первоначальным пределы отключаемых разрядником токов соответствуют номинальным.

2. Трубчатые разрядники серии РТФ допускается оставлять в работе до тех пор, пока толщина стенки фибровой трубки не снизится до 2 мм. При внутреннем диаметре фибровой трубки, превышающем первоначальный более чем на 40%, нижний предел отключаемых токов выше номинального.

605. Предохранители (выше 1000 В)

Вид испытания	Наименование испытания	Нормы испытания
При капитальных ремонтах	Испытание опорной изоляции предохранителей повышенным напряжением промышленной частоты в течение 1 мин	Испытательные напряжения принимают по табл. 579
Межремонтные	Определение целостности плавких вставок и токоограничивающих сопротивлений и соответствия их проектным данным	Плавкие вставки и токоограничивающие сопротивления должны быть калиброванными

Примечание. Капитальный ремонт проводят не реже одного раза в 3 года; межремонтные испытания — в сроки, устанавливаемые главным энергетиком организации (предприятия).

606. Испытания аппаратов, вторичных цепей и электропроводок напряжением до 1000 В

Наименование испытания	Нормы испытания
Испытания при капитальных и текущих ремонтах и межремонтные	
Измерение сопротивления изоляции	Сопротивление изоляции должно быть не менее величин, приведенных в табл. 607
Испытания при капитальных ремонтах	
Испытание повышенным напряжением промышленной частоты в течение 1 мин: изоляции элементов приводов выключателей, разъединителей, короткозамыкателей, отделителей, а также вторичных цепей аппаратов и т. п.	1000 В
силовых кабелей	1000 В*
Проверка действия максимальных, минимальных или независимых расцепителей	Пределы работы расцепителей должны соответствовать заводским данным
Проверка работы контакторов и автоматов при пониженном и номинальном напряжении оперативного тока	Напряжения срабатывания и перечень операций приведены в табл. 608
Проверка фазировки распределительных устройств напряжением до 1000 В и их присоединение	Должно иметь место совпадение по фазам

* Можно заменить измерением мегомметром на напряжение 2500 В.

Примечание. Капитальный ремонт проводят не реже одного раза 3 года; текущий ремонт и межремонтные испытания — в сроки, устанавливаемые ответственным за электрохозяйство, исходя из местных условий.

607. Наименьшие сопротивления изоляции аппаратов, вторичных цепей и электропроводки до 1000 В

Наименование испытываемой изоляции	Напряжение мегомметра, В	Минимальное сопротивление изоляции, МОм
Катушки контакторов, магнитных пускателей и автоматов	500—1000	0,5
Вторичные цепи управления, защиты, измерения и т. п.:		
шинки постоянного тока и шинки напряжения на щите управления (при отсоединенных цепях)	500—1000	10
каждое присоединение вторичных цепей и цепей питания приводов выключателей и разъединителей*	500—1000	1
цепи управления, защиты и возбуждения машин постоянного тока 500—1100 В, присоединенных к цепям главного тока	500—1000	1
Силовые и осветительные электропроводки**	1000	0,5
Распределительные устройства, щиты и токопроводы***		

* Испытывают со всеми присоединенными аппаратами (катушки приводов, контакторы, реле, приборы, вторичные обмотки ТТ и ТН и т. д.).

** Сопротивление изоляции при снятых плавких вставках измеряют на участке между смежными предохранителями или за последними предохранителями между любым проводом и землей, а также между двумя любыми проводами. При измерении сопротивления в силовых цепях отключают электроприемники, аппараты, приборы и т. д. При измерении сопротивления в осветительных цепях лампы вывинчивают, а штепсельные розетки, выключатели и групповые щитки присоединяют.

*** Испытывают каждую секцию распределительного устройства.

608. Испытание контакторов и автоматов многократными включениями и отключениями

Наименование операции	Напряжение на шинах оперативного тока, В	Число операций
Включение	90	5
Включение и отключение	100	5
Отключение	80	10

609. Испытания аккумуляторных батарей

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания.
Испытания при капитальных и текущих ремонтах		
Проверка емкости отформованной аккумуляторной батареи	Емкость, приведенная к температуре +25° С, должна соответствовать заводским данным, а после 10 лет эксплуатации должна быть не менее 70% первоначальной	—

Продолжение табл. 609

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Испытания при капитальных и текущих ремонтах и межремонтные		
Проверка плотности электролита в каждой банке	Плотность и температура электролита в конце заряда и разряда батареи должны соответствовать заводским данным	Температура электролита не должна превышать +40° С
Испытания при капитальных ремонтах		
Химический анализ электролита	Электролит должен соответствовать данным табл. 311	Проводится при капремонте, но не реже 1 раза в 3 года
Испытания при капитальных и текущих ремонтах и межремонтные		
Измерение напряжения каждого элемента батареи	В батарее должно быть не более 5% элементов, отстающих от их общего количества. Напряжение отстающих элементов в конце разряда не должно отличаться более чем на 1—1,5% от среднего напряжения остальных элементов	—
Испытания при капитальных и текущих ремонтах		
Измерение сопротивления изоляции батареи	Не менее 50 кОм при напряжении до 110 В и 10 кОм — при 220 В	Проводится мегомметром на 1000 В (не выше)
Межремонтные испытания		
Измерение высоты осадка (шлама) в банке	Между осадком и нижним краем положительных пластин должно быть свободное пространство не менее 10 мм	—

Примечание. Капитальный ремонт производят в сроки, устанавливаемые ответственным за электрохозяйство; текущий — не реже одного раза в год в зависимости от местных условий; межремонтные испытания — не реже одного раза в месяц.

610. Параметры электролита аккумуляторов

	Разведенная свежая кислота для заливки в аккумуляторы	*Кислота из работающего аккумулятора*
Внешний вид	прозрачная	прозрачная, без мути
Окраска, согласно колориметрическому определению, мл	0,6	1
Плотность при 20° С, кг/м³	1,18	1,18—1,21
Содержание:		
моногидратов, %	24,8	24,6—28,4
железа, не более	0,004	0,008

	Разведенная свежая кислота для заливки в аккумуляторы	*Кислота из работающего аккумулятора*
мышьяка, %	0,0001	—
хлора, %	0,0005	—
окислов азота	0,0001	—
нелетучего остатка	0,05	—
Реакция на металлы, осаждаемые сероводородом	выдерживает пробу	—
Вещества, восстанавливающие KMO_4	выдерживают пробу	—
Содержание марганца, %	0,0001	—

611. Испытания заземляющих устройств

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Испытания при капитальном и текущем ремонтах и межремонтные		
Проверка состояния элементов заземляющего устройства	—	Осмотр элементов, находящихся в земле, со вскрытием грунта проводится выборочно, остальных — в пределах доступности осмотру
Испытания при капитальных и текущих ремонтах		
Проверка наличия цепи между контуром заземления и заземляемыми элементами	Не должно быть обрывов и неудовлетворительных контактов в проводке, соединяющей аппаратуру с контуром заземления	Проводится также при каждой перестановке оборудования
Испытания при капитальных и текущих ремонтах		
Проверка состояния пробивных предохранителей в установках до 1000 В	—	Проверяется также при предположении о его срабатывании
Испытания при капитальных ремонтах		
Проверка полного сопротивления петли фаза-нуль в установках до 1000 В с глухим заземлением нейтрали	Величина сопротивления должна быть такова, чтобы при замыкании между фазами и заземляющими проводниками возникал ток к. з., превышающий не менее чем в 3 раза номинальный ток ближайшей плавкой вставки или в 1,5 раза ток отключения максимального расцепителя соответствующего автоматического выключателя	—
Испытания при капитальных и текущих ремонтах		
Измерение сопротивления заземляющего устройства	Не должны превышать максимально допустимых значений	До подстанций производится не реже 1 раза в 3 года, для цеховых установок — 1 раз в год

Примечание. Капитальный ремонт и межремонтные испытания проводят в сроки, установленные главным энергетиком организации (предприятий); текущий — не реже одного раза в год.

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
Испытания при капитальных и текущих ремонтах		
Определение целости жил и фазировка	—	—
Испытания при капитальных ремонтах		
Испытание повышенным напряжением выпрямленного тока	Испытательные напряжения и продолжительность его приложения принимают по табл. 613	—
Межремонтные испытания		
Контроль осушения вертикальных участков	Разность в нагреве отдельных точек не должна быть выше 2—3° С	Проводится на кабелях 20—35 кВ путем измерения и сопоставления температур нагрева свинцовой оболочки в разных точках вертикального участка
Испытания при капитальных ремонтах		
Измерение сопротивления заземлений	—	Проводится на линиях всех напряжений у концевых заделок, а на линиях 110—220 кВ также у металлических конструкций кабельных колодцев и подпиточных пунктов
Измерение токораспределения по одножильным кабелям	Неравномерность в распределении токов на кабелях должна быть не более 10% (особенно, если это приводит к перегрузке отдельных фаз)	—
Межремонтные испытания		
Измерение блуждающих токов	Опасными считаются токи на участках линий в анодных и знакопеременных зонах при следующих условиях: бронированные кабели проложены в малоагрессивных грунтах (ρ — удельное сопротивление почвы более 20 Ом·м) при среднесуточной плотности тока утечки более 15 МА/дм^2; бронированные кабели проложены в агрессивных грунтах (ρ менее 20 Ом·м) при любой плотности тока утечки на землю;	Проводятся измерения потенциалов на оболочках кабелей и в контрольных точках, а также измерения параметров установки электрозащит

Продолжение табл. 612

Наименование испытания	Нормы испытания	Примечания
	кабели с голыми свинцовыми оболочками, с разрушенными бронёй и защитными покрытиями; стальные трубопроводы линий высокого давления независимо от агрессивности окружающего грунта и видов изоляционных покрытий на них	
Определение химической коррозии	Оценку коррозионной активности грунтов и естественных вод рекомендуется проводить по данным химического анализа среды	Проводится в случаях, если имеет место повреждение кабелей коррозией и нет сведений о коррозионных условиях трассы
Измерение нагрузки	Токовые нагрузки должны удовлетворять ПУЭ	—
Измерение температуры кабелей	—	Проводится по местным инструкциям на участках трассы, где имеется опасность перегрева кабелей
Испытания при капитальных ремонтах и межремонтные		
Испытание кабелей 3—6 кВ с резиновой изоляцией (например, марок ГТн, КпЭ, КШВГ, КГВГЛ, КШВГД)	$2U_{ном}$ в течение 5 мин	После мелких ремонтов, не связанных с перемонтажом кабеля, изоляцию проверяют мегомметром на напряжение 2500 В не реже 1 раза в год (в стационарных установках) и перед наступлением сезона (в сезонных установках)

Примечание. Капитальный ремонт проводят не реже одного раза в 3 года; текущий — не реже одного раза в год; межремонтные испытания — в сроки, устанавливаемые главным энергетиком организации (предприятия).

613. Испытательные напряжения (кВ) выпрямленного тока

Вид испытания	Испытательные напряжения для линий с рабочим напряжением, кВ				Продолжительность испытания каждой фазы, мин
	2—10	20—35	110	220	
После капитального ремонта	$6\,U_{ном}$	$5\,U_{ном}$	—	—	5
			250	400	15
В эксплуатации	$(5\cdots6)\,U_{ном}$	$(4\cdots5)\,U_{ном}$	—	—	5
	—	—	250	400	15

Примечание. Испытывать кабельные линии напряжением до 1000 В можно мегомметром на напряжение 2500 В при приемке в эксплуатацию и после капитального ремонта.

