В. А. ПЕРЕВЕРЗЕВ
В. В. ШУМОВ

СПРАВОЧНИК МАСТЕРА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ



ЛЕНИНГРАД
«ЭНЕРГИЯ»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1980

ББК 31.37
П 27
УДК 697.34(03)

Рецензент *В. С. Спицын*

Переверзев В. А., Шумов В. В.

П 27 Справочник мастера тепловых сетей.— Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1980.— 248 с., ил.

В пер.: 1 р. 10 к.

В справочнике приводятся нормативные данные по основным конструкциям, деталям, механизмам и инструментам, применяемым при строительстве, эксплуатации и ремонте тепловых сетей и систем теплоснабжения. Излагаются принципы организации работ по передовой технологии, вопросы приемки, эксплуатации, ремонта, экономики и материально-технического снабжения в соответствии с новыми нормами и правилами.

Книга предназначена для мастеров, бригадиров и слесарей, занятых на строительстве, эксплуатации и ремонте систем теплоснабжения, а также может быть полезна инженерно-техническим работникам строительных и коммунально-бытовых предприятий.

П $\frac{30303-063}{051(01)-80}$ 96—80. 2303030000

ББК 31.37
6С9.4

© Издательство «Энергия», 1980

В настоящее время одной из основных задач в развитии народного хозяйства является экономия топлива, повышение эффективности использования энергии. Одно из важных направлений решения этой задачи — перевод жилищного фонда на теплоснабжение от крупных источников тепла, использование атомной энергии для целей теплофикации. В связи с ростом городов, поселков городского типа и промышленных предприятий строительство тепловых сетей осуществляется в чрезвычайно широких масштабах. По предварительным данным, за пятилетие будет построено более 10 000 км магистральных и распределительных тепловых сетей.

Вместе с тем подземные тепловые сети имеют ряд существенных недостатков: слабую автоматизацию, высокую строительную стоимость, недостаточную эксплуатационную надежность, трудоемкость в изготовлении и монтаже. Все это приводит к отставанию строительства тепловых сетей, перекладкам существующих сетей раньше эксплуатационного срока службы, повышенным тепловым потерям и т. д. В конечном итоге последние вызывают дополнительные расходы, снижающие эффективность энергетических установок.

Для повышения надежности тепловых сетей необходимо обеспечить поставку труб только из спокойной стали, коренным образом улучшить антикоррозионную защиту труб путем эмалирования и нанесения изольного, полимерного покрытия до тепловой изоляции, выпуск в необходимом количестве бесфланцевой арматуры диаметром 300—1400 мм с электро- и гидроприводом, рассчитанной на работу в подземных камерах с высокой влажностью и температурой, усилить технический контроль за сооружением тепловых сетей.

Бесперебойная и экономичная работа систем теплоснабжения зависит не только от качества строи-

тельства, но и от того, насколько правильно осуществляется их техническая эксплуатация. Своевременное проведение планово-предупредительных ремонтов обеспечивает бесперебойную работу систем теплоснабжения и значительно снижает затраты по капитальному и текущему ремонтам.

В настоящем справочнике рассматривается комплекс вопросов, связанных с современным строительством, техническим контролем, эксплуатацией, ремонтом и наладкой тепловых сетей, даны также сведения об оборудовании, снятом с производства, но еще эксплуатируемом во многих зданиях и сооружениях.

Замечания и пожелания по книге просьба посылать по адресу: 191041, Ленинград, Д-41, Марсово поле, д. 1, Ленинградское отделение издательства «Энергия».

Авторы

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И СПРАВОЧНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1-1. Единицы физических величин

Единицы служат для определения численных значений физических величин. Измерение любой физической величины состоит в определении ее численного значения соотнесением с однородной единицей величины.

Для измерений используются приборы — специальные устройства, предназначенные для прямого или косвенного сравнения измеряемой величины с ее единицей.

Система единиц состоит из совокупности основных и производных единиц. Символическое (буквенное) обозначение зависимости производных величин от основных называется размерностью.

В настоящее время в нашей стране осуществляется комплекс организационно-технических мероприятий по унификации единиц физических величин. Основой для унификации является Международная система единиц (сокращенно СИ), принятая в 1960 г. XI Генеральной конференцией по мерам и весам и, как предпочтительная, введенная в действие с 1 января 1963 г. Основные единицы этой системы: метр (длина), килограмм (масса), секунда (время), ампер (сила тока), кельвин (температура термодинамическая), моль (количество вещества); кандела (сила света); дополнительные единицы: радиан (плоский угол) и стерадиан (телесный угол).

Поскольку в нашей стране переход на Международную ситему еще не закончен и в эксплуатации находится большое количество теплофикационного оборудования, арматуры, приборов, регуляторов и другой аппаратуры, имеющих паспортизацию и градуировку в единицах других систем, в данном справочнике, где необходимо, после значений величин в единицах системы СИ приводятся в скобках значения в единицах этих систем.

В табл. 1-1 приведены основные и наиболее употребляемые в теплотехнике производные единицы системы СИ и соотношения их с единицами других систем.

Кратные и дольные единицы получаются умножением и делением на степень числа 10. Их наименования образуются прибавлением приставок, указанных в табл. 1-2, к наименованиям исходных единиц.

Единицы Международной системы				
Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			международное	русское
				Основные
Длина	L	метр	m	м
Масса	M	килограмм	kg	кг
Время	T	секунда	s	с
Сила электрического тока	I	ампер	A	А
Термодинамическая температура	Θ	кельвин	K	К
Количество вещества	N	моль	mol	моль
Сила света	J	кандела	cd	кд
				Дополнительные
Плоский угол	—	радиан	rad	рад
Телесный угол	—	стерадиан	sr	ср
				Производные
Площадь	L^2	квадратный метр	m^2	$м^2$
Объем, вместимость	L^3	кубический метр	m^3	$м^3$
Скорость	LT^{-1}	метр в секунду	m/s	м/с
Ускорение	LT^{-2}	метр на секунду в квадрате	m/s^2	$м/с^2$
Плотность	$L^{-3}M$	килограмм на кубический метр	kg/m^3	$кг/м^3$
Удельный объем	L^3M^{-1}	кубический метр на килограмм	m^3/kg	$м^3/кг$
Сила, вес	LMT^{-2}	ньютон	—	Н
Давление, механическое напряжение, модуль упругости	$L^{-1}MT^{-2}$	паскаль	Pa	Па

ческих величин

Единицы других систем и внесистемные единицы				
Наименование величины	Единица			Соотношение с единицей СИ
	Наименование	Обозначение		
		международное	русское	
единицы				
—	—	—	—	—
Масса	тонна	t	т	10^3 кг
Время	минута	min	мин	60 с
	час	h	ч	3 600 с
	сутки	d	сут	86 400 с
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
единицы				
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
единицы				
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
Сила, вес	килограмм-сила,	—	кгс	9,80665 Н
	тонна-сила	—	тс	9806,65 Н
Давление, механическое напряжение	килограмм-сила на квадратный сантиметр	—	кгс/см^2	98066,5 Па
	килограмм-сила на квадратный метр	—	кгс/м^2	9,80665 Па

Единицы Международной системы				
Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			международное	русское
Энергия, работа, количество теплоты	L^2MT^{-2}	джоуль	J	Дж
Мощность, поток энергии	L^2MT^{-3}	ватт	W	Вт
Удельная энергия	L^2T^{-2}	джоуль на килограмм	J/kg	Дж/кг
Теплоемкость системы, энтропия системы	$L^2MT^{-2}\Theta^{-1}$	джоуль на кельвин	J/K	Дж/К
Удельная теплоемкость, удельная энтропия	$L^2T^{-2}\Theta^{-1}$	джоуль на килограмм-кельвин	J/(kg·K)	Дж/(кг·К)
Теплопроводность	$LMT^{-3}\Theta^{-1}$	ватт на метр-кельвин	W/(m·K)	Вт (м·К)
Поверхностная плотность потока энергии	MT^{-3}	ватт на квадратный метр	W/m^2	$Вт/м^2$
Коэффициент теплообмена	$MT^{-3}\Theta^{-1}$	ватт на квадратный метр-кельвин	W/(m·K)	Вт ($м^2$·К)
Тепловое сопротивление	$L^{-1}M^{-1}T^2\Theta$	квадратный метр-кельвин на ватт	(m^2·K)/W	($м^2$·К)/Вт
Удельный расход топлива	$L^{-2}T^2$	килограмм на джоуль	kg/J	кг/Дж

Продолжение табл. 1-1

Единицы других систем и внесистемные единицы

Наименование величины	Единица			Соотношение с единицей СИ
	Наименование	Обозначение		
		международное	русское	
Количество теплоты, термодинамический потенциал (внутренняя энергия, энтальпия)	калория	cal	кал	4,1868 Дж
Мощность, тепловой поток	килокалория в час	kcal/h	ккал/ч	1,163 Вт
Удельное теплосодержание	килокалория на килограмм	kcal/kg	ккал/кг	4187 Дж/кг
Теплоемкость	калория на градус	cal/K	кал/К	4,186 Дж/К
Удельная теплоемкость	калория на грамм-кельвин	cal/(g·K)	кал/(г·К)	$4{,}186 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)
Теплопроводность	килокалория в час на метр-кельвин	kcal/(h m·K)	ккал/(ч·м·К)	1,163 Вт/(м·К)
—	—	—	—	—
Коэффициент теплообмена, теплопередачи	килокалория в час на квадратный метр-кельвин	kcal/(h·m²·K)	ккал/(ч·м²·К)	1,163 Вт/(м²·К)
Тепловое сопротивление	квадратный метр-кельвин на килокалорию в час	(m²·K·h)/kcal	(м²·К·ч)/ккал	0,86 (м²·К·ч)/ккал
Удельный расход топлива	килограмм на килокалорию	kg/kcal	кг/ккал	0,24 кг/Дж

Таблица 1-2

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований

Множитель	Приставка	Обозначение приставки		Множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		русское	международное			русское	международное
10^{12}	тера	Т	T	10^{-1}	деци	д	d
10^{9}	гига	Г	G	10^{-2}	санти	с	c
10^{6}	мега	М	M	10^{-3}	милли	м	m
10^{3}	кило	к	k	10^{-6}	микро	мк	μ
10^{2}	гекто	г	h	10^{-9}	нано	н	n
10^{1}	дека	да	da	10^{-12}	пико	п	p

1-2. Основные определения и обозначения

Параметр — физическая величина, определяющая состояние рабочего тела.