614. Испытания воздушных линий электропередачи напряжением выше 1000 В

Наименование и вид испытания	Нормы испытания	Примечания
Проверка габаритов и разрегулировки проводов стальных канатов (межремонтные испытания)	Фактический провес проводов и канатов не должен отличаться более чем на ±5%	Проводится по мере необходимости
	Разрегулировка провода любой фазы по отношению к другой фазе, а также разрегулировка канатов допускаются не более чем на 10% проектной при условии соблюдения габаритов до земли и пересекаемых объектов	—
	Расстояния от проводов ВЛ до земли и до различных пересекаемых объектов в местах сближения с ними должны быть не менее установленных ПУЭ. Расстояния от проводов ВЛ до деталей металлических, железобетонных и деревянных опор могут отличаться от установленных ПУЭ не более чем на 10%	—
Проверка правильности установки фундаментов (испытания при капитальных ремонтах)	Разность вертикальных отметок фундаментов раздельного типа при жестком закреплении опоры на фундаменте не должна превышать ±20 мм	Проводится при капитальном ремонте линии

Продолжение табл. 614

Наименование и вид испытания	Нормы испытания	Примечания
	Разность вертикальных отметок монолитных фундаментов не должна превышать: для опор портального типа ±20 мм, для анкерно-угловых ±30 мм	—
	Горизонтальное расстояние между осями монолитных фундаментов, установленных под одну опору, не должно отличаться от проектного более чем на $^1/_{250}$	—
	Уменьшение диаметра анкерных болтов против проектного, а также зазоры между пятой опорой и фундаментом не допускаются	—
Контроль изоляторов (испытания при капитальных ремонтах и межремонтные)	Сопротивление каждого элемента изолятора должно быть не менее 300 МОм	На ВЛ 35 кВ и ниже — не реже 1 раза в 3 года, проверка стержневых изоляторов новых типов — по местным инструкциям
Контроль соединений проводов (испытания при капитальных ремонтах и межремонтные)	Опрессование соединения бракуют: при геометрических размерах, не соответствующих данному типу зажимов; при наличии трещин, следов коррозии и механических повреждений; при падении напряжения на соединителе, в 2 раза большем, чем на целом проводе; если кривизна опрессованного соединителя превышает 3% его длины; если стальной сердечник опрессованного соединителя расположен несимметрично	Проводится в пролетах ВЛ 1 раз в 6 лет, в петлях — 1 раз в 3 года

Продолжение табл. 614

Наименование и вид испытания	Нормы испытания	Примечания
	Болтовые, плашечные и переходные зажимы бракуют, если падение напряжения на зажиме превышает более чем в 2 раза падение напряжения на участке провода той же длины	Проверяют не реже 1 раза в год
Измерение сопротивления заземления опор и стальных канатов (межремонтные испытания)	Не должно превышать допустимых значений	Проводится в период наименьшей проводимости грунта
Проверка правильности установки опор (испытания при капитальных ремонтах и межремонтные)	Допуски на установку опор не должны превышать значений, приведенных в табл. 615	—
Внешний осмотр (межремонтные испытания)	Ослабление сечений расчетных элементов металлических опор коррозией не должно превышать 20% площади поперечного сечения В железобетонных опорах с ненапряженной арматурой допускается наличие трещин, ширина раскрытия которых при эксплуатационных нагрузках составляет не более 0,2 мм. Число таких трещин не должно быть более 6 на 1 м длины ствола опоры Количество волосяных трещин не нормируется В железобетонных опорах с напряженной и частично напряженной арматурой появление трещин при эксплуатационных нагрузках не допускается Резьба болтов в местах сочленения деталей деревянных опор должна выступать под гайкой не более чем на 100 мм и не менее чем на 40 мм	Внешний осмотр проводится по мере необходимости по местным инструкциям

Продолжение табл. 614

Наименование и вид испытания	Нормы испытания	Примечания
	Врубки, затесы и сколы деталей деревянных опор допускаются на глубину не более 10% диаметра детали в данном сечении. Глубина врубок не должна отличаться от проектной более чем на ±4 мм	
Проверка тяжения в оттяжках опоры (испытания при капитальных ремонтах и межремонтные)	Не должно отличаться от проектного более чем на 10%	—
Определение степени загнивания деталей деревянных опор (межремонтные испытания)	Проверка древесины на загнивание проводится путем: внешнего осмотра и простукивания детали по всей ее длине (ежегодно, выборочно); измерения глубины загнивания в опасных сечениях и в местах наибольшего загнивания (не реже 1 раза в 3 года);	K_0 для всех деталей промежуточных опор (кроме траверс), расположенных на участках трассы линий, проходящих по лесным просекам и ущельям, снижается до $K_0=1$. Соответственно снижается и коэффициент износа при нормальном режиме до $C=0{,}65$

Примечания: 1. Капитальный ремонт и межремонтные испытания проводят в сроки, устанавливаемые главным энергетиком организации (предприятия).

2. Наименьший допустимый в эксплуатации диаметр здоровой части древесины детали опоры D_0 в расчетном опасном сечении определяют по формуле

$$D_0=D_{\text{расч}}\sqrt[3]{\frac{K_0}{K_{\text{расч}}}}=CD_{\text{расч}},$$

где $D_{\text{расч}}$ — расчетный диаметр детали опоры в опасном сечении, см; K_0 — допустимый эксплуатационный запас прочности древесины, принимаемый по табл. 616; $K_{\text{расч}}$ — расчетный запас прочности древесины принимается по ПУЭ исходя из величины временного сопротивления древесины, равного 42 МПа; C — коэффициент износа, принимаемый по табл. 616.

Для промежуточных опор с выпадающими поддерживающими зажимами, а также опор с глухими поддерживающими зажимами (за исключением опор, установленных на пересечениях и в населенных местностях) $D_{\text{расч}}$ и соответственно D_0 определяются только по условиям нормального режима работы линии. На промежуточных опорах с глухими поддерживающими зажимами, установленными на пересечениях в населенной местности, а также на анкерных и угловых опорах, $D_{\text{расч}}$ и D_0 определяют по условиям как нормального, так и аварийного режимов работы линии и из двух полученных значений D_0 принимается большее.

615. Предельные допуски при установке опор воздушных линий (испытания при капитальных ремонтах)

Отклонение опоры от вертикальной оси вдоль и поперек линии (отношение величины отклонения верха опоры к ее высоте):	
для металлических опор	1:200
для железобетонных одностоечных опор	1:150
для железобетонных портальных опор на оттяжках, мм	100
для деревянных опор	1:100
Отклонение оси трассы от горизонтали (уклон траверсы):	
для портальных металлических опор на оттяжках:	
при длине траверсы до 15 м	1:150 длины траверсы
при длине траверсы более 15 м	1:250 длины траверсы
для одностоечных железобетонных опор	1:100 длины траверсы
для железобетонных опор портальных на оттяжках, мм	80
для деревянных опор	1:50 длины траверсы
Смещение конца траверсы от линии, перпендикулярной к оси траверсы, мм:	
для металлических и одностоечных железобетонных опор	100
для портальных железобетонных опор на оттяжках	50
Разворот траверсы относительно оси линии (для деревянных опор), град	5

616. Допустимый эксплуатационный коэффициент запаса прочности K_0 и коэффициент износа C деталей деревянных опор

Наименование опор	Сосна, дуб, лиственница			Ель*		
	K_0	C		K_0	C	
		нормальный режим	аварийный режим		нормальный режим	аварийный режим
Одностоечные опоры (стойки и насыпки)	1,4	0,75	0,90	2	0,85	1
П- и А-образные опоры (стойки и насыпки)	1,2	0,7	0,85	1,4	0,75	0,90
Раскосы, подтравсрсники, брусья	1	0,65	0,8	1,3	0,72	0,85
Траверсы всех типов	1,4	0,75	0,9	—	—	—
Прочие детали	1	0,65	0,8	1,2	0,7	0,85

* Ель допускается только для линий 35 кВ и ниже. Изготовление насынков и траверс из ели не допускается.

617. Испытания воздушных выключателей

Наименование и вид испытания	Нормы испытания	Примечания
Измерение сопротивления изоляции (при капитальных ремонтах): а) опорных изоляторов, изоляторов гасительных камер, отделителей и изолирующих тяг всех напряжений б) вторичных цепей, обмоток включающего и отключающего электромагнитов и выключателей всех напряжений	Сопротивление изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в табл. 618 См. табл. 607, п. 1	Измерение можно проводить мегомметром на напряжение 2500 В или от источника напряжения выпрямленного тока; у опорных гасительных камер и отделений измерение в случае необходимости проводят с установкой охранных колец на внешней поверхности
Испытание повышенным напряжением промышленной частоты при капитальных ремонтах: а) изоляции выключателей всех напряжений (продолжительность 1 мин) б) изоляции вторичных цепей и обмоток включающего и отключающего электромагнитов выключателей всех напряжений	—	Для опорной цельнофарфоровой изоляции выключателей испытательные напряжения приведены в табл. 618
Измерение сопротивления постоянному току контактов воздушных выключателей всех напряжений (испытания при капитальных и текущих ремонтах и межремонтные)	Предельные сопротивления контактов приведены в табл. 619	При капитальном ремонте измерению подвергаются контакты каждого разрыва гасительной камеры, отделителя, ножа и т. п. в отдельности. При текущем и межремонтном испытаниях измеряют сопротивление каждого полюса: в случае превышения измеренного значения измеряют сопротивление отдельных элементов контактной системы, значения которых не должны превышать более чем в 1,5 раза нормированные
Измерение сопротивления постоянному току (испытания при капитальных ремонтах): а) обмоток включающего и отключающего электромагнитов ВВ всех напряжений	Устанавливается для каждого типа ВВ согласно табл. 619 или исходным данным	—
б) делителей напряжения ВВ	Устанавливается для каждого типа ВВ согласно табл. 620 или исходным данным	

Продолжение табл. 617

Наименование и вид испытания	Нормы испытания	Примечания
Проверка характеристик ВВ (испытания при капитальных и текущих ремонтах)	Проверки работы ВВ проводят по характеристикам, данным в паспорте или инструкции завода-изготовителя для каждого типа ВВ	—
Проверка срабатывания привода ВВ при пониженном напряжении (испытания при капитальных ремонтах)	Напряжение срабатывания электромагнитов управления при наибольшем давлении воздуха в баках должно быть не более 65%	—
Испытание ВВ многократными включениями и отключениями (при капитальных ремонтах)	Перечень операций и сложных циклов, выполняемых при разных давлениях, приведен для ВВ в табл. 621	—

618. Предельные сопротивления (МОм) опорной изоляции и изоляции подвижных частей воздушных выключателей (при капитальном ремонте)*

Опорный изолятор воздухопровода или тяги (каждого в отдельности):	
при $U_н \leqslant 15$ кВ	300
при $U_н \geqslant 110$ кВ	5000
Опорный фарфоровый изолятор при $U_н = 20...35$ кВ	500
Тяги из органических материалов при $U_н = 20...35$ кВ	1000

* $U_н$ — номинальное напряжение выключателя.

619. Предельные сопротивления постоянному току контактов воздушного выключателя

Тип выключателя	Номинальное напряжение, кВ	Номинальный ток, А	Предельное сопротивление контактов после капитального ремонта, мОм				
			всего контура полюса	гасительной камеры	одного разрыва гасительной камеры	ножа (отделителя)	одного разрыва отделителя
ВВ-15/600	15	600	120	—	—	—	—
ВВ-15/5500	15	5500	—	15/36*	—	—	—
ВВН-35/600	35	600	100	—	—	—	—
ВВН-35/1000	35	1000	60	—	—	—	—
ВВН-110/800-4000	110	800	200	150	75	50	—

* В числителе — сопротивление рабочих контактов ВВ; в знаменателе — дугогасительных.

620. Предельные сопротивления (Ом) постоянному току элементов омических делителей напряжения воздушного выключателя

Тип выключателя:

ВВН-154/800-4000; ВВН-154/2000-6000 . . . . . 180 000±2%
ВВН-154/800-6000; ВВН-154-8 . . . . . 15 000±150

621. Испытания воздушного выключателя многократными включениями и отключениями

Наименование операции или цикла	Давление срабатывания ВВ, МПа	Число операций для выключателя с рабочим давлением, МПа	
		15—21 (ВВ-15/600 и ВВН-35)	1,6—2,1
Включение и отключение	Минимальное	0,3	0,3
	1,5	0,2	—
	1,6	—	0,2
	1,8	0,2	0,2
	2	0,2	0,3
	2,1	0,2	0,2
Цикл ВО	1,5	0,2	—
	1,6	—	0,2
	2,1	—	—
Цикл ОВ	1,9	0,2	0,2
	2,1	0,2	0,2
Цикл ОВО	1,9	0,2	0,2
	2,1	—	0,2
Цикл БАПВ	1,9	—	0,2
	2,1	—	0,2
Цикл БАПВ (неуспешное)	1,9	—	0,2
	2,1	—	0,2

Примечания: 1. Выключатели типа ВВ-15/600 и ВВ-15/5500 не предназначены для работы в циклах АПВ и БАПВ.

2. Испытание в цикле БАПВ проводят только для выключателей, предназначенных для работы в этом цикле.

622. Предельные сопротивления постоянному току обмоток электромагнитов воздушного выключателя

Тип выключателя	Соединение электромагнитов и трех фаз	Напряжение, В	Сопротивление обмотки, Ом	Исполнение обмотки
ВВН-35	Раздельное или параллельное	220	$64^{+3\%}_{-8\%}$	ПЭЛ-1, ⌀ 0,35/0,39, 1990 витков, 20 рядов
ВН-35	Последовательное	110	$1{,}68^{+3\%}_{-8\%}$	ПЭЛ-1, ⌀ 0,96/1,02, 365 витков, 10 рядов

Продолжение табл. 622

Тип выключателя	Соединение электромагнитов трех фаз	Напряжение, В	Сопротивление обмотки, Ом	Исполнение обмотки
ВВ-35; ВВН-35	Раздельное	220	$49^{+1,47\%}_{-3,92\%}$	ПЭЛ-1, ⌀ 0,38/0,42, 1800 витков
ВВН-35	»	110	$18,6^{+3\%}_{-8\%}$	ПЭЛ-1, ⌀ 0,51/0,56, 1150 витков
ВВН-110	Раздельное или параллельное (электромагниты с форсировкой)	220	1-я обмотка 10±2	ПЭЛ (медь), ⌀ 0,51/0,56, 660 витков, 10 рядов
			2-я обмотка 45±2 Обе обмотки 55±3,5	ПШЛК (константан), ⌀ 0,51/0,64, 102 витка, 2 ряда по 51 витку —
ВВ-2503; ВВ-4001	Раздельное или параллельное	110 220	31,3±2 62,6±2	—
ВВ-2503; ВВ-4001	Последовательное	220 220	$14,8^{+0,2}_{-0,6}$	—
ВВН-15/600	Раздельное	220	44±2	—

22.6. Нормы потребности в спецодежде. Спецодежду, спецобувь и предохранительные приспособления выдают бесплатно рабочим и служащим тех профессий, для которых выдача предусмотрена отраслевыми нормами.

Рабочим и служащим, занятым на производствах, приведенных в отраслевых нормах, спецодежду, спецобувь и предохранительные приспособления выдают независимо от профиля и ведомственного подчинения предприятий в соответствии с установленными нормами и сроками пользования (табл. 623, 624).

Руководители предприятий в отдельных случаях в соответствии с особенностями производства могут по согласованию с фабрично-заводским (местным) комитетом профсоюза и техническим инспектором профсоюза заменять хлопчатобумажный комбинезон хлопчатобумажным костюмом, и наоборот; брезентовый костюм — хлопчатобумажным костюмом с огнестойкой или водостойкой пропиткой; суконный костюм — хлопчатобумажным с огнестойкой или кислотостойкой пропиткой; хлопчатобумажный костюм — хлопчатобумажным халатом, кожаные ботинки — резиновыми сапогами, и наоборот, или брезентовыми ботинками.

Предохранительные приспособления (предохранительный пояс, диэлектрические галоши и перчатки, диэлектрический резиновый коврик, защитные очки, респиратор, противогаз, защитный шлем), хлоп-

чатобумажный подшлемник, накомарник, маска) в тех случаях, когда они не указаны в отраслевых нормах, руководитель предприятия (организации) может разрешить выдать рабочим и служащим в зависимости от характера и условий выполняемых ими работ на срок носки — до износа или как дежурные.

Спецодежда, спецобувь и предохранительные приспособления, выдаваемые рабочим и служащим, считаются собственностью предприятия и подлежат возврату при увольнении, при переводе на том же предприятии на другую работу, при которой выданные спецодежда, спецобувь и предохранительные приспособления не предусмотрены нормами, а также по окончании сроков носки, взамен получаемой новой.

Срок носки спецодежды, спецобуви и пользования предохранительными приспособлениями исчисляется со дня фактической выдачи их рабочим и служащим.

Предприятие обязано заменить или отремонтировать спецодежду и спецобувь, пришедшие в негодность, до истечения установленного срока носки по причинам, не зависящим от рабочего или служащего.

Такая замена осуществляется на основе акта, составляемого администрацией с участием представителя фабрично-заводского (местного) комитета профсоюза.

Администрация предприятия обязана обеспечить регулярные в соответствии с установленными сроками испытание, проверку исправности предохранительных приспособлений, диэлектрических галош и перчаток, а также своевременную замену фильтров, стекол и других частей с понизившимися свойствами. После проверки их должна быть сделана отметка (клеймо, штамп) о сроке последующей проверки.

623. **Сроки носки теплой спецодежды и спецобуви (мес)**

Наименование	Климатические пояса				
	I	II	III	IV	особый*
Куртка ватная	36	30	24	18	18
Брюки ватные	36	30	24	18	18
Валенки	48	36	30	24	24

* В особом поясе дополнительно выдают полушубок на 48 мес; меховые рукавицы на 24 мес.; шапку-ушанку на 36 мес.

Примечания: 1. Работникам, не выполняющим физической работы, сроки носки увеличивают на 25%.

2. К I климатическому поясу отнесены: Украинская, Белорусская, Литовская, Латвийская и Киргизская ССР; Алма-Атинская, Джамбулская, Кзыл-Ординская и Талды-Курганская области Казахской ССР; Астраханская, Белгородская, Волгоградская, Калининградская, Ростовская области; Калмыцкая АССР и Ставропольский край РСФСР; ко II поясу — Актюбинская, Восточно-Казахстанская, Западно-Казахстанская, Гурьевская, Кустанайская и Семипалатинская области Казахской ССР и Центральный район РСФСР, Ленинградская, Псковская и Новгородская области; к III поясу — остальные области РСФСР и Казахской ССР; к IV и особому поясам — районы, расположенные на Крайнем Севере и за Полярным кругом.

624. Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений рабочим и служащим

Профессия	Наименование	Срок носки, мес
	Машиностроительные и металлообрабатывающие производства	
Кочегар производственной печи и котельных	*На твердом минеральном топливе при механической загрузке и жидком топливе*	
	Костюм хлопчатобумажный	12
	Рукавицы комбинированные	2
	Очки защитные	До износа
	На твердом минеральном топливе при ручной загрузке	
	Костюм хлопчатобумажный	12
	Ботинки кожаные	12
	Рукавицы комбинированные	2
	Очки защитные	До износа
Машинист компрессора	Комбинезон хлопчатобумажный	12
	Рукавицы комбинированные	3
Машинист передвижных компрессоров	Рукавицы комбинированные	3
	Противогаз	До износа
	Постоянно занятым только на наружных работах зимой дополнительно: куртка ватная, брюки ватные, валенки	По поясам
	Тепловые электростанции (паротурбинные, дизельные, локомобильные и др.)	
Аппаратчик и старший аппаратчик химводоочистки	Костюм хлопчатобумажный с водостойкой пропиткой	12
	Сапоги резиновые	Дежурные
	Рукавицы комбинированные	2
	Перчатки резиновые	Дежурные
	Респиратор	До износа
Водосмотр	Полукомбинезон хлопчатобумажный	12
	Рукавицы комбинированные	2
Грузчик твердого топлива	Комбинезон хлопчатобумажный	12
	Ботинки кожаные	12
	Рукавицы брезентовые	1
	Респиратор	Дежурный
	Очки защитные	До износа
	На наружных работах зимой дополнительно: куртка ватная, брюки ватные	По поясам
Зольщик при ручном удалении золы и шлака	Костюм хлопчатобумажный из пыленепроницаемой ткани	12
	Ботинки кожаные	12
	Рукавицы брезентовые	2
	Очки защитные	До износа
Машинист котлов и машинист котельной с ручной загрузкой твердого топлива	Костюм хлопчатобумажный	12
	Ботинки кожаные	12
	Рукавицы комбинированные	1
	Очки защитные	До износа

Продолжение табл. 624

Профессия	Наименование	Срок носки, мес
Машинист котлов и машинист котельной при механизированной подаче твердого, жидкого и газообразного топлива	Костюм хлопчатобумажный Рукавицы комбинированные Очки защитные	12 2 До износа
Машинист деаэраторов, питательных насосов, теплосетевых бойлерных установок	Комбинезон хлопчатобумажный Рукавицы комбинированные	12 3
Машинист (дежурный) на топливоподаче	Костюм хлопчатобумажный Куртка ватная Ботинки кожаные Рукавицы брезентовые	12 12 24 1
Рабочий по отвозке и относке золы и шлака	Костюм хлопчатобумажный с огнестойкой пропиткой Ботинки кожаные Рукавицы брезентовые Очки защитные	12 12 1 До износа
Слесарь по ремонту котлов и паропроводов	Костюм хлопчатобумажный Сапоги резиновые Рукавицы комбинированные На ремонте паропроводов костюм брезентовый вместо комбинезона хлопчатобумажного На наружных работах зимой дополнительно: куртка ватная, брюки ватные	12 12 3 12 По поясам
Кочегар-шуровщик на твердом минеральном топливе при ручной загрузке	Костюм хлопчатобумажный Ботинки кожаные Рукавицы брезентовые Очки защитные	12 12 1 До износа
Шуровщик топлива в бункерах	Комбинезон хлопчатобумажный Ботинки кожаные Рукавицы комбинированные	12 12 1
Электрослесарь по обслуживанию теплоизмерительных приборов и автоматики	Полукомбинезон хлопчатобумажный Рукавицы комбинированные Очки защитные	12 3 До износа
Электрослесарь и электромонтер по ремонту и эксплуатации электрооборудования	Комбинезон хлопчатобумажный Рукавицы комбинированные Очки защитные При работе по ремонту трансформаторов и масляных выключателей дополнительно ботинки кожаные	12 3 До износа 12

Продолжение табл. 624

Профессия	Наименование	Срок носки, мес
Электрослесарь и слесарь по ремонту контрольно-измерительных приборов и автоматики	Полукомбинезон хлопчатобумажный	12
	Рукавицы комбинированные	3
	Очки защитные	До износа
	Перчатки резиновые диэлектрические	Дежурные
	Галоши резиновые диэлектрические	Дежурные
Электромонтер и электромонтер-шофер по эксплуатации и ремонту воздушных высоковольтных и низковольтных линий электропередачи	Костюм хлопчатобумажный	12
	Ботинки кожаные	12
	Полуплащ прорезиненный	Дежурный
	Сапоги резиновые при работе в заболоченной местности	Дежурные
	Рукавицы брезентовые	2
	Рукавицы хлопчатобумажные теплые (зимой)	3
	Перчатки диэлектрические	Дежурные
	Галоши диэлектрические	»
	Пояс предохранительный	Дежурный
	Очки защитные	До износа
	На наружных работах зимой дополнительно: куртка ватная, брюки ватные, валенки	По поясам
	При работе на деревянных опорах, пропитанных антисептиками, дополнительно: комбинезон хлопчатобумажный со специальной пропиткой, в связи с чем срок носки костюма хлопчатобумажного удлиняется до 24 мес	24
Электромонтер по эксплуатации и ремонту оборудования подстанций	Костюм хлопчатобумажный	12
	Галоши диэлектрические	Дежурные
	Перчатки диэлектрические	»
Электромонтер на монтаже и ремонте кабельных сетей	Костюм хлопчатобумажный	12
	Галоши диэлектрические	Дежурные
	Перчатки диэлектрические	»
	На наружных работах зимой дополнительно: куртка ватная, брюки ватные, валенки	По поясам
Аккумуляторщик (ремонт и эксплуатация)	Костюм хлопчатобумажный с кислостойкой пропиткой	12
	Фартук резиновый	Дежурный
	Полусапоги резиновые	12
	Перчатки резиновые	Дежурные
	Очки защитные	До износа
Лаборант химлаборатории	Халат хлопчатобумажный	18
	Фартук прорезиненный с нагрудником	Дежурный
	Перчатки резиновые	Дежурные
	Очки защитные	До износа
Машинист и его помощник, работающие на электростанциях передвижных	Комбинезон хлопчатобумажный	12
	Галоши резиновые	Дежурные
	Перчатки резиновые	»
	Рукавицы комбинированные	3