Масса M, кг — мера количества вещества какого-либо тела в состоянии покоя; скалярная величина, характеризующая инерционные и гравитационные свойства тела.

Сила тяжести F, Н — векторная величина, определяющая силу притяжения тела к земле.

Вес G, Н — векторная величина, определяющая силу, с которой тело под действием силы тяжести воздействует на опору или на нить подвеса.

Удельный объем V, м^3/кг — объем единицы массы вещества.

Плотность ρ — масса вещества в единице его объема:

$$\rho = 1/V.$$

Удельный вес γ — отношение веса (силы тяжести) тела G, Н, к его объему V, м^3:

$$\gamma = G/V.$$

Удельный вес тела не является параметром вещества, так как зависит от ускорения силы тяжести.

Между плотностью и удельным весом существует зависимость

$$\rho = \gamma/g.$$

Давление P, Па — нормальная к поверхности сила, с которой данное тело давит на единицу граничной с ним поверхности, а для жидкостей, паров, газов — их давление на единицу поверхности сосуда:

$$P = F_{\text{п}}/f.$$

Единица давления — паскаль (Па) — соответствует давлению, вызываемому силой 1 Н, равномерно распределенной по поверхности площадью 1 м^2.

Избыточное давление $P_{изб}$ показывает отношение давления P к давлению атмосферного воздуха в данный момент времени.

Абсолютное (истинное) давление $P_{абс}$ — сумма барометрического $P_{бар}$ и избыточного $P_{изб}$ давлений:

$$P_{абс} = P_{бар} + P_{изб}.$$

Для труб, арматуры и соединительных частей трубопроводов применяются понятия:

пробное давление $P_{пр}$ — избыточное давление, при котором арматура и соединительные части трубопроводов должны подвергаться гидравлическому испытанию на прочность и плотность материала водой при температуре не выше 100° С;

рабочее давление $P_{раб}$ — наибольшее избыточное давление, при котором обеспечивается длительная работа при рабочей температуре теплоносителя;

условное давление $P_у$ — наибольшее избыточное давление при температуре среды 20° С, на которое рассчитывают трубы, арматуру и соединительные части к ним.

Для стальных труб, арматуры и соединительных частей рабочее давление равно условному ($P_у = P_{раб}$) при температуре среды от 0 до 200° С.

Температура T — мера средней кинетической энергии поступательного движения молекул. Температура измеряется в кельвинах ($T_К$) и градусах Цельсия ($T_С$):

$$T_К = T_С + 273{,}15.$$

Теплота (тепло) Q, Дж — энергия, передаваемая от более нагретого тела менее нагретому при непосредственном соприкосновении или излучением.

Теплоемкость C, Дж/К — количество теплоты, необходимое для изменения температуры единицы количества вещества на один градус. Теплоемкость, отнесенная к 1 кг, называется удельной и обозначается C, кДж/(кг·К) или ккал/(кг·К).

Различается теплоемкость при постоянном давлении (C_P) и при постоянном объеме (C_V).

Теплообмен — самопроизвольный необратимый процесс передачи внутренней энергии в пространство, обусловленный разностью температур.

Теплопроводность — молекулярный перенос теплоты в сплошной среде при наличии градиента температур.

Конвекция — перенос теплоты перемещением и перемешиванием между собой частиц жидкости или газа.

Количество теплоты, передаваемой в конвективных поверхностях нагрева, определяется основным уравнением теплопередачи

$$Q = kH\,\Delta t,$$

где k — коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°С) или ккал/(ч××м²·°С); H — площадь поверхности теплообмена, м²; Δt — средний температурный перепад между теплоносителем и нагреваемой средой, °С.

Коэффициент теплопередачи k, Вт/(м²·°С) — количество теплоты, передаваемой потоком теплоносителя нагреваемой

Таблица 1-3

Соотношение между единицами коэффициента теплообмена

Единица	Вт/(см²·К)	кВт/(м²·К)	кал/(с·см²·°С)	ккал/(ч·м²·°С)
1 Вт/(см²·К)	1	10	0,239	8 600
1 кВт/(м²·К)	0,1	1	$23{,}9\cdot10^{-3}$	860
1 кал/(с·см²·°С)	4,187	41,87	1	36 000
1 ккал/(ч·м²·°С)	$116\cdot10^{-6}$	$1{,}16\cdot10^{-3}$	$27{,}8\cdot10^{-6}$	1

среде в единицу времени через единицу поверхности при разности температур 1° С.

Коэффициент теплоотдачи α, Вт/(м²·°С) — количество теплоты, передаваемой теплоносителем в единицу времени единице поверхности нагрева или от единицы поверхности нагрева нагреваемой среде. Соотношение между коэффициентами теплообмена (теплоотдачи и теплопередачи) в единицах системы СИ и других систем приведено в табл. 1-3.

Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(см²·°С) — количество теплоты, передаваемой в единицу времени через единицу поверхности на 1 м пути теплового потока при перепаде температур 1° С. Характеризует физические свойства и состояние материала.

Поверхность нагрева H_1, м² — поверхность, через которую происходит теплообмен между теплоносителем и нагреваемой средой.

Теплопроизводительность Q, ГДж/ч (Гкал/ч), источника тепла или отдельного агрегата (котел, теплофикационный блок) — общее количество теплоты, вырабатываемой в единицу времени.

Номинальная производительность — наибольшая производительность котлоагрегата или теплофикационного блока, которая обеспечивается в течение длительной эксплуатации при соблюдении заданных технологических параметров.

Тепловая нагрузка источника тепла, района тепловых сетей Q, ГДж/ч (Гкал/ч) — потребность в тепле (пар, горячая вода), представляющая собой сумму расходов тепла отдельными потребителями, на собственные нужды и транспортных потерь. Расчетная нагрузка определяет проектную теплопроизводительность источника тепла. Текущая нагрузка соответствует данному периоду времени и определяет режимы работы источника тепла, подаваемого в тепловые сети, равного сумме расходов тепла потребителями с учетом транспортных потерь.

Централизованным теплоснабжением называется процесс подготовки, транспорта и использования теплоносителя для обеспечения теплом большого числа потребителей от одного источника тепла — ТЭЦ, районной котельной (РК) или промышленной котельной.

Система централизованного теплоснабжения объединяет комплекс установок, предназначенных для реализации процесса централизованного теплоснабжения, и состоит из теплоприготовительных установок на ТЭЦ или котельных, тепловых сетей для транспорта теплоносителя, теплоиспользующих приборов у потребителей. Водяные системы теплоснабжения подразделяются на закрытые (замкнутые) и открытые (разомкнутые). В открытых системах циркулирующая вода частично или полностью разбирается потребителями, а в закрытых — используется только как теплоноситель.

ГЛАВА ВТОРАЯ

МАТЕРИАЛЫ. ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ

2-1. Трубопроводы тепловых сетей

Для тепловых сетей применяются схемы трубопроводов, показанные на рис. 2-1.

Трубопроводы, транспортирующие пар давлением свыше 0,069 МПа (0,7 кгс/см^2) или горячую воду с температурой свыше 115° С, должны соответствовать техническим требованиям, указанным в следующих основных документах:

а) «Правилах устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора СССР;

б) ГОСТ 356—68 «Давления условные, пробные и рабочие» для арматуры и соединительных частей трубопроводов;

в) нормах расчета элементов паровых котлов на прочность ЦКТИ и Госгортехнадзора;

г) стандартах (ГОСТ) на основные виды трубопроводных изделий;

д) альбомах «Изделия и детали трубопроводов для тепловых сетей» серии 4.903-10, включающих в себя данные о сортаментах труб, сварных и гнутых элементах, литых и сварных фасонных соединительных частях (фланцы, крепеж), устройствах для установки первичных измерительных приборов, вспомогательных устройствах (штуцера), опорах, изоляции и др.

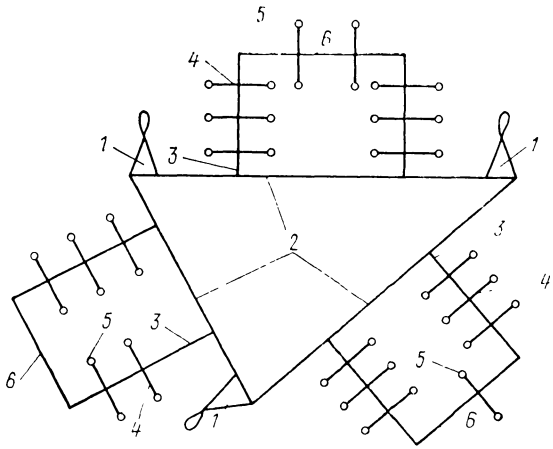


Рис 2-1 Схема тепловых сетей от трех источников
1 — источники тепла; *2* — магистральный теплопровод; *3* — распределительный теплопровод; *4* — ответвление к потребителю; *5* — потребитель; *6* — перемычка между распределительными трубопроводами

Для сооружения тепловых сетей используются стальные трубы из спокойной стали марок Ст2, Ст3, Ст10, Ст20, Ст102С1, Ст15ГС, Ст16ГС.

Преимущественное применение стальных труб для тепловых сетей обусловлено их высокими механическими качествами и эластичностью, а также возможностью использования сварки, которая обеспечивает надежность и герметичность соединений.

Выбор труб и арматуры для теплопроводов производится по условным диаметрам (проходам), давлению и температуре рабочей среды теплоносителя.

Под условным диаметром (проходом) $D_у$, мм, труб, арматуры, фитингов понимают их номинальные внутренние диаметры, которые установлены ГОСТ 355—67 (табл. 2-1).