Продолжение табл. 624

Профессия	Наименование	Срок носки, мес
Слесарь-сантехник	Комбинезон хлопчатобумажный Рукавицы комбинированные Постоянно занятым только на наружных работах зимой дополнительно: куртка ватная, брюки ватные, валенки в особом, IV и III поясах	12 3 По поясам
Электромонтер, занятый на строительных, строительно-монтажных и ремонтно-строительных работах	Комбинезон хлопчатобумажный Рукавицы комбинированные На наружных работах зимой дополнительно: куртка ватная, валенки	12 3 По поясам
Электрослесарь	Комбинезон хлопчатобумажный Рукавицы комбинированные На наружных работах зимой дополнительно: куртка ватная, брюки ватные, валенки	12 3 По поясам
Дежурный и ремонтный электромонтер и электрослесарь	Полукомбинезон хлопчатобумажный Перчатки диэлектрические Галоши диэлектрические	12 Дежурные »
Дежурный химводоочистки	Костюм хлопчатобумажный с водостойкой пропиткой Сапоги резиновые Перчатки диэлектрические Рукавицы комбинированные Респиратор	12 Дежурные » 2 До износа
Дежурный на щите и его помощник	Перчатки диэлектрические Боты диэлектрические	Дежурные »
Электромонтер связи, релейной службы, передвижных лабораторий аварийной и оперативных служб	Костюм хлопчатобумажный Перчатки диэлектрические Галоши диэлектрические Пояс предохранительный На наружных работах зимой дополнительно: куртка ватная, брюки ватные	12 Дежурные » Дежурный По поясам

22.7. Санитарно-бытовые условия при строительно-монтажных работах. Строительным рабочим различных специальностей и энергетическому персоналу приходится работать на открытом воздухе, при различной освещенности, подвергаться воздействию вредных газов, паров, пыли, а также атмосферных осадков, поэтому для обеспечения нормальных условий труда территория строительной площадки должна отвечать следующим основным требованиям производственной санитории.

1. Площадка должна быть обеспечена отводом поверхностных вод, очищена от мусора и снега.

2. Расположение на строительной площадке постоянных и временных транспортных путей, сетей энергоснабжения, кранов механизированных установок и других устройств должно строго соответствовать генеральному плану строительства.

3. В темное время суток территорию строительной площадки следует освещать.

4. На свободной территории строительной площадки вблизи санитарно-бытовых помещений предусматривают площадку для отдыха рабочих, озеленяют территории.

5. Санитарную оценку пригодности источника для хозяйственно-питьевого водоснабжения и места забора воды из него дают на основе заключения местных органов государственного санитарного надзора, сохраняющего силу в продолжение одного года.

При выборе источников водоснабжения для строительной площадки в первую очередь используют существующую в районе строительства постоянную сеть водоснабжения.

6. Объем и характер сточных вод со строительной площадки определяют с учетом:

производственных процессов, эксплуатации временных санитарно-бытовых помещений и строительных машин;

размеров строительной площадки и продолжительности строительства;

климатических условий и количества выпадающих атмосферных осадков в данной местности.

7. Уборные, размещенные на неканализированных участках строительной площадки, не должны загрязнять почву колодцев и источников питьевого водоснабжения. Их располагают от строящихся объектов и от жилых помещений на расстоянии не менее 15 м, а от источников водоснабжения — не менее 25 м. Месторасположение уборных должно быть согласовано с органами Государственного санитарного надзора.

8. На строительной площадке должен быть размещен комплекс санитарно-бытовых помещений для строительных рабочих в соответствии с «Указаниями по проектированию бытовых зданий и помещений строительно-монтажных организаций» (СН 276-74).

Размещение бытовых помещений и устройств, помещений общественного питания и здравпунктов в зданиях строящегося объекта, используемых для нужд строительства, в зданиях, подлежащих сносу, в передвижных, контейнерных и сборно-разборных зданиях должно быть предусмотрено в проекте организации строительства и в проекте производства работ в зависимости от конкретных условий строительства с учетом экономической эффективности.

9. Бытовые здания и помещения оборудуют внутренним водопроводом, канализацией, отоплением, вентиляцией, электрическим освещением и горячим водоснабжением. Допускается временное водоснабжение из периодически наполняемых водой емкостей. Качество воды для хозяйственно-питьевых нужд и душей должно отвечать требованиям государственного стандарта на питьевую воду.

10. Соединять сети хозяйственно-питьевых водопроводов с сетями водопроводов, подающих питьевую воду, не допускается. Сточные воды спускают в канализационную сеть.

11. В качестве отопительных приборов систем отопления применяют радиаторы, конвекторы и нагревательные панели, электрорадиаторы, отражательные переносные печи. Устанавливать местные нагревательные приборы с применением открытого огня нельзя. В

качестве топлива для систем отопления и вентиляции допускается применять жидкий газ в баллонах.

12. Отопление и вентиляцию зданий контейнерного и передвижного типа проектируют объединенными, когда это экономически целесообразно.

13. Электроснабжение осуществляют от внешних источников питания строящихся объектов или от постоянных энергетических объектов строящегося предприятия. В неосвоенных или недостаточно освоенных районах предусматривают временные электростанции, энергопоезда, вагоны-электростанции и передвижные электростанции-фургоны (ПЭС). В зданиях передвижного типа запрещается применять люминесцентные лампы.

22.8. Первая помощь пострадавшему от электрического тока.

1. Основа успеха при оказании первой помощи пострадавшим от электрического тока — быстрота действий, находчивость и умение подавать помощь. Эти качества можно выработать в себе соответствующей тренировкой. Одного знания правил недостаточно.

2. Никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мертвым из-за отсутствия дыхания, сердцебиения, пульса. Решать вопрос о целесообразности или бесполезности дальнейших мероприятий по оживлению пострадавшего и вынести заключение о его смерти имеет право только врач.

3. Персонал, обслуживающий электроустановки, должен периодически проходить инструктаж о мерах предупреждения поражения электрическим током и способах оказания первой помощи пострадавшим, а также практическое обучение приемам освобождения от электрического тока, способам производства искусственного дыхания и наружного (непрямого) массажа сердца. Занятия должен проводить компетентный медицинский персонал совместно с техническим персоналом. Ответственность за организацию обучения несет начальник соответствующего цеха, электростанции, участка сети или подстанции, предприятия.

4. В местах постоянного дежурства должны иметься:

набор (аптечка) необходимых приспособлений и средств для оказания первой помощи;

плакаты о правилах оказания первой помощи, искусственного дыхания и наружного массажа сердца, вывешенные на видных местах.

5. Для правильной организации работ по оказанию первой помощи необходимо обеспечить выполнение следующих условий:

на каждом предприятии, в цехе, на участке сети и т. п. должны быть выделены лица (в каждой смене), в обязанность которых входят систематическое пополнение и контроль за состоянием приспособлений и средств для оказания первой помощи, хранящихся в аптечках и сумках первой помощи;

в каждой смене должны быть назначены и обучены специальные лица для оказания первой помощи; на них же целесообразно возложить ответственность за состояние в их смене аптечек и сумок;

медицинский персонал, обслуживающий данное предприятие, должен осуществлять строгий периодический контроль за правильностью применения правил оказания первой помощи, за тем, чтобы пострадавший обязательно был направлен в медицинский пункт, а также за состоянием и своевременным пополнением ап-

течки и сумок необходимыми приспособлениями и средствами для оказания первой помощи;

помощь пострадавшему, оказываемая неспециалистом, не заменяет собой помощи со стороны медицинского персонала, ее оказывают лишь до прибытия врача;

аптечка с набором для оказания первой помощи, находящаяся в цехе, или сумка первой помощи, находящаяся у бригадиров в условиях работы вне территории предприятия, должна содержать все необходимые медицинские средства и медикаменты.

Освобождение от электрического тока. 1. Прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, вызывает в большинстве случаев непроизвольное судорожное сокращение мышц. Вследствие этого пальцы, если пострадавший держит провод руками, могут так сильно сжаться, что освободить провод из его рук становится невозможным.

2. Если пострадавший продолжает соприкасаться с токоведущими частями, необходимо прежде всего быстро освободить его от действия электрического тока. При этом следует иметь в виду, что прикасаться к человеку, находящемуся под током, без соответствующих мер предосторожности опасно для жизни оказывающего помощь, поэтому первым действием оказывающего помощь должно быть быстрое отключение той части установки, которой касается пострадавший.

При этом необходимо учитывать следующее:

если пострадавший от электрического тока находится на высоте, то при отключении установки он может упасть с высоты, поэтому необходимо принять меры, обеспечивающие безопасность его падения;

при отключении установки может одновременно отключиться также и электрическое освещение, в связи с чем следует обеспечить освещение от другого источника (фонарь, факел, свечи, аварийное освещение, аккумуляторные фонари и т. п.), не задерживая, однако, отключения установки и оказания помощи пострадавшему.

3. Если отключить установку достаточно быстро нельзя, то необходимо принять меры к отделению пострадавшего от токоведущих частей, к которым он прикасается.

4. Для отделения пострадавшего от токоведущих частей или провода напряжением до 1000 В следует воспользоваться сухой одеждой, канатом, палкой, доской или каким-либо другим сухим предметом, не проводящим электрический ток. Использование для этих целей металлических или мокрых предметов недопустимо.

Чтобы оторвать пострадавшего от токоведущих частей, можно также взяться за его одежду (если она сухая и отстает от тела пострадавшего), например за полы пиджака или пальто, избегая при этом прикосновения к окружающим металлическим предметам и частям тела, не прикрытым одеждой. Оттаскивая пострадавшего за ноги, не следует касаться его обуви или одежды без хорошей изоляции своих рук, так как обувь и одежда могут быть сырыми и стать проводниками электрического тока.

Для изоляции рук оказывающий помощь, особенно если необходимо коснуться тела пострадавшего, не прикрытого одеждой, должен надеть диэлектрические перчатки или обмотать руки шарфом, надеть на руки суконную фуражку, опустить на руку рукав пиджака или пальто, использовать прорезиненную материю

(плащ) или просто сухую материю. Можно также изолировать себя, встав на сухую доску или какую-либо другую не проводящую электрический ток подстилку, сверток одежды и т. п.

При отделении пострадавшего от токоведущих частей рекомендуется действовать по возможности одной рукой.

При затруднении отделения пострадавшего от токоведущих частей следует перерезать или перерубить провода топором с сухой деревянной рукояткой или другим соответствующим изолированным инструментом. Делать это нужно осторожно, не касаясь проводов и перерезая каждый провод в отдельности, надев диэлектрические перчатки и галоши.

5. Для отделения пострадавшего от земли или токоведущих частей напряжением выше 1000 В надевают диэлектрические перчатки и боты и действуют штангой или клещами, рассчитанными на напряжение данной установки.

6. На линиях электропередачи, когда освобождение пострадавшего от тока одним из указанных способов достаточно быстро и безопасно невозможно, необходимо прибегнуть к короткому замыканию (наброс и т. п.) всех проводов линии и к надежному предварительному их заземлению (согласно общим правилам техники безопасности); при этом должны быть приняты меры предосторожности, с тем, чтобы набрасываемый провод не коснулся тела спасающего и пострадавшего.

Кроме того, необходимо иметь в виду следующее:

если пострадавший находится на высоте, следует предупредить или обезопасить его падение;

если пострадавший касается одного провода, то часто оказывается достаточным заземлить только один провод;

провод, применяемый для заземления и закорачивания, следует сперва соединить с землей, а затем набросить на линейные провода, подлежащие заземлению.

Следует также иметь в виду, что и после отключения линии на ней в случае большой емкости линии может сохраняться заряд, опасный для жизни, и что обезопасить себя можно, лишь надежно заземлив ее.

Меры первой помощи пострадавшему от электрического тока зависят от состояния, в котором находится пострадавший после освобождения его от электрического тока.

1. Для определения этого состояния необходимо немедленно:

уложить пострадавшего на спину на твердую поверхность;

проверить наличие у пострадавшего дыхания (определяется по подъему грудной клетки или каким-либо другим способом);

проверить наличие у пострадавшего пульса на лучевой артерии у запястья или на сонной артерии на передне-боковой поверхности шеи;

выяснить состояние зрачка — узкий или широкий (широкий зрачок указывает на резкое ухудшение кровообращения мозга).

2. Во всех случаях поражения электрическим током вызов врача обязателен независимо от состояния пострадавшего.

3. Если пострадавший находится в сознании, но до этого был в состоянии обморока, его следует удобно уложить, подстелить под него и накрыть его сверху чем-либо из одежды и до прибытия врача обеспечить полный покой, непрерывно наблюдая за дыханием и пульсом. Ни в коем случае нельзя позволить пострадавшему двигаться, а тем более продолжать работу, так как отсут-

ствие тяжелых симптомов после поражения электрическим током не исключает возможность последующего ухудшения состояния пострадавшего. Если быстро вызвать врача невозможно, то необходимо срочно доставить пострадавшего в лечебное учреждение, используя для этого необходимые транспортные средства или посилки.

4. Если пострадавший находится без сознания, но с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом, его следует ровно и удобно уложить, распустить и расстегнуть одежду, создать приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт, обрызгать его водой и обеспечить полный покой. Одновременно следует срочно вызвать врача. Если пострадавший плохо дышит — очень редко и судорожно, как умирающий, ему следует делать искусственное дыхание и массаж сердца.

5. При отсутствии у пострадавшего признаков жизни (отсутствие дыхания и пульса) нельзя считать его мертвым, так как смерть часто бывает лишь кажущейся. В таком состоянии пострадавший, если ему не будет оказана немедленная первая помощь в виде искусственного дыхания и наружного (непрямого) массажа сердца, действительно умрет. Искусственное дыхание проводят непрерывно, как до, так и после прибытия врача. Вопрос о целесообразности или бесцельности дальнейшего искусственного дыхания решает врач.

6. При оказании помощи мнимоумершему дорога каждая секунда, поэтому первую помощь начинают оказывать немедленно и по возможности на месте происшествия. Переносить пострадавшего в другое место можно только в тех случаях, когда ему или лицу, оказывающему помощь, продолжает угрожать опасность или когда оказание помощи на месте невозможно.

Пораженного электрическим током можно признать мертвым только при наличии видимых тяжелых внешних повреждений (например, раздробление черепа при падении) или при обгорании всего тела. В других случаях констатировать смерть имеет право только врач.

Основные правила искусственного дыхания и наружного массажа сердца. 1. Все способы оживления организма, пораженного электрическим током, основаны на проведении искусственного дыхания.

2. Искусственное дыхание применяют в том случае, если пострадавший не дышит или дышит редко, судорожно, как бы со всхлипыванием, а также если дыхание пострадавшего постепенно ухудшается.

3. Начинают искусственное дыхание сразу после освобождения пострадавшего от электрического тока и продолжают его непрерывно до достижения положительного результата или до появления бесспорных признаков смерти (появление трупных пятен или трупного окоченения).

4. Известны случаи, когда мнимоумершие после поражения электрическим током были возвращены к жизни через несколько часов.

5. Выполняя искусственное дыхание, необходимо наблюдать за лицом пострадавшего. Если у него шевельнутся губы или веки или если он сделает глотательное движение гортанью (кадыком), нужно проверить не сделает ли он самостоятельного вдоха. Продолжать искусственное дыхание после того, как пострадавший

начнет дышать самостоятельно и равномерно, не следует, так как это причинит ему лишь вред.

Если после нескольких мгновений ожидания окажется, что пострадавший не дышит, искусственное дыхание немедленно возобновляют.

6. Прежде чем приступить к искусственному дыханию, необходимо:

быстро освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды — расстегнуть ворот, развязать галстук или шарф и т. п.;

быстро освободить рот пострадавшего от посторонних предметов (удалить вставные челюсти, если они имеются) и слизи;

7. Если зубы пострадавшего крепко стиснуты, то рот его раскрывают, выдвигая нижнюю челюсть: для этого четыре пальца обеих рук помещают позади углов нижней челюсти и, упираясь большими пальцами в ее край, выдвигают нижнюю челюсть вперед так, чтобы нижние зубы оказались впереди верхних. Если таким образом раскрыть рот не удается, то в углу рта между задними коренными зубами (но не передними) осторожно, чтобы не сломать зубы, вставляют дощечку, металлическую пластинку, ручку ложки или другой подобный предмет и с их помощью разжимают зубы.

Способ искусственного дыхания «рот в рот» заключается в том, что оказывающий выдыхает воздух из своих легких в легкие пострадавшего через специальное приспособление (рис. 118) или непосредственно в рот или нос пострадавшего.

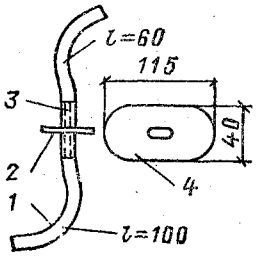


Рис. 118. Приспособление для искусственного дыхания

1 — гибкая пластмассовая или резиновая трубка; 2, 4 — фланец; 3 — металлическая или твердая пластмассовая трубка

1. Этот способ сравнительно новый и наиболее эффективный, поскольку количество воздуха, поступающего в легкие пострадавшего за один вдох, в 4 раза больше, чем при других способах искусственного дыхания. Кроме того, этот метод искусственного дыхания позволяет контролировать поступление воздуха в легкие пострадавшего по отчетливо видимому расширению грудной клетки после каждого вдувания воздуха и последующему спаданию грудной клетки в результате пассивного выдоха воздуха через дыхательные пути наружу.

2. Приспособление для производства искусственного дыхания состоит из двух отрезков резиновой или гибкой пластмассовой трубки диаметром 8—12 мм, длиной 60 и 100 мм, натянутых на металлическую или твердую пластмассовую трубку длиной 40 мм, и овального фланца, вырезанного из плотной резины. Фланец натянут на стык отрезков трубок и плотно зажимает место их соединения.

3. Для производства искусственного дыхания пострадавшего укладывают на спину, раскрывают ему рот и после удаления изо рта посторонних предметов и слизи (платком или концом рубашки) вкладывают в него трубку: взрослому — длинным концом, а ребенку (подростку) — коротким. При этом необходимо следить за тем, чтобы язык пострадавшего не запал назад и не закрыл дыхательные пути и чтобы вставленная в рот трубка попала в дыхательное горло, а не в пищевод. Для предотвращения западания языка нижняя челюсть пострадавшего должна быть слегка выдвинута вперед.

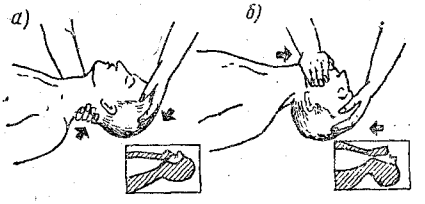


Рис. 119. Положение пострадавшего перед проведением искусственного дыхания «рот в рот» или «рот в нос»

а — начальное положение головы; б — положение головы, при котором начинают искусственное дыхание

4. Для раскрытия гортани следует запрокинуть голову пострадавшего назад, подложив под затылок одну руку, а второй рукой надавить на лоб пострадавшего так, чтобы подбородок оказался на одной линии с шеей (рис. 119). При таком положении головы обеспечивается полная проходимость верхних дыхательных путей, что является основным условием успеха искусственного дыхания по этому методу.

5. Чтобы поправить трубку во рту и направить ее в дыхательное горло, нужно слегка подвигать вверх и вниз нижнюю челюсть пострадавшего.

Затем, встав на колени позади головы пострадавшего (рис. 120), плотно прижимают к его губам фланец приспособления, а большими пальцами обеих рук зажимают пострадавшему нос, с тем чтобы вдуваемый через приспособление воздух не выходил обратно, минуя легкие. Сразу после этого оказывающий помощь делает в трубку несколько сильных выдохов и продолжает их со скоростью около 10—12 выдохов в минуту (каждые 5—6 с) до полного восстановления дыхания пострадавшего или до прибытия врача.

6. Для обеспечения возможности свободного выхода воздуха из легких пострадавшего оказывающий помощь после каждого вдувания должен освободить рот и нос пострадавшего (не вынимая при этом изо рта пострадавшего трубки приспособления).

7. При каждом вдувании грудная клетка пострадавшего должна расширяться, а после освобождения рта и носа самостоятельно опускаться. Для обеспечения более глубокого выдоха можно легким нажатием на грудную клетку помочь выходу воздуха из легких пострадавшего.

8. В процессе проведения искусственного дыхания оказывающий помощь должен следить за тем, чтобы вдуваемый им воздух

попадал в легкие, а не в живот пострадавшего. При попадании воздуха в живот, что можно обнаружить по отсутствию расширения грудной клетки и вздутию живота, необходимо быстро, нажатием на верхнюю часть живота под диафрагмой, выпустить воздух и установить дыхательную трубку в нужное положение путем повторного перемещения вверх и вниз нижней челюсти пострадавшего. Затем снова возобновляют искусственное дыхание.



Рис. 120. Искусственное дыхание с применением приспособления

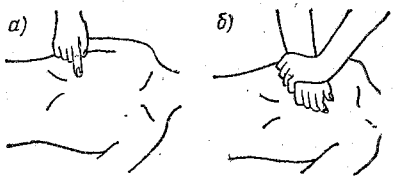


Рис. 121. Наружный (непрямой) массаж сердца

а — место нажима на грудную клетку; б — положение рук проводящего наружный массаж сердца

9. При отсутствии на месте происшествия необходимого приспособления следует быстро раскрыть у пострадавшего рот (приведенным выше способом), удалить из него посторонние предметы и слизь, запрокинуть ему голову и оттянуть нижнюю челюсть. После этого оказывающий помощь делает глубокий вдох и с силой выдыхает в рот пострадавшего. При вдувании воздуха оказывающий помощь плотно прижимает свой рот к лицу пострадавшего так, чтобы по возможности охватить своим ртом весь рот пострадавшего, а своим лицом зажать ему нос. После этого спасающий откидывается назад и делает новый вдох. В это время грудная клетка пострадавшего опускается и он произвольно делает пассивный выдох.

10. При невозможности полного охвата рта пострадавшего вдувать воздух в его легкие следует через нос, плотно закрыв при этом рот пострадавшего.

11. Вдувать воздух в рот или нос можно через марлю, салфетку или носовой платок, следя за тем, чтобы при каждом вдувании происходило достаточное расширение грудной клетки пострадавшего.

12. При наличии аппарата искусственного дыхания после проведения сеансов искусственного дыхания по способу «рот в рот» или «рот в нос» можно перейти на искусственное дыхание с помощью аппарата.