В табл. 2-2 приведены условные, пробные и рабочие давления (избыточные) для арматуры и соединительных частей, на которые они должны изготовляться. Для температуры теплоносителя до 200° С условное давление равно рабочему.

Трубопроводы разделяются по параметрам теплоносителя на категории. Для тепловых сетей определяющими являются следующие параметры:

для подающих и обратных линий водяных тепловых сетей — максимальная температура в подающей линии и наибольшее давление воды в трубопроводах с учетом рельефа местности и работы подкачивающих насосных станций на тепломагистрали;

Таблица 2-1

Условные диаметры (проходы) арматуры, фитингов и трубопроводов (ГОСТ 355—67)

Условный диаметр D_y, мм	Резьба трубная, дюймы	Условный диаметр D_y, мм	Резьба трубная, дюймы	Условный диаметр D_y, мм	Резьба трубная, дюймы
6	—	100	4	450	—
8	1/4	125	5	500	—
10	3/8	150	6	600	—
13	—	175	7	700	—
15	1/2	200	8	800	—
20	3/4	225	9	900	—
25	1	250	10	1000	—
32	1 1/4	275	11	1100	—
40	1 1/2	300	12	1200	—
50	2	325	—	1300	—
60	—	350	—	1400	—
70	2 1/2	375	—	1500	—
80	3	400	—	1600	—

для паропроводов от котлов — номинальные значения давления и температуры пара на выходе из котла (пароперегревателя);

для конденсатных трубопроводов — наибольшее возможное давление при рабочем состоянии сети с учетом рельефа местности, температура насыщения, соответствующая давлению пара перед конденсатоотводчиком, или температура конденсата после сборного бака;

для трубопроводов системы горячего водоснабжения — температура 75° С, наибольшее давление в подающем трубопроводе.

Категория трубопровода (табл. 2-3), определенная по рабочим параметрам теплоносителя, при отсутствии устройств, изменяющих эти параметры, относится ко всему трубопроводу независимо от его протяженности.

В табл. 2-4 и 2-5 указаны основные характеристики стальных труб, применяемых для сооружения тепловых сетей.

Таблица 2-2

Давления, МПа (кгс/см²), для труб и арматуры (ГОСТ 356—68)

Материал изделия	Условное $P_у$	Пробное $P_{пр}$	Наибольшее рабочее $P_{раб}$ при температуре среды T, °С				
			200	250	300	350	400
Сталь	0,981 (10)	1,47 (15)	0,981 (10)	0,883 (9)	0,785 (8)	0,686 (7)	0,53 (5,4)
Чугун			0,883 (9)	0,785 (8)	0,785 (8)	—	—
Сталь	1,57 (16)	2,35 (24)	1,57 (16)	1,37 (14)	1,23 (12,5)	1,08 (11)	0,981 (10)
Чугун			1,47 (15)	1,37 (14)	1,27 (13)	—	—
Сталь	2,45 (25)	3,73 (38)	2,45 (25)	2,16 (22)	1,96 (20)	1,77 (18)	1,57 (16)
Чугун			2,25 (23)	2,06 (21)	1,96 (20)	—	—
Сталь	3,92 (40)	5,88 (60)	3,92 (40)	3,54 (36)	3,14 (32)	2,74 (28)	2,45 (25)
	6,27 (64)	9,41 (96)	6,27 (64)	5,49 (56)	4,90 (50)	4,41 (45)	3,92 (40)

Примечание. Гидравлические испытания смонтированных трубопроводов с деталями и арматурой следует производить на давление, равное 1,25 $P_{раб}$, но не менее 1,57 МПа (16 кгс/см²) для подающего и 1,18 МПа (12 кгс/см²) для обратного трубопроводов тепловой сети.

Наиболее слабым местом стальных трубопроводов являются сварные стыки, в которых следует проверять напряжения.

В теплопроводах возникают следующие основные напряжения:

напряжение растяжения под действием внутреннего давления;

Таблица 2-3

Категории трубопроводов

Категория трубопровода	Среда	Рабочие параметры среды	
		Температура, С	Давление (избыточное), МПа (кгс/см²)
1а	Перегретый пар	Более 580	Не ограничено
1б	То же	541—580	»
1в	»	451—540	»
1г	»	До 451	Более 3,83 (39)
1д	Горячая вода, насыщенный пар	Более 115	Более 7,85 (80)
2а	Перегретый пар	351—450	3,83 (39) и более
2б	То же	До 350	2,16 (22)—3,85 (39)
2в	Горячая вода, насыщенный пар	Более 115	3,85 (39)—7,85 (80)
3а	Перегретый пар	251—350	2,16 (22) и более
3б	То же	До 250	1,57 (16)—2,16 (22)
3в	Горячая вода, насыщенный пар	Более 115	1,57 (16)—3,83 (39)
4а	Перегретый и насыщенный пар	115—250	0,069 (0,7)—1,57 (16)
4б	Горячая вода	Более 115	До 1,57 (16)

Примечание. Редукционно-охладительные устройства (типа РУ, РОУ, БРОУ) и коллекторы являются частью трубопроводов и должны соответствовать требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды.

напряжение изгиба от собственного веса трубопровода, веса тепловой изоляции и теплоносителя; в надземных трубопроводах возможно напряжение изгиба под действием скоростного напора ветра;

напряжение изгиба от термической деформации в гнутых компенсаторах и на участках естественной компенсации;

напряжение от кручения под действием термической деформации

Таблица 2-4

Трубы, применяемые для тепловых сетей

Диаметр труб D_y, мм, и среда применения	Сортамент	Максимальные параметры P, МПа (кгс/см²); T, °С	Марка и ГОСТ
15—400 Для воды и пара	Трубы стальные электросварные (ГОСТ 10704—76)	Вода: P_y = = 1,57 (16); T = 200 Пар: P_y = = 1,57 (16); T = 300	ВМст-3сп; ВМст-3пс; ВКст-3сп; ВКст-3пс; ВМст-2сп (ГОСТ 380—71, группа В) Сталь 10-20 (ГОСТ 1050—74, группа 1)
	Трубы стальные бесшовные (ГОСТ 8732—70)	Вода: P_y = = 2,45 (25); T = 200 Пар: P_y = = 3,92 (40); T = 425	ВМст-2сп; ВМст-3сп; ВКст-2сп; ВКст-3сп, (ГОСТ 380—71, группа В) Сталь 10-20 (ГОСТ 1050—74, группа 1)
400—1400 Для воды	Трубы стальные электросварные прямошовные (ГОСТ 10704—76)	Вода: P_y = = 1,57 (16); T = 200; $P_{раб}$ = 1,96 (20); T = 150; $P_{раб}$ = 1,96 (20); T = 200	ВМст-2сп; Вмст-3сп; ВМст-3пс; ВКст-3сп; ВКст-3пс (ГОСТ 380—71, группа В) ВМст-2сп; ВМст-3сп (ГОСТ 380—71, группа В)
400—1000 Для пара		Пар: $P_y \leqslant 2{,}45$ (25); T ≤ 300;	
		P_y = 2,45 (25); T = 350	10Г2С1
		P_y = 2,45 (25); T = 425	14ХГС
		P_y = 3,92 (40); T = 425	16ГС 17ГС

Диаметр труб D_y, мм, и среда применения	Сортамент	Максимальные параметры P, МПа (кгс/см²); T, °С	Марка и ГОСТ
15—80 Водогазопроводные для воды и пара	ГОСТ 3262—75	Вода и пар: $P_y \leqslant 0{,}981$ (10); $T \leqslant 200$	ВМст-2сп; ВМст-3сп; ВМст-3пс; ВКст-3сп; ВКсп-3пс (ГОСТ 380—71, группа В) Ст2сп; Ст3сп; Ст2пс; Ст3пс (ГОСТ 380—71, группа А)

Примечания: 1. Табл. 2-4 составлена на основании правил Госгортехнадзора СССР и «Сортамента труб для наружных тепловых сетей на $P_y \leqslant 64$; $T \leqslant 440$ (вып. № 40913-Т)», разработанного ВГПИ Теплоэлектропроект и утвержденного Главтехстройпроектом Минэнерго СССР 27.01. 71 г., решение № 50. 2. Трубы (ГОСТ 3262—75) — обыкновенные и усиленные (см. табл. 2-2) —допускается применять в тепловых сетях после центрального теплового пункта (ЦТП) и внутренних систем отопления ($P_y \leqslant 10$; $T \leqslant 200$); легкие — только во внутренних системах. 3. Допускается применять на прямых участках при бесканальной прокладке водяных тепловых сетей трубы спирально сварные с двойным швом (ГОСТ 8698—74 *, группа А) из стали марки Вст-3сп5 без ограничения диаметра с параметрами теплоносителя $P_y \leqslant 25$; $T \leqslant 200$ (Информационное письмо № 09-111/21-94 от 03. 07. 72 г. и № 09-112/1580 от 25. 05. 73 г. ВГПИ Теплоэлектропроект). 4. Стали подразделены на группы А, В и Б согласно ГОСТ 380—71 и ГОСТ 1050—74.