13. При возобновлении у пострадавшего самостоятельного дыхания некоторое время следует продолжать искусственное дыхание до полного приведения пострадавшего в сознание или до прибытия врача. В этом случае вдувать воздух следует одновременно с началом собственного вдоха пострадавшего.

14. При выполнении искусственного дыхания необходимо из-

бегать чрезмерного сдавливания грудной клетки, чтобы не повредить ребра.

15. При проведении искусственного дыхания нельзя допускать охлаждения пострадавшего: не оставлять его на сырой земле, каменном, бетонном или металлическом полу. Под пострадавшего следует подстелить что-либо теплое, а сверху укрыть его.

Поддержание кровообращения в организме с помощью наружного (непрямого) массажа сердца. 1. При отсутствии у пострадавшего пульса для поддержания жизнедеятельности организма (для восстановления кровообращения) необходимо независимо от причины, вызвавшей прекращение работы сердца, проводить наружный массаж сердца. Без правильной и своевременной предварительной помощи пострадавшему до прибытия врача врачебная помощь может оказаться запоздалой и неэффективной.

2. Наружный (непрямой) массаж проводят путем ритмичных сжатий сердца через переднюю стенку грудной клетки при надавливании на относительно подвижную нижнюю часть грудины, позади которой расположено сердце. При этом сердце прижимается к позвоночнику, и кровь из его полостей выжимается в кровеносные сосуды. Повторяя надавливание с частотой 60—70 раз в минуту, можно обеспечить достаточное кровообращение в организме при отсутствии работы сердца.

3. Для проведения наружного массажа сердца пострадавшего следует уложить спиной на жесткую поверхность (низкий стол, скамейку или пол), обнажить у него грудную клетку, снять пояс, подтяжки и другие стесняющие дыхание предметы одежды. Оказывающий помощь встает с правой или с левой стороны пострадавшего так, чтобы иметь возможность наклоняться над пострадавшим. Так, если пострадавший лежит на столе, оказывающий помощь должен встать на низкий стул; если пострадавший лежит на полу, то оказывающий помощь встает на колени рядом с пострадавшим.

4. Определив положение нижней трети грудины (рис. 121, *а*), оказывающий помощь надавливает на грудную клетку пострадавшего (рис. 121, *б*), слегка помогая при этом наклоном своего корпуса. Надавливание выполняют быстрыми толчками так, чтобы продвинуть нижнюю часть грудины вниз в сторону позвоночника на 3—4, а у полных людей — на 5—6 см. Усилие при надавливании следует концентрировать на нижней, подвижной части грудины. Верхняя часть грудины прикреплена неподвижно к ребрам и при надавливании на нее может переломиться. Следует избегать также надавливания на концы нижних ребер, так как это тоже может привести к их перелому. Ни в коем случае нельзя надавливать ниже края грудной клетки (на мягкие ткани), так как можно повредить расположенные здесь органы, в первую очередь печень.

5. Надавливание на грудину следует повторять примерно один раз в секунду.

6. После быстрого толчка руки остаются в том же положении примерно в течение одной трети секунды. После этого руки следует снять, освободив грудную клетку от давления, с тем чтобы дать возможность ей расправиться.

7. Для обеспечения организма достаточным количеством кислорода одновременно с массажем сердца проводят искусственное

дыхание, вдувая воздух в легкие пострадавшего в промежутках между надавливаниями или же во время специальной паузы через каждые 4—6 надавливаний на грудную клетку.

8. Если оказывающий помощь не имеет помощника и вынужден проводить искусственное дыхание и наружный массаж сердца один, то следует чередовать проведение указанных операций: два-три глубоких вдувания в рот или в нос пострадавшего — 15—20 надавливаний на грудную клетку, затем снова два-три глубоких вдувания — 15—20 надавливаний и т. д.

9. Если помощь оказывают двое, то один — менее опытный — проводит искусственное дыхание, а другой — более опытный — наружный массаж сердца. При этом вдувание воздуха следует приурочить ко времени прекращения надавливания на грудную клетку или прерывая на время вдувания (примерно на 1 с) массаж сердца.

10. При равной квалификации лиц, оказывающих помощь, целесообразно проводить искусственное дыхание и наружный массаж сердца, поочередно сменяя друг друга через каждые 5—10 мин. Такое чередование будет менее утомительно, чем непрерывное проведение одной и той же процедуры, особенно массажа сердца.

11. При правильном проведении искусственного дыхания и массажа сердца у пострадавшего:

улучшается цвет лица, приобретающего розоватый оттенок вместо землисто-серого, который был у него до оказания помощи;

появляется самостоятельное дыхание, которое становится все более равномерным по мере продолжения оказания помощи;

сужаются зрачки.

12. Степень сужения зрачков — наиболее верный показатель эффективности оказываемой помощи. Расширение зрачков свидетельствует о необходимости более эффективных мер по оживлению пострадавшего. В этом случае рекомендуется поднять ноги пострадавшего примерно на 0,5 м от пола и оставить их в таком положении, подложив что-либо под них, на время проведения наружного массажа сердца.

13. Искусственное дыхание и наружный массаж сердца следует проводить до появления самостоятельного дыхания и возобновления работы сердца, однако появление слабых вдохов (при наличии пульса) не дает оснований для прекращения искусственного дыхания.

14. О восстановлении деятельности сердца у пострадавшего судят по появлению у него собственного, не поддерживаемого массажем регулярного пульса. Для проверки пульса прерывают массаж на 2—3 с и сохранившийся пульс укажет на самостоятельную работу сердца. При отсутствии пульса во время перерыва немедленно возобновляют массаж.

15. При длительном отсутствии пульса, но при самостоятельном дыхании и узких зрачках, необходимо продолжать мероприятия по оживлению пострадавшего до прибытия врача или до доставки пострадавшего в лечебное учреждение.

16. Следует помнить, что даже кратковременное прекращение оживляющих мероприятий (1 мин и менее) может привести к непоправимым последствиям. После появления первых признаков оживления наружный массаж сердца и искусственное дыхание продолжают еще в течение 5—10 мин, приурочивая вдувание к моменту собственного вдоха.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Единицы физических величин

Величина		Единица	
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Основные единицы			
Длина	L, l	метр	м
Масса	m	килограмм	кг
Время	t (T)	секунда	с
Сила тока	I	ампер	А
Термодинамическая температура	T, (θ)	кельвин	К
Сила света	I	кандела	кд
Дополнительные единицы			
Плоский угол	α, β, φ	радиан	рад
Телесный угол	Ω, ω	стерадиан	ср
Производные единицы			
Площадь	A, S	квадратный метр, квадратный сантиметр, квадратный миллиметр	$м^2$, $см^2$, $мм^2$
Объем	V	кубический метр	$м^3$
Плотность	ρ	килограммы на кубический метр	$кг/м^2$
Линейная скорость	v	метр в секунду	м/с
Угловая скорость	ω	радиан в секунду в квадрате	$рад/с^2$
Ускорение	a	метр на секунду в квадрате	$м/с^2$
Угловое ускорение	ε	радиан на секунду в квадрате	$рад/с^2$
Сила	F	ньютон	Н
Давление	P	паскаль	Па
Энергия, работа, количество теплоты	E, W (A)	джоуль	Дж
Мощность	P (N)	ватт, киловатт	Вт, кВт
Количество электричества	Q	кулон	Кл
Электродвижущая сила	E	вольт	В
Электрическое напряжение	U	вольт	В
Удельное сопротивление	ρ	ом-метр	Ом·м
Частота	f	герц	Гц
Электрическое сопротивление	r, R	ом	Ом
Напряжение электрического поля	E	вольт на метр	В/м
Электрическая емкость	C	фарада	Ф
Магнитный поток	Φ	вебер	Вб
Индуктивность	L	генри	Г
Магнитная индукция	B	тесла	Т
Напряженность магнитного поля	H	ампер на метр	А/м
Магнитодвижущая сила	F	ампер	А
Световой поток	Φ	люмен	лм
Освещенность	E	люкс	лк
Яркость	L	кандела на квадратный метр	$кд/м^2$
Световая отдача (источника)	η	люмен на ватт	лм/Вт
Ширина	b	километр (10^3 м)	км
Высота	h	сантиметр (10^{-2} м)	см
Толщина	d, δ	миллиметр (10^{-3} м)	мм

Продолжение

Величина		Единица	
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Частота вращения	n	секунда в минус первой степени	$с^{-1}$
Угловая частота	ω	секунда в минус первой степени	$с^{-1}$
Грузоподъемность	m	килограмм	кг
Удельный объем	V	кубический метр на килограмм	$м^3/кг$
Вес	G (P, W)	миллиньютон	мН
Температура Цельсия	t (θ)	градус Цельсия	°С
Теплоемкость системы	C	джоуль на Кельвин	Дж/К
Теплопроводность	λ	ватт на метр—кельвин, ватт на метр—градус Цельсия	Вт/(м·К) Вт/(м·°С)

2. Пересчет единиц, подлежащих изъятию, в единицы СИ

Наименование	Значение в единицах СИ	Наименование	Значение в единицах СИ
1 кгс (килограмм-сила)	9,81 Н (ньютона) ≈ 10 Н	1 кал	4,19 Дж
1 кгс/см² (1 ат)	$98{,}1 \cdot 10^3$ Па ≈ ≈ 0,1 МПа	1 ккал	4,19 кДж
1 кгс/мм²	$9{,}81 \cdot 10^6$ Па ≈ ≈ 10 МПа	1 Мкал (мегакалория)	4,19 МДж
1 мм рт. ст.	133 Па	1 Гкал (гигакалория)	4,19 ГДж
1 мм вод. ст.	9,81 Па ≈10 Па	1 ккал/(кг·°С)	4,19 кДж (кг·К)
1 кгс·м	9,81 Н·м	1 ккал/ч	4,19 Вт
1 л. с.	735,5 Вт	1 ккал/(м²·ч·°С)	1,163 Вт/(м²·К)
		1 ккал/(м·ч·°С)	1,163 (Вт/(м·К)

3. Единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ

Наименование	Русское обозначение	Значение в единицах СИ или определение
1 тонна	т	10^3 кг
1 минута	мин	60 с
1 час	ч	3600 с
1 сутки	сут	86 400 с
1 неделя	нед	7 сут
1 месяц	мес	28—31 сут
1 год	год	12 мес
1 градус Цельсия	°С	t °С=T—273,15 К
1 литр	л	10^{-3} м³
1 километр в час	км/ч	0,277778 м/с
1 оборот в секунду	об/с	1 $с^{-1}$
1 оборот в минуту	об/мин	0,1666667 $с^{-1}$
1 киловатт-час	кВт·ч	$3{,}6 \cdot 10^6$ Дж

Агурин А. П., Ровенко В. Я. Передвижные компрессорные станции. М., Высшая школа, 1971.

Алексеев А. П., Кудряшов Г. Ф., Чекменев Е. Е. Дизельные и карбюраторные электроагрегаты и станции. Под ред. В. А. Андрейкова. М., Машиностроение, 1973.

Альбом схем временного электроснабжения типовых объектов с применением инвентарных электроустройств. 1. Жилищное строительство. Минпромстрой СССР. Конструкторско-технологический институт. Тула, 1975.

Анастасиев Т. И., Фролов Ф. А. Воздушные линии до 1000 В. М., Энергия, 1969.

Аскинази А. И. Вопросы организации капитального ремонта промышленного оборудования. — Промышленная энергетика, 1969, № 11.

Атабеков В. Б. Устройство и ремонт городских электрических сетей. М., Стройиздат, 1969.

Балакин А. С., Матлин Г. М., Ахнис Л. Н. Связь на промышленных предприятиях. М., Связь, 1971.

Бернштейн Л. М. Изоляция электрических машин общепромышленного производства. М., Энергия, 1971.

Блюмберг В. А., Калмыков С. А. О планово-предупредительном ремонте и техническом обслуживании в сельском хозяйстве. — Промышленная энергетика, 1970, № 11.