Таблица 2-5

Технические характеристики стальных труб тепловых сетей

Условный диаметр D_y, мм	Наружный диаметр $D_н$, мм	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр $D_{вн}$, мм	Масса 1 м, кг	Площадь поперечного сечения стенки трубы, см²	Внутренний объем 1 м трубы, л	Момент инерции, см⁴	Момент сопротивления, см³	Площадь наружной поверхности 1 м трубы, м²
32	38	2,5	33	2,19	2,79	0,855	4,41	2,32	0,12
40	45	2,5	40	2,62	3,30	1,26	7,56	3,36	0,14
50	57	3,5	50	4,62	5,92	1,96	21,1	7,42	0,18
70	76	3,5	69	6,26	7,96	3,74	52,5	13,8	0,24
80	89	3,5	82	7,38	9,41	5,28	86,1	19,3	0,28
100	108	4,0	100	10,26	13,11	7,85	177	32,8	0,34
125	133	4,0	125	12,73	16,2	12,27	338	50,8	0,42
150	159	4,5	150	17,15	21,9	17,67	652	82	0,50
175	194	5,0	184	23,31	29,70	26,59	1 327	137	0,61
200	219	6,0	207	31,52	40,2	33,65	2 279	208	0,69
250	273	7,0	259	45,92	58,4	52,69	5 177	379	0,86
300	325	8,0	309	62,54	79,4	74,99	10 014	616	1,02
300	325	9,0	307	70,14	89,4	74,02	11 161	687	1,02

Продолжение табл. 2-5

Условный диаметр D_y, мм	Наружный диаметр $D_н$,	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр $D_{вн}$, мм	Масса 1 м, кг	Площадь поперечного сечения стенки трубы, см²	Внутренний объем 1 м трубы, л	Момент инерции, см⁴	Момент сопротивления см³	Площадь наружной поверхности 1 м трубы, м²
350	377	9,0	359	81,68	104	101,2	17 624	935	1,18
350	377	10,0	357	90,51	115	100,1	19 426	1 031	1,18
400	426	9,0	408	92,56	118	130,7	25 640	1 204	1,34
400	426	6,0	414	62,15	79	134,6	17 460	820	1,34
450	480	6,0	469	69,84	89	170,6	24 780	1 037	1,51
500	529	6,0	517	77,39	99	209,9	33 711	1 275	1,66
500	529	7,0	515	90,11	115	208,3	39 160	1 479	1,66
600	630	7,0	616	107,5	137	298	66 478	2 110	1,98
600	630	8,0	614	122,7	156	296	75 612	2 400	1,98
700	720	7,0	706	123,1	157	391	99 648	2 768	2,26
700	720	8,0	704	140,5	179	389	110 200	3 150	2,26
700	720	9,0	702	157.8	202	387	127 052	3 529	2,26
800	820	8,0	804	160,2	204	508	168 213	5 077	2,58
900	920	9,0	902	179,9	258	639	287 239	5 810	2,89
1000	1020	10	1000	199,7	317	788	404 638	7 934	3,20
1200	1220	11	1198	328	417	1127	784 192	12 857	3,83
1200	1220	14	1192	416,4	530	1116	998 063	16 364	3,83
1400	1420	11	1398	382,2	486	1520	$1{,}23 \cdot 10^6$	17 420	4,45
1400	1420	14	1392	485,4	618	1530	$1{,}57 \cdot 10^6$	22 170	4,45

2-2. Элементы соединений трубопроводов

Фланцевые соединения и заглушки. Фланцы устанавливаются на трубопроводах только в местах соединения арматуры или элементов тепловых сетей (грязевики, подогреватели, элеваторы и др.) — рис. 2-2—2-4.

Не рекомендуется применять фланцы из чугунного литья и фланцы свободные с буртом.

Выбор фланца производится по условному проходу (диаметру) трубы или арматуры D_y (ГОСТ 355—67) и условному давлению среды P_y (ГОСТ 356—68).

Присоединительные размеры фланцев одинаковых условных диаметров и давлений (наружный диаметр фланца D, диаметр по осям болтовых отверстий D_1, диаметр d и число этих отверстий n) выполняются одинаковыми для трубопроводов, арматуры и резервуаров (ГОСТ 1234—67).

Тип фланцев для присоединения трубопроводной арматуры должен соответствовать типу входных фланцев этой арматуры.

Фланцы на давление $P_y \leqslant 2{,}45$ МПа (25 кгс/см²) соединяются, как правило, болтами, на $P_y = 3{,}92$ МПа (40 кгс/см²) и 6,3 МПа (64 кгс/см²) — шпильками.

Заглушки (ГОСТ 12836—67) применяются с фланцами по ГОСТ 1255—67 (табл. 2-6), ГОСТ 12830—67, 12831—67, 12832—67 (табл. 2-7). В табл. 2-8 приведены характеристики фланцев по типовым деталям (ТД) сер. 4.903-10.

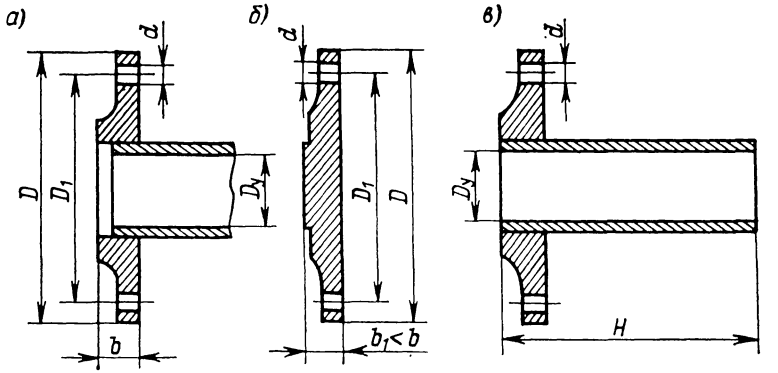


Рис 2-2. Заглушки (ГОСТ 12836—67), применяемые совместно с фланцами (ГОСТ 1255—67): *а* — фланец с соединительным выступом, стальной плоский приварной (ГОСТ 1255—67); *б* — заглушка с соединительным выступом, фланцевая (ГОСТ 12836—67); *в* — фланец стальной плоский приварной (ГОСТ 1255—67)

Отводы. Отводом называют деталь трубопровода с одним изогнутым углом (рис. 2-5, табл. 2-9 — 2-11).

Отводы служат для изменения направления трубопровода, а также для устройства П-образных, лирообразных и других ти-

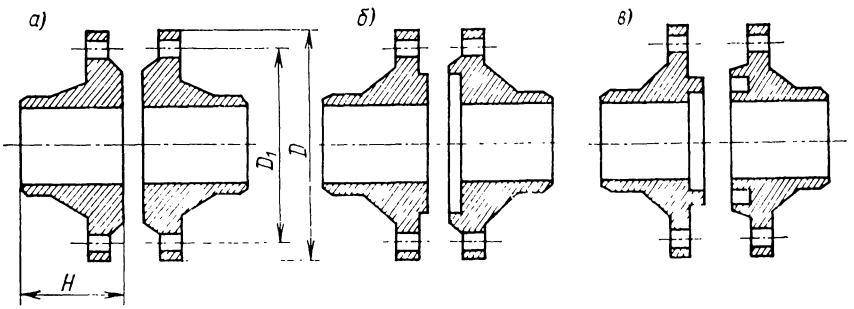


Рис. 2-3. Фланцы стальные, приварные встык: *а* — с соединительным выступом (ГОСТ 12830—67); *б* — с выступом или впадиной (ГОСТ 12831—67); *в* — с шипом или пазом (ГОСТ 12832—67)

пов гнутых компенсаторов. Преимущество отводов перед фасонными частями заключается в плавности перехода, создании меньшего гидравлического сопротивления теплоносителя (среды), в отсутствии лишних соединений. Они изготовляются глад-

ками, складчатыми, сварными с различным числом секторов, а также крутозагнутыми методом штамповки. Для гибких компенсаторов, поворотов и других гнутых элементов трубопроводов должны применяться крутоизогнутые отводы заводского изготовления с радиусом гиба не менее одного диаметра трубы. Допускается использовать нормально изогнутые отводы с радиусом гиба не менее 3,5 диаметра трубы. Для трубопроводов тепловых сетей с рабочим давлением теплоносителя до 2,16 МПа (22 кгс/см^2) и температурой до 350° С допускается делать сварные секторные отводы. Штампосварные и сварные секторные отводы разрешается использовать для теплоносителей всех параметров при условии их изготовления с внутренним подваром сварных стыков и 100%-ного контроля сварных соединений отводов ультразвуковой дефектоскопией или просвечиванием.

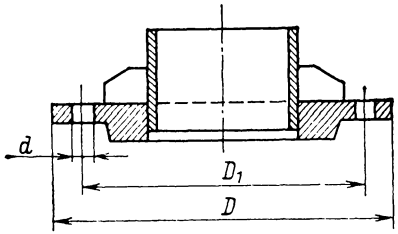


Рис. 2-4. Фланец плоский приварной с ребрами и патрубком Т105.00 по ТД сер. 4.903-10, вып. 1

Изготовлять детали трубопроводов из электросварных труб со спиральным швом не допускается.

Крутоизогнутые отводы допускается сваривать между собой без прямого участка. Вваривать отводы непосредственно в трубу без штуцера запрещается.

Кроме отводов, еще применяются утки, скобы и калачи.

Утка, или отступ,— деталь с двумя изогнутыми частями, обычно под углом 135°. Расстояние между центрами отогнутых концов трубы называется вылетом утки. Утки применяются в тех случаях, когда присоединяемая к трубопроводу деталь лежит не в одной плоскости с трубой, или при обходе препятствий.

Скоба — деталь с тремя изогнутыми углами. Центральный угол обычно равен 90°, а боковые — по 135°. Скобы используются для обхода других труб.

Калач — деталь, имеющая форму правильной полуокружности. Калач заменяет два отвода и применяется преимущественно для соединения двух нагревательных приборов, расположенных один под другим на подводках к приборам.

Переходы. Наряду с отводами на тепловых сетях применяются переходы, как симметричные — концентрические, так и несимметричные — эксцентрические (рис. 2-6, табл. 2-12 и 2-13).

Симметричные — концентрические — переходы устанавливаются на вертикальных и горизонтальных участках труб, а несимметричные — эксцентрические — только на горизонтальных участках труб и выравниваются по верху во избежание скопления воздуха и по низу — во избежание скопления конденсата.

Таблица 2-6

Фланцы (ГОСТ 1255—67) и заглушки (ГОСТ 12836—67)

Условный диаметр труб D_y, мм	Давление среды P_y, МПа (кгс/см²)													
	0,59 (6)							0,981 (10)						
	Размеры (рис. 2-2), мм			Масса, кг		Отверстия		Размеры (рис. 2-2), мм			Масса, кг		Отверстия	
	D	D_1	b	фланца	заглушки	d, мм	n	D	D_1	b	фланца	заглушки	d, мм	n
15	80	55	12	0,33	0,31	12	4	95	65	12	0,51	0,45	14	4
20	90	65	14	0,53	0,40			105	75	14	0,74	0,55		
25	100	75	14	0,64	0,51			115	85	14	0,89	0,67		
32	120	90	15	1,01	0,74	14		135	100	16	1,40	0,91	18	
40	130	100	16	1,21	1,02			145	110	18	1,71	1,24		
50	140	110	16	1,33	1,21			160	125	18	2,06	1,55		
65	160	130	16	1,63	1,54			180	145	20	2,80	2,04		
80	185	150	18	2,44	2,18	18		195	160	20	3,19	2,44		
100	205	170	18	2,85	2,75			215	180	22	3,95	2,97		8
125	235	200	20	3,88	4,30		8	245	210	24	5,40	4,69		
150	260	225	20	4,39	5,38			280	240	24	6,62	6,07	23	
200	315	280	22	5,89	8,22			335	295	24	8,05	9,09		
250	370	335	23	7,67	11,51		12	390	350	26	10,65	14,25		12
300	435	395	24	10,28	17,18			440	400	28	12,90	19,89		
350	485	445	25	12,58	21,84	23		500	400	28	15,85	31,94		16
400	535	495	28	15,20	30,28		16	565	515	30	21,56	44,93	27	
500	640	600	29	19,72	54,33			670	620	32	27,70	74,31		20
600	735	705	30	26,24	97,20	27	20	780	725	36	39,40	119,27	30	

Условный диаметр труб D_y, мм	Давление среды P_y, МПа (кгс/см²)													
	1,57 (16)							2,45 (25)						
	Размеры (рис 2-2), мм			Масса, кг		Отверстия		Размеры (рис. 2-2), мм			Масса, кг		Отверстия	
	D	D_1	b	фланца	заглушки	d, мм	n	D	D_1	b	фланца	заглушки	d, мм	n
15	95	65	14	0,61	0,43	14	4	95	65	16	0,70	0,43	14	4
20	105	75	16	0,86	0,55			105	75	18	0,98	0,55		
25	115	85	18	1,17	0,67			115	85	18	1,17	0,67		
32	135	100	18	1,58	0,91	18		135	100	21	1,77	0,91	18	
40	145	110	20	1,96	1,24			145	110	22	2,18	1,24		
50	160	125	22	2,58	1,55			160	125	24	2,71	1,55		
65	180	145	24	3,42	2,04			180	145	24	3,22	2,29		
80	195	160	24	3,71	2,44			195	160	26	4,06	3,2		
100	215	180	26	4,73	3,51		8	230	190	28	5,92	5,01	23	8
125	245	210	28	6,38	4,69			270	220	30	8,26	7,83		
150	280	240	28	7,81	6,99	23		300	250	30	10,12	10,95	27	
200	335	295	30	10,10	11,49		12	360	310	32	13,34	17,51	30	12
250	405	355	31	14,49	18,74	27		425	370	34	18,90	28,93		
300	460	410	32	17,78	29,58			485	430	36	23,95	42,00		
350	520	470	34	28,83	44,22		16	550	490	42	34,35	61,48	33	16
400	580	525	38	31,00	59,86	30		610	550	44	44,62	81,13		
500	710	650	48	57,01	102,69	33	20	730	660	52	67,30	140,22	40	20
600	840	770	50	80,30	161,98	40								

Примечание. Длина патрубка H для плоских приварных фланцев с $D_y = 15 \div 200$ мм приблизительно равна 155 мм; с $D_y = 350 \div 400$ мм $H \approx$ $\approx$ 235 мм; с $D_y = 450 \div 1600$ мм $H \approx 285$ мм.

Таблица 2-7

Фланцы (ГОСТ 12830—67, 12831—67, 12832—67)

Условный диаметр труб D_y, мм	Давление среды P_y, МПа (кгс/см²)						
	1,57 (16)						
	Размеры, мм (рис. 2-3)			Масса, кг		Отверстия	
	D	D_1	H	фланца	заглушки	d, мм	n
15	95	65	35	0,68	По ГОСТ 12 836—67	14	4
20	105	75	38	0,87			
25	115	85	40	1,05			
32	135	100	42	1,54		18	
40	145	110	45	1,85			
50	160	125	48	2,28			
65	180	145	50	3,19			
80	195	160	53	4,21			
100	215	180	53	4,90			8
125	245	210	60	6,25			
150	280	240	60	8,30		23	
200	335	295	61	11,79			
250	405	355	68	17,36		27	12
300	450	410	70	22,75			
350	520	470	73	32,04			16
400	580	525	79	43,00		30	
500	710	650	94	70,97		33	
600	840	770	95	99,30	161,98	40	20
800	1020	950	100	130,57	300,60	40	24
1000	1255	1170	115	203,30	542,16	46	28
1200	1480	1390	130	284,94	922,18	52	32

Продолжение табл. 2-7

Условный диаметр труб D_y, мм	Давление среды P_y, МПа (кгс/см²)						
	2,45 (25)						
	Размеры, мм (рис. 2-3)			Масса, кг		Отверстия	
	D	D_1	H	фланца	заглушки	d, мм	n
15	95	65	35	0,77	По ГОСТ 12 836—67	14	4
20	105	75	36	0,96			
25	115	85	38	1,18			
32	135	100	45	1,83		18	
40	145	110	48	2,18			
50	160	125	48	2,78			
65	180	145	53	3,71			8
80	195	160	55	4,44			
100	230	190	61	6,51		23	
125	270	220	68	9,27		27	
150	300	250	71	12,52			
200	350	310	78	17,44			12
250	425	370	78	24,40		30	
300	485	430	84	33,29			16
350	550	490	89	46,57		33	
400	610	550	104	64,81			
500	730	660	104	88,91		40	20
600	840	770	120	123,70	194,50	46	24
800	1075	990	140	213,90	409,07		
1000	—	—	—	—	—	—	—
1200							

Примечания: 1. Размеры и масса даны для фланцев по ГОСТ 12830—67, размер H и масса фланцев по ГОСТ 12831—67 и 12832—67 отличаются на 1—4%. 2. Заглушки по ГОСТ 12836—67 на P_y = 3,92 МПа (40 кгс/см²) применяются совместно с фланцами по ГОСТ 12830—67; заглушки с выступом по ГОСТ 12837—67 на P_y = 3,92 МПа (40 кгс/см²) и 6,3 МПа (64 кгс/см²) — совместно с фланцами по ГОСТ 12831—67.

Таблица 2-8

Фланцы по ГД сер. 4.903-10

Условный диаметр труб D_y, мм	Обозначение	Размеры, мм (рис. 2-4) D	D_1	d	n	Масса, кг	Обозначение	Размеры, мм (рис. 2-4) D	D_1	d	n	Масса, кг
	P_y = 0,59 МПа (6 кгс/см²)						P_y = 0,981 МПа (10 кгс/см²)					
700	—	—	—	—	—	—	Т106.03	895	840	30	24	84
800	—	—	—	—	—	—	Т106.04	1010	950			106
900	—	—	—	—	—	—	Т106.05	1110	1050	33	28	114
1000	—	—	—	—	—	—	Т106.06	1220	1160			130
1200	Т106.01	1400	1340	33	32	173	Т106.07	1455	1580	40	32	185
1400	Т106.02	1620	1560		38	210	Т106.08	1575	1590	46	36	263
	P_y = 1,57 МПа (16 кгс/см²)						P_y= 2,45 МПа (25 кгс/см²)					
660	—	—	—	—	—	—	Т106.15	840	770	40	20	101
700	Т106.09	910	840	40	24	94	Т106.16	950	875	46	24	127
800	Т106.10	1020	950		28	112	Т106.17	1075	990			162
900	Т106.11	1120	1050			125	Т106.18	1185	1090	52	28	199
1000	Т106.12	1255	1170	46		174	Т106.19	1315	1210	58		233
1200	Т106.13	1485	1390	52	32	259	Т106.20	1525	1420		32	274
1400	Т106.14	1685	1590		38	316	Т106.21	1750	1640	62	38	377

Примечание. Пример обозначения фланца: фланец 1000-16, Т106.12 D_y = 1000 мм, P_y = 1,57 МПа (16 кгс/см²).]

Переходы должны быть плавными, внезапное изменение диаметра трубопровода не допускается. Угол наклона поверхностей переходов не должен превышать 15°.

При подземной прокладке тепловых сетей переход от труб одного диаметра к трубам другого диаметра должен находиться в тепловой камере.

Конусные вставки или переходы могут быть штампованными для труб малых диаметров, коваными для труб средних диаметров и сварными для труб среднего и большого диаметров.

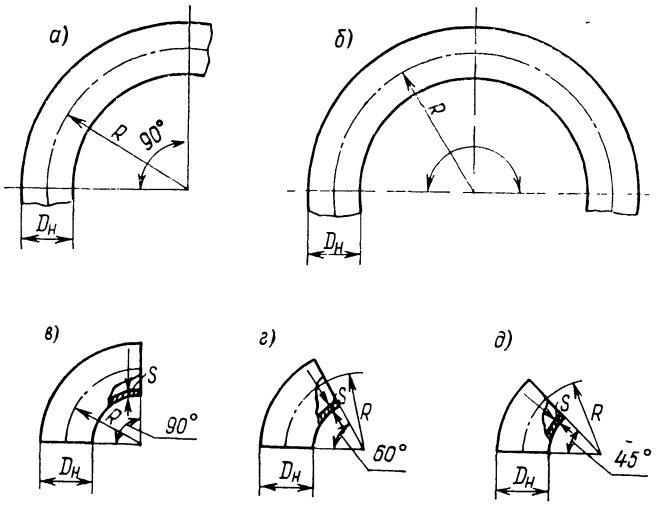


Рис 2-5 Отводы, гнутые из труб: *а* — с углом 90°; *б* — с углом 180° Отводы бесшовные крутоизогнутые *в* — с углом 90°; *г* — с углом 60°; *д* — с углом 45°

Размеры сварных «лепестковых» переходов, изготовленных из листовой стали путем вырезки секторов с последующей вальцовкой их на станках (рис. 2-6, *а*, *б*) приведены в табл. 2-12.