Боронихин А. С., Гризак Ю. С. Основы автоматизации производства и контрольно-измерительные приборы на предприятиях промышленности строительных материалов. М., Стройиздат, 1974.

Борщов Д. Я. Эксплуатация отопительных котельных. М., Стройиздат, 1974.

Бузников Е. Ф., Роддатис К. Ф., Берзиньш Э. Я. Производственные и отопительные котельные. М., Энергия, 1974.

Власов Л. В., Вол В. С., Гожев Г. М. Диктофоны и их применение. Л., Энергия, 1970.

Волновыский Е. Г., Шустер А. Г. Экономия топлива в котельных установках. М., Энергия, 1973.

Георгиев Д. С. и др. Автоматический телефонный коммутатор типа АТК-9ц. — Обмен производственным опытом. М., 1970, № 22.

Глушков В. М., Грибин В. П. Экономия электроэнергии в осветительных установках. М., Энергия, 1972.

Глушков Г. Н., Крайцберг М. И. Электропривод и электроснабжение строительных машин и оборудования предприятий строительной индустрии. М., Стройиздат, 1972.

Гольстрем В. А., Иванченко А. С. Справочник энергетика промышленных предприятий. Киев, Техника, 1979.

Групповой приемник трехпрограммного вещания. — Вестник связи, 1972, № 4.

Гуляев А. И. Эксплуатация и ремонт сварочного оборудования. М., Машиностроение, 1971.

Гусев Ю. Л. Основы проектирования котельных установок. М., Стройиздат, 1973.

Двусторонняя громкоговорящая установка ДГУ. — Вестник связи, 1971, № 6.

Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий. Изд. 6. М., Машиностроение, 1967.

Жуков Д. Ф., Сенчев В. Г. Сокращение удельного теплопотребления при производстве сборного железобетона. М., ЦБНТИ Минпромстроя СССР, 1973.

Инструктивные указания по проектированию электротехнических установок/ГПИ Тяжпромэлектропроект, М., Энергия, 1969—1975 гг.

Инструкция по проектированию электрооборудования общественных зданий массового строительства (ВСН 19-74). Госгражданстрой. М., Стройиздат, 1975.

Инструкция по прокладке силовых кабелей напряжением до 35 кВ. 2-02/К15-69. Л., Энергия, 1971.

Какуевицкий Л. И., Смирнова Т. В. Справочник реле защиты и автоматики. М., Энергия, 1972.

Каплер А. А. Монтаж, наладка и эксплуатация автоматических устройств. М., Машиностроение, 1969.

Каталог-справочник. Котлы малой производительности. М., НИИинформтяжмаш, 1975.

Кнорринг Г. М. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Л., Энергия, 1976.

Кушниренко К. Ф. Краткий справочник по горючему. М., Воениздат, 1973.

Лащивер Ф. М. Рациональное использование энергоресурсов в строительстве. Ташкент, Узбекистан, 1973.

Ливинец Н. П. Карманный справочник энергетика-строителя. Киев, Будівельник, 1973.

Лисогор С. М. Управление, планирование и организация строительства с помощью электронной вычислительной техники и средств автоматизации/Обзор. М., ЦИНИС Госстроя СССР, 1972.

Мелехов И. А. Монтаж и эксплуатация электрооборудования на строительных площадках. М., Стройиздат, 1975.

Мельников О. Н., Ежов В. Т., Блонштейн А. А. Справочник монтажника сетей теплогазоснабжения. М., Стройиздат, 1973.

Миловзоров В. П. Электромагнитные устройства автоматики. М., Высшая школа, 1974.

Низковольтные шкафы для электроснабжения строящихся объектов., Кейла. Республиканское объдинение «Эстколхозстрой», 1973.

Никулин Л. В. Справочник молодого электрика по электротехническим материалам и изделиям. М., Высшая школа, 1973.

Нормативы удельных капитальных вложений в строительство тепловых сетей. М., Теплоэлектропроект, 1974.

Нормы технологического проектирования тепловых электрических станций и тепловых сетей/Минэнерго СССР, М., Энергия, 1974.

Объем и нормы испытания электрооборудования. М., Энергия, 1975.

Основные положения по нормированию расхода топлива, электрической и тепловой энергии в производстве/НИИ планирования и нормативов. М., Экономика, 1980.

Островский А. С. Двусторонняя громкоговорящая связь на предприятиях и в учреждениях. М., Связь, 1970.

Пенович Е. И. Отыскание мест замыкания на землю в распределительных сетях 6—10 кВ. М., Энергия, 1975.

Переговорное устройство производственной связи УППС. — Вестник связи, 1973, № 2.

Пиоцтковский В. А. Эксплуатация электрических аккумуляторов на предприятиях связи. М., Связь, 1969.

Положение о планово-предупредительном ремонте и эксплуатации оборудования предприятий промышленности строительных материалов. Вып. 2, М., ВНИИжелезобетон, 1968.

Положение о правах и обязанностях основных структурных подразделений строительно-монтажных (специализированных организаций). Госстрой СССР. М., Стройиздат, 1967.

Правила охраны электрических сетей напряжением до 1000 вольт. М., Энергия, 1973.

Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. М., Недра, 1970.

Правила устройства электроустановок. Изд. 4-е, М. — Л., Энергия, 1966.

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М., Энергия, 1969.

Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. М., Недра, 1970.

Правила технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей и Правила техники безопасности при эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей. М., Энергия, 1973.

Предварительный электроразогрев бетонных смесей при изготовлении железобетонных конструкций. М., Стройиздат, 1968.

Проектирование средств связи, управления, информации и сигнализации на предприятиях, в учреждениях, строительных организациях/Электротехнические работы. Обзор. Слаботочные устройства. Ч. 1. Методические указания по проектированию. Ч. 2. Телефонные станции и абонентские устройства. Ч. 4. Аппаратура громкоговорящей связи. М., Мосоргспецстрой, 1971.

Рекомендации по выбору и применению запорной арматуры и обратных клапанов для тепловых сетей. М., Информэнерго, 1975 (Теплоэлектропроект).

Рекомендации по изготовлению железобетонных изделий с применением электроразогрева бетонной смеси в заводских условиях. М., Стройиздат, 1972.

Роддатис К. Ф., Соколовский Я. Б. Справочник по котельным установкам малой производительности. М., Энергия, 1968.

Руководство по определению теплофизических и механических характеристик мерзлых грунтов. М., Стройиздат, 1973.

Руководство по электротермообработке бетона. М., Стройиздат, 1974.

Сандлер М. С. Справочник по средствам и приборам автоматизации предприятий строительной индустрии. Л., Стройиздат, 1971.

Сацукевич М. Ф., Мехедло Ф. В. Справочник электротехника, Минск, «Беларусь», 1969.

Сборник правил и руководящих материалов по котлонадзору. М., Недра, 1969.

Сенчев В. Г., Сметанкин В. Ф. Монтаж электрооборудования строительных машин. М., Стройиздат, 1967.

Сенчев В. Г., Сметанкин В. Ф. Ремонт и наладка электрооборудования строительных машин. М., Стройиздат, 1970.

Сибикин Ю. Д., Барембо К. Н., Селятенко И. Т. Эксплуатация и ремонт электрооборудования машиностроительных предприятий. **Справочник.** М., Машиностроение, 1971.

Синягин Н. Н., Афанасьев Н. А., Новиков С. А. Система планово-предупредительного ремонта оборудования и сетей промышленной энергетики. М., Энергия, 1979.

Слободкин П. Н., Гнидкин Д. В. Подготовка производства новых изделий на Киевском заводе «Промсвязь». — Обмен производственным опытом. М., 1971, № 25.

Сортамент труб для наружных тепловых сетей. М., Минэнерго, 1971.

Справочник инженера-строителя/Под ред. И. А. Онуфриева и А. С. Даниевского. М., Стройиздат, 1970.

Справочник машиниста насосных и компрессорных установок. Киев, Техника, 1970.

Справочник механика на монтажных и специальных строительных работах/Под ред. И. П. Артемьева. М., Стройиздат, 1974.

Справочник по монтажу распределительных устройств выше 1000 В/Под ред. Н. А. Иванова, С. Г. Ляуэра и Н. Г. Этуса. М., Энергия, 1971.

Справочник по сооружению сетей 0,4—10 кВ/Под ред. А. Д. Романова. Изд. 2-е, перераб. и дополн. М., Энергия, 1974.

Справочник по устройству и эксплуатации городских электрических сетей. М., Стройиздат, 1972.

Справочник по электропотреблению в промышленности/Проектирование тепловых сетей. Под ред. А. А. Николаева. М., Стройиздат, 1965. Справочник проектировщика.

Справочник сварщика. Под ред. В. В. Степанова. М., Машиностроение, 1974.

Справочник конструктора дорожных машин/Под ред. И. П. Бородачева. М., Машиностроение, 1973.

Справочник по проектированию электропривода, силовых и осветительных установок/Под ред. Я. М. Большмана, В. И. Круповича. М. Л. Самовера. М., Энергия, 1974.

Справочное пособие по материально-техническому снабжению строительных организаций. М., Стройиздат, 1979.

Справочное пособие по строительным машинам/Под ред. С. П. Епифанова, В. Н. Казаринова, Е. К. Малолеткова. Вып. П-XII. М., Стройиздат, 1972—1975 (Госстрой СССР, ЦНИИОМТП).

Трубы, арматура и оборудование водопроводно-канализационных сооружений. М., Стройиздат, 1970 (Справочник по специальным работам).

Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации. М., Стройиздат, 1971 (Справочник по специальным работам).

Строительные и дорожные машины/Обзоры. М., ЦНИИТЭстроймаш, 1969—1975.

Строительные нормы и правила (СНиП 4-79)/Техника безопасности в строительстве. М., Стройиздат, 1979.

Строительные нормы и правила (СНиП II-А.6-72)/Строительная климатология и геофизика. М., Стройиздат, 1972.

Строительные нормы и правила (СНиП 3-79)/Строительная теплотехника, М., Стройиздат, 1979.

Строительные нормы и правила (СНиП III-30-74)/Водоснабжение, канализация и теплоснабжение. Наружные сети и сооружения. М., Стройиздат, 1974.

Строительные нормы и правила (СНиП II-36-73)/Тепловые сети. М., Стройиздат, 1974.

Типовая инструкция по хранению каменноугольного топлива на электростанциях, предприятиях промышленности и транспорта. М., Госплан СССР, Госстрой СССР, 1972.

Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений. Вып. 1. М., Профиздат, 1968.

Типовые проекты деревянных опор ВЛ 0,4, 6—10 и 35 кВ, 3.407-49, 3.407-32 и 407-4-1. М., Сельэнергопроект, 1967—1971.

Типовые проекты железобетонных опор 6—10 кВ, 407-912 и 407-4-2. М., Сельэнергопроект, 1967—1971.

Толстой М. Г., Демидов М. Д. Техника безопасности и противопожарные мероприятия на строительстве. М., Высшая школа, 1969.

Тополянский А. Б. Электроустановки строительных площадок и вопросы электробезопасности. Л., Стройиздат, 1971.

Тополянский А. Б. Электромонтер строительной площадки. М., Стройиздат, 1975.

Указания по компенсации реактивной мощности в распределительных сетях. М., Энергия, 1974.

Указания по проектированию бытовых зданий и помещений строительно-монтажных организаций (СН 276-74). М., Стройиздат, 1974.

Указания по проектированию электрического освещения строительных площадок (СН 81-70). М., Стройиздат, 1971.

Файерштейн Л. М., Этинген Л. С., Гохбойм Г. Г. Справочник по автоматизации котельных. М., Энергия, 1972.

Фридлянд М. Б. Электрические материалы для ремонта электрических машин и трансформаторов. М., Энергия, 1971.

Хейн Д. М. Аппаратура станционной связи. — Автоматика, телемеханика, связь, 1972, № 1.