Для усиления в местах подсоединения ответвлений к основному трубопроводу применяются накладки (табл. 2-14, рис. 2-7).

Таблица 2-9

Отводы, гнутые из труб, на $P_у < 3{,}92$ МПа (40 кгс/см²)

Размеры, мм (рис. 2-5)								
$D_у$	$D_н \times S$	R	$D_у$	$D_н \times S$	R	$D_у$	$D \times S$	R
25	32×2,5	100	80	89×3,5	400	200	219×6	850
32	38×2,5	125	100	108×4	500	250	273×7	1000
40	45×2,5	180	125	133×4	500	300	325×8	1200
50	57×3	200	150	159×4,5	600	350	377×9	1500
65	76×3	300	175	194×5	750	400	426×9	1700

Примечание. Отводы, гнутые из труб, на $P_у < 3{,}92$ МПа (40 кгс/см²) изготовляются со следующими углами поворота: 15; 30; 45; 60; 90; 105; 120; 125; 150 и 180°. Пример обозначения отвода: «Отвод гнутый, 60°-159×4,5, Т54.00» (угол поворота 60°, $D_н = 159$ мм, $S = 4{,}5$ мм). (Чертежи гнутых отводов разработаны в ТД сер.4.903-10, вып. 1.)

Таблица 2-10

Отводы бесшовные крутоизогнутые

D_y, мм	R, мм	Условное обозначение (угол-$D_н \times S$)	Масса, кг	Условное обозначение (угол-$D_н \times S$)	Масса, кг	Условное обозначение (угол-$D_н \times S$)	Масса, кг
40	60	90- 45×2,5	0,3	60- 45×2,5	0,2	45- 45×2,5	0,1
50	75	57×3,5	0,5	57×3,5	0,4	57×3,5	0,3
65	105	76×3,5	1,0	76×3,5	0,7	76×3,5	0,5
80	120	89×3,5	1,4	89×3,5	1,0	89×3,5	0,7
100	150	108×4	2,4	108×4	1,8	108×4	1,2
125	180	133×4	3,8	133×4	2,5	133×4	1,8
150	225	159×4,5	6,1	159×4,5	4,1	159×4,5	3,0
200	300	219×6	14,8	219×6	9,0	219×6	7,4
250	375	273×7	27,0	273×7	18,0	278×7	15,5
300	450	325×8	44,0	325×8	29,5	325×8	22,0
350	525	377×10	74,8	377×10	49,8	377×10	37,3
400	800	426×9	87,2	426×9	58,1	426×9	43,6
500	500	530×10	110,5	530×10	67,1	530×10	50,4

Примечание. Отводы бесшовные крутоизогнутые изготовляются по МСН-120-69: диаметром $D_y = 40 \div 65$ мм на $P_y \leqslant 5{,}89$ МПа (60 кгс/см²); $D_y = 80 \div 400$ мм на $P_y \leqslant 3{,}92$ МПа (40 кгс/см²); $D_y = 500$ мм на $P_y \leqslant 2{,}45$ МПа (25 кгс/см²).

Штуцера и тройники. Штуцера и тройники применяются для установки арматуры и других деталей трубопроводов (рис. 2-8, табл. 2-15—2-17). Для их изготовления используются шаблоны. Тройники с патрубками равных диаметров ($D_н = d_н$) применя-

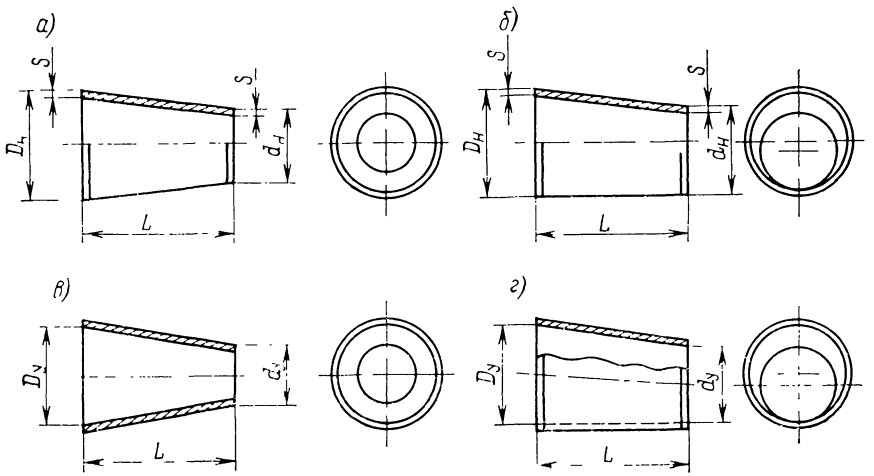


Рис 2-6 Переходы. *а* — концентрический, *б* — эксцентрический; *в* — сварной листовой симметричный, *г* — то же, несимметричный

Таблица 2-11

Отводы сварные (ТД сер. 4.903-10, вып. 1)

Наименование отводов	Условный диаметр D_y, мм	Обозначение при углах поворота						Пример обозначения отвода
		22°30′	30°	45°	60°	67°30′	90°	
Отводы сварные из бесшовных труб на $P_y = 3{,}92$ МПа (40 кгс/см²)	150—400	Т51.01—Т51.07	Т51.08—Т51.14	Т51.15—Т51.21	Т51.22—Т51.28	Т51.29—Т51.35	Т51.43—Т51.49	Отвод 45° - 219×6, Т51.17
Отводы сварные из сварных труб на $P_y = 1{,}57$ МПа (16 кгс/см²) из стали ВМст3сп	150—500	Т51.57—Т51.66	Т51.93—Т51.102	Т51.129—Т51.133	Т51.165—Т51.174	Т51.201—Т51.210	Т51.273—Т51.282	Отвод 45° - 325×7, Т51.132
	600—1400	Т51.68—Т51.90	Т51.104—Т51.127	Т51.140—Т51.163	Т51.176—Т51.199	Т51.212—Т51.235	Т51.284—Т51.292	Отвод 90° - 820×9, Т51.292
Отводы сварные из сварных труб на $P_y = 2{,}45$ МПа (25 кгс/см²) из стали ВМст3сп с толщиной стенки $S = 11 \div 18$ мм	600—1000	Т51.70—Т51.86	Т51.108—Т51.122	Т51.142—Т51.158	Т51.178—Т51.194	Т51.214—Т51.230	Т51.286—Т51.302	Отвод 60° - 630×11, Т51.178

Примечание. Сварные отводы диаметром $D_y = 150 \div 400$ мм применяются только при отсутствии крутоизогнутых.

Таблица 2-12

Переходы концентрические и эксцентрические (МСН 120—69)

Диаметры труб $D_у \times d_у$, мм	L, мм	Условное обозначение ($D_н \times S$-$d_н \times S$)	Масса, кг	Диаметры труб $D_у \times d_у$, мм	L, мм	Условное обозначение ($D_н \times S$-$d_н \times S$)	Масса, кг
50×40	60	КЭ57×3,5-45×2,5	0,3	200×125	140	К219×7-133×4	4,3
65×40	70	К76×3,5-45×2,5	0,4	200×150	140	КЭ219×7-159×4,5	4,7
65×50	70	КЭ76×3,5-57×3,5	0,4	250×150	180	К273×7-159×4,5	7,2
80×40	75	К89×3,5-45×2,5	0,5	250×200	180	КЭ273×7-219×7	6,9
80×50	75	КЭ89×3,5-57×3,5	0,5	300×200	180	КЭ325×10-219×8	12,4
80×65	75	КЭ89×3,5-76×3,5	0,5	300×250	180	КЭ325×9-273×7	11,9
100×50	80	К108×4-57×3,5	0,7	350×200	300	К377×10-219×8	19,9
100×65	80	КЭ108×4-76×3,5	0,8	350×250	300	КЭ377×10-273×9	23,6
100×80	80	КЭ108×4-89×3,5	0,9	350×300	300	КЭ377×10-325×10	25,3
125×65	100	К133×5-76×4	1,3	400×250	350	К426×11-273×9	32,8
125×80	100	К133×4-89×3,5	1,3	400×300	350	КЭ426×11-325×10	34,9
125×100	100	КЭ133×5-108×5	1,5	400×350	350	КЭ426×11-377×10	37,1
150×80	130	К159×4,5-89×3,5	2,0	400×250	350	К426×7-273×7	21,1
150×100	130	КЭ159×4,5-108×4	2,0	400×300	350	К426×7-325×6	22,4
150×125	130	КЭ159×4,5-133×4	2,3				

Примечание. Для обозначения концентрического перехода перед шифром ставят К, эксцентрического — Э. Примеры обозначения: переход концентрический К133×5-108×5, МСН 120—69 ($D_н$ = 133 мм, S = 5 мм); переход эксцентрический Э133×5-108×5, МСН 120—69 ($D_н$ = 108 мм, S = 5 мм).

Таблица 2-13

Переходы сварные листовые (ТД сер. 4.903-10, вып. 1)

Диаметры труб $D_y \times d_y$, мм	Размеры трубопроводов, мм			Переходы			
				симметричные		несимметричные	
	$D_н \times S$	$d_н \times S$	Длина L	Обозначение	Масса, кг	Обозначение	Масса, кг
450×200		219×6	620	Т57.42	43,6	Т57.203	44,2
250	480×7	273×7	500	43	37,0	204	37,5
300		325×7 и 8	380	44	30,5	205	29,4
350	480×8	377×8	270	45	22,5	206	22,3
400		426×6 и 7	140	46	12,0	207	17,0
500×250		273×7	610	Т57.51	49,3	Т57.212	51,7
300	530×7	325×7 и 8	490	52	42,3	213	41,0
350	8	377×9	380	53	34,3	214	35,0
400	9	426×6 и 7	250	54	24,0	215	23,0
450		480×7 и 8	130	55	13,0	216	14,0
600×300	630×6	325×7 и 8	730	Т57.56	71,3	Т57 217	68,4
350		377×9	670	57	68,0	218	64,3
600×400		426×6	490	Т57.58	52,3	Т57.219	50,3
450	630×7	480×6	360	59	40,6	220	44,4
500		530×6	250	60	28,6	221	30,4
600×300		325×7 и 8	720	Т57.66	110,3	Т57.227	100,5
350	630×10	377×9	610	67	98,4	228	96,3
400	630×11	426×7	480	68	82,5	229	84,2
450		480×7 и 8	360	69	65,5	230	65,7
500		530×8 и 9	250	70	48,3	331	45,6
700×350	720×7	377×9	550	Т57 71	81,4	Т57.232	85,3
400	6	426×6	700	72	80,8	233	78,0
450	7	480×6	570	73	69,1	234	81,5
500		530×6	450	74	57,1	235	55,0
700×600		630×6 и 7	220	Т57.75	29,7	Т57.236	31,0
700×350	720×8	377×9	830	76	114,0	237	115,0
700×400		426×6 и 7	690	Т57.77	100,8	Т57.238	101,5
450	720×9	480×6,7 и 8	570	78	98,3	239	87,2
500	720×10	530×6 и 7	450	79	71,0	240	72,0
600		630×8 и 9	240	81	40,5	242	40,5

Продолжение табл. 2-13

Диаметры труб $D_у \times d_у$, мм	Размеры трубопроводов, мм			Переходы			
				симметричные		несимметричные	
	$D_н \times S$	$d_н \times S$	Длина L	Обозначение	Масса, кг	Обозначение	Масса, кг
800×400			940	Т57.87	148,3	Т57.248	79,6
450	820×7	426×6	810	88	133,6	249	126,5
500	8	480×6	650	89	118,5	250	122,0
600	9		460	90	84,0	251	84,0
700			250	91	48,5	252	48,4
900×450		480×6	1040	Т57.102	148,5	Т57.263	143,3
500	920×8	530×6	920	103	137,0	264	139,4
600	9	630×6 и 7	690	104	109,0	265	111,3
700	10	720×7 и 8	480	105	81,0	266	77,5
800		820×7, 8 и 9	250	106	44,2	267	42,3
900×450		480×6 и 7	1030	Т57.107	185,0	Т57.268	140,6
500		530×6 и 7	910	108	170,0	269	125,4
600	920×11	630×8 и 9	690	109	138,0	270	104,3
700	920×12	720×9 и 10	480	110	100,3	271	103,0
800		820×10 и 11	250	111	57,8	272	54,3
1000×500		530×6	1150	Т57.117	226,5	Т57.278	253,0
600	1020×9	630×6 и 7	820	118	192,5	279	194,5
700		720×7	710	119	157,0	280	158,4
800	1020×10	820×7 и 8	480	120	111,3	281	128,0
900		920×8 и 9	250	121	61,0	282	70,0
1000×500		530×7 и 8	1140	Т57.127	313,0	Т57.288	287,4
600		630×8 и 9	910	128	265,0	289	244,0
700	1020×14	720×9, 10 и 11	710	129	218,0	290	200,3
800		820×11 и 12	480	130	155,2	291	142,5
900		920×12 и 14	250	131	87,0	292	75,0
1200×600		630×6 и 7	1390	Т57.137	389,6	Т57.298	389,5
700	1220×11	720×7 и 8	1180	138	346,5	299	299,5
800		820×8 и 9	850	139	284,2	300	250,5
1200×900	1220×12	920×8, 9 и 10	720	Т57.140	238,2	Т57.301	224,0
1000		1020×9, 10 и 11	490	141	154,3	302	141,2

Продолжение табл. 2-13

Диаметры труб $D_y \times d_y$, мм	Размеры трубопроводов, мм			Переходы			
				симметричные		несимметричные	
	$D_н \times S$	$d_н \times S$	Длина L	Обозначение	Масса, кг	Обозначение	Масса, кг
1200×600	1220×14	630×7	1370	Т57.142	450,5	Т57.303	414,0
700		720×8 и 9	1170	143	400,0	304	368,7
800		820×9 и 10	940	144	337,6	305	312,0
900		920×10 и 11	710	145	267,0	306	247,0
1000		1020×11 и 12	480	146	188,0	307	174,2
1400×700	1420×14	420×7 и 8	1530	Т57.152	620,2	Т57.313	675,4
800		820×8 и 9	1410	153	558,0	314	614,3
900		920×9 и 10	1180	154	487,0	315	514,0
1000		1020×9, 10 и 11	950	155	408,0	316	519,7
1200		1220×11 и 12	480	156	227,3	317	256,6

Примечание. Кроме указанных, изготовляются переходы сварные «лепестковые», обозначаемые Т58.01—Т58.234; их длина L и масса значительно превышают длину и массу сварных листовых. Рабочие чертежи переходов по ТД сер. 4.903-10, вып. 1.

ются для труб с условным проходом $D_y = 100 \div 1000$ мм, а с патрубками разных диаметров ($D_н > d_н$) — для труб $D_y = 400 \div 1000$ мм.

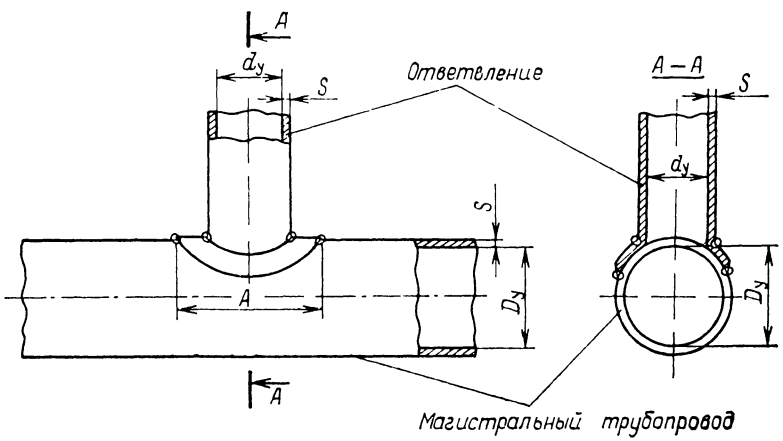


Рис. 2-7. Накладки

Таблица 2-14

Накладки для трубопроводов (рис. 2-7)

Характеристика трубопровода	Диаметр, мм		Обозначение накладки	A, мм	Масса, кг
	ответвления d_y	трубопровода D_y			
Трубы сварные, $P_y = 1{,}57$ МПа (16 кгс/см²)	100	500	Т94.089	200	1,0
		600	Т94.096		0,7
		700	097		
		800	Т94.098		0,9
		900	099		
	125	450	Т94.106	230	1,0
		500	Т94.107		1,2
		600	108		
		700	109		
		800	110		
		900	111		
		1000	Т94.112		1,0
		1200	113		
	150	400	Т94.133	250	0,8
		450	134		0,9
		500	Т94.134		1,3
		600	136		
		700	137		
		800	138		
		900	139		
		1000	Т94.140	260	
		1200	141		
	200	400	Т94.190	350	3,5
		450	Т94.191		2,4
		500	192		
		600	193		
		700	194		
		800	195		
		900	196		
		1000	197		
		1200	198		
		1400	199		

Продолжение табл. 2-14

Характеристика трубопровода	Диаметр, мм		Обозначение накладки	A, мм	Масса, кг
	ответвления d_y	трубопровода D_y			
Трубы сварные, P_y=1,57 МПа (16 кгс/см²)	250	400 450 500	Т94.207 208 209	420	3,5
		600 700	Т94.213 214	390	2,7
		800	Т94.215	450	5,3
		900 1000 1200	Т94.223 224 225		
		1400	Т94.219	590	5,7
	300	450 500	Т94.229 230	520	7,6
		600 700	Т94.232 234	490 529	6,1 7,1
		800 900 1000 1200 1400	Т94.237 238 239 240 241	490	6,1
	400	600 700 800 900	Т94.260 264 267 271	640 680 650 620	10,8 15,7 12,22 11,5
		1000 1200	Т94.275 282	650	14,1 13,5
		1400	Т94.286	700	18,8
	450	800 900 1000	Т94.292 295 299	720	17,3 24,2 16,6
		1200 1400	Т94.302 304	750	24,0 22,2

Продолжение табл. 2-14

Характеристика трубопровода	Диаметр, мм: ответвления d_y	Диаметр, мм: трубопровода D_y	Обозначение накладки	A, мм	Масса, кг
Трубы сварные, P_y=1,57 МПа (16 кгс/см²)	500	800	Т94.308	800	19,7
		900	311		22,5
		1000	Т94.316	780	22,5
		1200	319	820	27,1
		1400	321	840	30,0
	600	1000	Т94.325	950	33,3
		1200	329	920	37,9
		1400	330	950	42,0
	700	1400	Т94.334	1070	63,5
	800	1400	Т94.335	1180	96,8
Трубы сварные, P_y=2,45 МПа (25 кгс/см²)	40	400	Т94.031	80	0,1
	65	400	Т94.058	155	0,5
		450	059		
	80	400	Т94.072	150	0,7
		450	073		
		500	Т94.074		1,0
		600	075		
	100	400	Т94.087	200	1,0
		450	088		
		500	089		
		600	096		
		700	Т94.097		0,7
		1000	100		0,9
	125	200	Т94.102	230	0,8
		250	103		
		300	104		
		350	105		
		400	106		
		450	Т94.120		1,2
		500	121		
		600	108		
		700	109		
		800	110		
		1000	Т94.112	220	1,0

Продолжение табл. 2-14

Характеристика трубопровода	Диаметр, мм		Обозначение накладки	A, мм	Масса, кг
	ответвления d_y	трубопровода D_y			
Трубы сварные, P_y=2,45 МПа (25 кгс/см²)	150	200 250	Т94.127 128	260	1,0
		300 350	Т94.131 132		0,9
		400 450 500 600 700 800 900 1000	Т94.143 144 145 146 147 148 149 150		1,3
	200	300 350 400	Т94.187 188 189	350	2,7
		450 500	Т94.191 192		2,4
		600	Т94.203	390	3,7
		700 800	Т94.204 205		4,2
		900 1000	Т94.201 202		2,4
	250	350	Т94.206	390	3,5
		400	Т94.210	420	5,7
		450 500	Т94.211 212	450	
		600 700 800 900	Т94.226 221 222 223		5,3
		1000	Т94.224	420	