Хижняков С. В. Практические расчеты тепловой изоляции. М., Энергия, 1976.

Штерн В. Н., Самойлов А. А. Дизель-генераторы переменного тока напряжением до 400 В. М., Энергия, 1972.

Электроразогрев бетонных смесей при горячем формовании изделий. М., 1970 (Всесоюзный научн.-исслед. ин-т научн.-техн. информации и экономики промышленности строит. материалов).

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Агрегаты котельные 442, 456
— отопительные 392
Аккумуляторы 210, 349, 350, 680, 746, 747
Амортизационные отчисления 670
Арматура:
— для тепловых сетей 412
— регулирующая 500

Б

Бензин автомобильный 508
Бумага 607

В

Вентили 175
Вентиляторы дутьевые 107, 478, 479
Вибраторы 273
Водопотребление 532, 538
Водоснабжение горячее 386
Воды сточные 764
Воздухосборники 558, 565
Воздухонагреватели 389
Воздушное отопление 390
Выбор проводов и кабелей 26
Выключатели:
— пакетные 676, 690
— автоматические воздушные 165, 264, 303, 755
— масляные 123, 654, 673, 727, 729, 733
— нагрузки 124
Вторичные цепи 744, 745
Выпрямители сварочные 298

Г

Газ природный 439, 508
Гайковерты электрические 275
Генераторы синхронные 162
Гетинакс электротехнический 605
Горелки газомазутные 475
— инжекционные 471

Д

Давление 409
Датчик 496
Двигатели первичные 704
Долбежники электрические 274
Древесина непропитанная 606
Дутьевые установки 475
Дымовые трубы 480, 481, 482, 485
Дымососы 486, 489

Е

Единицы физических величин 774, 775
Емкости 522

З

Заземляющие устройства 666, 691, 694, 698, 707, 709, 747
Запасные части 668, 685, 696
Защитно-отключающие устройства 268
Защитные средства 666, 690, 697, 712, 713, 717

И

Изоляторы 50, 130—132, 694, 736, 751
Изоляция тепловая 428
Инвентарные установки 262
Испытания ручных машин 283

К

Кабели:
с бумажной изоляцией 580
с резиновой изоляцией 583
с пластмассовой изоляцией 586
высоковольтные 593
телефонные 357, 358
контрольные 586
переносные 592
специальные 590
Калориферы 399
Картон электроизоляционный и асбестовый 608
Класс изоляции ручных машин 268, 278
Клеи 616
Ключ универсальный 677
Кнопки управления 170
Командоконтроллеры 171, 677
Коммутаторы 341, 344
Компенсаторы тепловых сетей 424, 426
Компрессорные станции 469
Компрессоры 190, 560, 561, 563
Коллектор 639
Конвекторы 404
Конденсаторные установки 18
Конденсаторы 16, 740
Контакторы 675, 698, 744, 745
Контроллеры:
кулачковые 170, 662
магнитные 676
Концентратор 342
Коробки инвентарные 264
Котельные установки 436, 464, 669, 705
Котельные 710
— встроенного типа 436
— комбинированного типа 436, 437
— отопительные 436, 502
— производственные 436
Котлы 436, 441, 442, 446, 449, 451—453, 456, 458, 461, 463, 710, 711
Краски 619
Кромкорезы 273

Л

Лагометры 494
Лакоткани изоляционные 610—612
Лаки 619, 620
Лампы:
газоразрядные 214
ДРЛ 230, 256—258, 266
ксеноновые 230
люминесцентные 214, 266
накаливания 211, 212, 226, 261
для местного освещения 228
Лента электроизоляционная 609
— стальная 570
Лимит 706
Линии:
кабельные 65, 682, 694, 695, 709, 748
воздушные электропередач 31, 670, 694, 709, 750

М

Мазуты топочные 510
Мановакуумметры 495
Манометры 495, 496, 540
Масло автотракторное 511
— трансформаторное 613, 684, 724
Материалы:
теплоизоляционные 614
проводниковые 578
электроизоляционные 603
Машины ручные электрические 268, 270
— — — для выборки борозд 275
— — — для резки труб 273
— — — для строительно-отделочных работ 277
— — — сверлильные 271
— — — шлифовальные 272
Мачты прожекторные 211, 262
Мероприятия по экономии 528, 529, 667
Механические характеристики 140
Микропереключатели 676
Мощность удельная 211, 212, 214, 318
Молотки электрические 276
Муфты 678

Н

Насосы 524—526, 539—541, 670, 671
Напряжение 210, 708, 719, 725
— номинальное 24
Ножницы электрические 273
Нормирование расхода энергоресурсов 368
Нормы амортизационных отчислений 670
Нормы расхода 368—371
— — материалов 620
— — горячей воды 384, 385
Нормы трудоемкости ремонта 672, 673, 679, 682

О

Обслуживание 210, 251, 622, 623, 644, 662
Опоры воздушных линий 40, 262, 694, 752, 754
— — — анкерные 42
— — — переходные 43
— — — унифицированные 42
— — — угловые 42
Освещение 210, 221, 265, 764
— аварийное 210
— временное 263
Осциллятор 679
Освещенность 210, 214, 216, 220
Отделитель 734, 744
Отопительный период 381
Охладители воздуха 557

П

Пароперегреватель 710, 712
Переключатели 168, 675, 679, 690
Перфораторы электрические 276
Пилы дисковые 274
Подстанции трансформаторные 106, 113, 669, 673, 695
Покрытия противокоррозионные 551—553
Потеря напряжения 31, 35, 67
Предохранители 129, 172, 674, 707, 744
Преобразователи частоты тока 708
Приборы:
измерительные 126, 324, 497, 498
нагревательные 402
теплового контроля 491
осветительные 210, 231
отопительные 764
Прилои 617
Приспособления предохранительные 666, 759
Провода:
голые 578
для линий связи 359
обмоточные 598, 601
сталеалюминиевые 579
установочные 594
Проволока 573
Прожекторы 211, 260, 261, 262
Пускатели магнитные 166, 675, 690, 745

Р

Радиаторы 403
Разрядники 743
— вентильные 741
— трубчатые 742
Разъединители 658, 674, 734, 738, 744
Реактор 697
Регуляторы 498
Ремонт:
капитальный 623, 644, 672, 716, 726
ручных машин 281
текущий 623, 644, 658, 663, 717
Рубанки 274
Реостаты 719
Рубильники 675, 679, 707
Рукава металлические 577

С

Светильники 210, 211, 244, 245, 251
— для наружного освещения 256
— с лампами ДРЛ 251, 261
— с лампами накаливания 225, 261
— с люминесцентными лампами 245
— переносные 244, 264
Сетка 573
Сети:
стационарные 264
канализационные 670
водопроводные 670
силовые 682
осветительные 683
Склады топлива 516
Сланцы горючие 507
Спецодежда 758, 760
Стабилизаторы 678
Сталь:
анизотропная 574
квадратная 571
круглая 571
листовая 570
полосовая 570
угловая 571, 572
швеллерная 573
Станция телефонной связи 338
Стеклолакоткань 239
Стеклотекстолит 609
Стойки инвентарные осветительные 263
Счетчики электроэнергии 360, 361, 681

Т

Тариф 365, 367
Текстолит 604

Тепловая характеристика зданий 380
Теплоизоляционные материалы 430
Тепловые сети 406—436
Теплота сгорания топлива низшая 504—509
Тиристоры 174
Топливо дизельное 511
— условное 502
Топочные устройства 466
Торф 507
Трамбовки электрические 276
Трансформаторы 360, 367, 373, 667, 673, 695, 707, 720, 721
— для местного освещения 678, 690
— измерительные 361, 725
— напряжения 361, 658
— сварочные 318
— силовые 120, 174
— тока 128, 270, 354, 361, 658
Трубы:
бесшовные 576
водогазопроводные 577
ребристые 403
для тепловых сетей 409
электросварные 577
Трубки полихлорвиниловые 613
Трубопроводы 407, 409
Тяга 483, 485
Тяговые установки 477
Тягонапоромеры 495

У

Угли 504—507, 510
Удельный расход:
тепла 575, 576
топлива 440, 441
Усилители 346
Управление электроприводами 175
Условный квадратный метр 447
Установка осветительная 210, 211
Устройства распределительные 669, 675, 691, 695, 738, 744

Ф

Фибра 607
Флюсы для припоев 618
Форсунки:
ротационные 474
для сжигания жидкого топлива 474
механические 474

Ш

Шины:
алюминиевые 579
медные 579
Шинопроводы 683, 684
Шлифовальные машины 272

Щ

Щит распределительный 263

Э

Эквивалентный квадратный метр 402
Экономайзер 710, 712
Электровооруженность 706
Электродвигатели 667, 670, 672, 686, 690, 697, 705, 717
— асинхронные 146, 367, 690
— синхронные 367, 697
— постоянного тока 155
— для ручных машин 267
Электроды стальные 615
Электромагниты 173, 678, 690
Электропривод классификация 139
Электропроводки 745
Электростанции 702
Электростояки инвентарные 263
Электротехническое оборудование 686
— нормы резерва 690
— номенклатура запасных частей 686
Эмали 619
Энерговооруженность 706
Энергетическая служба 666, 667

Я

Ящики распределительные 164
— сопротивления 677

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

А. Электроснабжение

1. Электроснабжение строительных площадок 4
2. Электрические сети строительных площадок 31
3. Трансформаторные подстанции и электрические распределительные устройства 106
4. Электропривод в строительстве 139
5. Электрическое освещение 210
6. Электрифицированные средства малой механизации 267
7. Электрооборудование сварочных установок 285
8. Электропрогрев в строительстве 312
9. Связь на строительстве 338
10. Учет, система оплаты и нормирование расхода электроэнергии . 360

Б. Теплоснабжение

11. Теплопотребляющие системы и установки строительных организаций 375
12. Тепловые сети 406
13. Котельные установки 436
14. Топливо, смазочные материалы и топливное хозяйство . . . 502

В. Водоснабжение, канализация, обеспечение сжатым воздухом

15. Водоснабжение строительных площадок 530
16. Канализация строительных площадок 544
17. Обеспечение стройплощадок сжатым воздухом 553

Г. Эксплуатация и ремонт

18. Материалы, изделия и конструкции 570
19. Ремонт электрооборудования 622
20. Организация управления энергохозяйством 665
21. Документация и отчетность 690
22. Техника безопасности, испытания оборудования и промышленная санитария 707

Приложения:

1. Единицы физических величин 774
2. Пересчет единиц, подлежащих изъятию, в единицы СИ . . 775
3. Единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ 775

Литература 776
Предметный указатель 780

ВИКТОР ГРИГОРЬЕВИЧ СЕНЧЕВ
ЮРИЙ БОРИСОВИЧ АЛЕКСАНДРОВИЧ
ВИТАЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ АУШЕВ
МИХАИЛ ХАРИТОНОВИЧ ВЕРХОДАНОВ
АНАТОЛИЙ ПАВЛОВИЧ ВОЛОШКИН
МАРКСИНА ГРИГОРЬЕВНА НОВИКОВА
НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ ХАЙЛОВ
ВИТАЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ ОРЛОВ

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Редакция литературы по технологии строительных работ
Зав. редакцией Е. А. Ларина
Редактор О. И. Федосеева
Художественный редактор А. Л. Новикова
Технический редактор В. Д. Павлова
Корректоры О. В. Стигнеева, З. Г. Ляпорова
ИБ № 2560

Сдано в набор 25.02.80. Подписано в печать 28.11.80. Т-19566. Формат 84×108 1/32. Бумага тип. № 3. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 41,16. Уч.-изд. л. 57,38. Тираж 40.000 экз. Изд. № АХ-4932. Зак. № 332. Цена 3 р. 10 к.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

Владимирская типография «Союзполиграфпрома»
при Государственном комитете СССР по делам
издательств, полиграфии и книжной торговли

600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7