Продолжение табл. 2-14

Характеристика трубопровода	Диаметр, мм		Обозначение накладки	A, мм	Масса, кг
	ответвления d_y	трубопровода D_y			
Трубы сварные, P_y=2,45 МПа (25 кгс/см²)	300	600	Т94.233	520	8,9
		700 800	Т94.235 242		8,8
		900 1000	Т94.244 245	550	11,2 11,8
	400	600 700	Т94.262 265	640	16,5 17,1
		800 900 1000	Т94.268 272 277	600 650 700	18,5 17,5 27,8
	450	700 800 900 1000	Т94.290 293 297 300	750 720 760 750	22,2 24,2 24,4 28,0
	500	800 900	Т94.309 313	800	27,5
		1000	Т94.317	820	31,6
	600	1000	Т94.326	950	44,4
Трубы бесшовные, P_y=3,92 МПа (40 кгс/см²)	40	125 150 400	Т94.028 029 031	80	0,1
	50	125 150 200 250 300 350 400	Т94.042 043 045 046 047 048 049	100	0,2

Продолжение табл. 2-14

Характеристика трубопровода	Диаметр, мм		Обозначение накладки	A, мм	Масса, кг
	ответвления d_y	трубопровода D_y			
Трубы бесшовные, P_y=3,92 МПа (40 кгс/см²)	65	100 125 150 200 250 300 350 400	Т94.050 051 052 054 055 056 057 058	150	0,4
	80	125	Т94.065	170	0,6
		150 200 250	Т94.066 068 069		0,5
		300 350 400	Т94.070 071 072	190	0,7
	100	150	Т94.081	200	0,9
		200 250 300 350 400	Т94.083 084 085 086 087		1,0
	125	200 250 300 350 400	Т94.115 116 117 118 119	260	1,8
	150	250	Т94.129		1,5
		300 350 400	Т94.151 152 153		2,6

Примечание. Пример обозначения: 250/500-Т94.209 — накладка, ответвление 250, трубопровод D_y = 500, P_y = 1,57 МПа (16 кгс/см²); S — толщина стенки трубы.

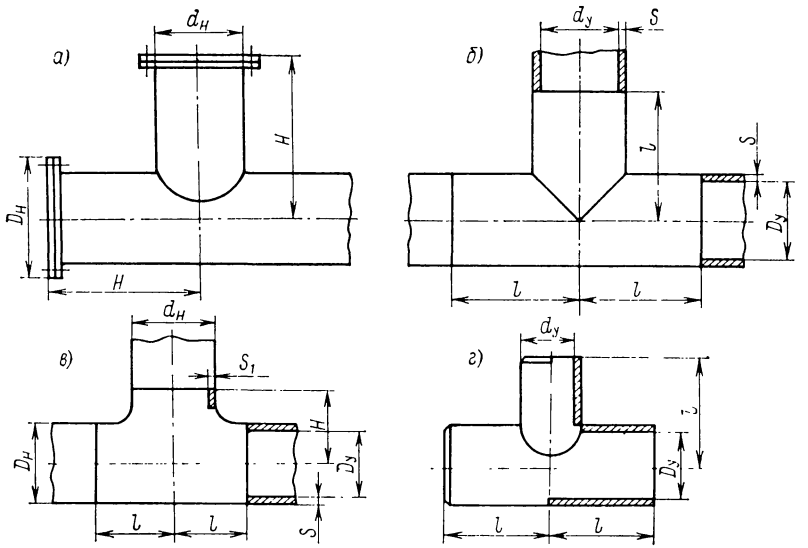


Рис. 2-8. Тройники: *а* — тройник-штуцер; *б* — равнопроходный сварной; *в* — переходный и равнопроходный бесшовный; *г* — разнопроходный

Минимальный размер H (в миллиметрах) штуцеров, служащих для установки арматуры, определяется по формуле

$$H = \frac{D_н + d_н}{2} + c,$$

Таблица 2-15

Тройники сварные равнопроходные (рис. 2-8, б)

$D_у = l$, мм	Для сварных труб при $P_у$, МПа (кгс/см²)				Для бесшовных труб при $P_у = 2{,}45$ и $3{,}92$ МПа (25 и 40 кгс/см²)	
	1,57 (16)		2,45 (25)			
	Обозначение	Масса, кг	Обозначение	Масса, кг	Обозначение	Масса, кг
250	—	—	—	—	Т96.062	42,7
300	—	—	Т96.063	68,8	063	68,8
350	—	—	—	—	064	114,0
400	Т96.019	85,0	Т96.037	112,0	065	165,0
450	020	119,0	038	165,0	—	—
500	021	162,0	039	237,0	—	—
600	022	198,0	040	374,0	—	—
700	023	450,0	041	557,0	—	—
800	024	586,0	042	801,0	—	—
900	025	835,0	043	1107,0	—	—
1000	026	1144,0	044	1588,0	—	—
1200	027	1512,0	—	—	—	—
1400	028	3126,0	—	—	—	—

Примечание. Пример обозначения: Т96.040 — тройник равнопроходный, $D_у = 600$ мм.

Таблица 2-16

Тройники бесшовные по МСН 120-69 при $P_у = 1{,}57 \div 3{,}92$ МПа ($16 \div 40$ кгс/см^2) (рис. 2-8, *в*)

Переходные					Равнопроходные				
$D_у \times d_у$, мм	Условное обозначение $D_н \times S - d_н \times S$, мм	l, мм	H, мм	Масса, кг	$D_у \times d_у$, мм	Условное обозначение $D_н \times S$, мм	l, мм	H, мм	Масса, кг
50×40	57×3,5-45×2,5	50	45	0,50	40×40	45×2,5	40	40	0,24
65×40	76×3,5-45×2,5	70	60	0,90	50×50	57×3,5	50	50	0,54
65×50	76×3,5-57×3,5	70	65	0,98	65×75	76×3,5	70	70	1,05
80×50	89×3,5-57×3,5	75	65	1,15	80×80	89×3,5	75	75	1,26
80×65	89×3,5-76×3,5	75	70	1,23	100×100	108×5	90	90	2,53
100×65	108×5-76×4	90	80	2,36	125×125	133×4	110	110	3,15
100×80	108×4-89×3,5	90	85	2,10	150×150	159×4,5	130	130	5,0
125×80	133×7-89×7	110	95	5,10	200×200	219×8	160	160	15,0
125×100	133×4-108×4	110	100	2,97	—	—	—	—	—
150×100	159×4,5-108×4	130	115	4,61	—	—	—	—	—
150×125	159×4,5-133×4	130	120	4,70	—	—	—	—	—
200×125	219×7-133×4	160	150	11,80	—	—	—	—	—
200×150	219×7-159×4,5	160	150	11,70	—	—	—	—	—

Примечание. Пример обозначения: тройник 159×4,5-108×4 по МСН 120-69 (переходный, $D_н = 159$ мм, $S = 4{,}5$ мм, $d_в = 108$ мм, $S = 4$ мм); тройник 159×4,5 по МСН 120-69 (равнопроходный, $D_н = 159$ мм, $S = 4{,}5$ мм).

Таблица 2-17

Тройники сварные разнопроходные (рис. 2-8, *г*)

Характеристика трубопровода	Диаметры труб $D_y \times d_y$, мм	Обозначение	l, мм	Масса, кг
Трубы сварные, $P_y = 1{,}57$ МПа (16 кгс/см²)	400×300	Т98.019	400	88,0
	400	020	450	126,0
	500×400	Т98.021	500	156,0
	450	022		170,0
	600×400	Т98.023		270,0
	450	024	600	274,0
	500	025		275,0
	700×500	Т98.026		416,0
	600	027	700	430,0
	800×500	Т98.028	800	599,0
	600	029		613,0
	700	030		692,0
	900×500	Т98.031	900	801,0
	600	032		845,0
	700	033		865,0
	800	034		890,0
	1000×600	Т98.035		1133,0
	700	036		1157,0
	800	037	1000	1178,0
	900	038		1212,0
	1200×600	Т98.039		1827,0
	700	040		1858,0
	800	041	1200	1877,0
	900	042		1912,0
	1000	043		1954,0
	1400×800	Т98.046		2932,0
	900	047		3031,0
	1000	049	1400	3072,0
	1200	050		3157,0

Продолжение табл. 2-17

Характеристика трубопровода	Диаметры труб $D_y \times d_y$, мм	Обозначение	l, мм	Масса, кг
Трубы сварные, $P_y = 2{,}45$ МПа (25 кгс/см^2)	300×250	Т98.174	300	65,2
	400×300	102	400	103,0
	450×300	Т98.103	450	149,0
	400	104		159,0
	500×300	Т98.105		211,0
	400	106	500	220,0
	450	107		227,0
	600×450	Т98.108		349,0
	500	109	600	353,0
	700×500	Т98.110	700	532,0
	600	111		536,0
	800×600	Т98.112	800	752,0
	700	113		776,0
	900×600	Т98.114	900	1017,0
	700	115		1038,0
	800	116		1068,0
	1000×400	Т98.141		1336,0
	450	142		1339,0
	500	143		1351,0
	600	144	1000	1366,0
	700	117		1457,0
	800	118		1483,0
	900	119		1513,0
	250×200	Т98.171	250	37,0
	300×200	Т98.173	300	63,7
	250	174		65,2
	350×200	Т98.176		86,0
	250	177	350	88,3
	300	178		94,9
	400×150	Т98.179		126,1
	200	181		120,1
	250	182		120,7
	300	183	400	128,7
	350	184		130,5

Примечание. Пример обозначения: Т98.118 — тройник разнопроходный, D_y 1000×800 ($D_y = 1000$ мм, $d_y = 800$ мм).

где $c = 50 \div 100$ мм.

Тройники равнопроходные, переходные бесшовные и сварные изготовляются из толстостенных труб (табл. 2-15, рис. 2-8).

2-3. Выбор типа присоединений

В зависимости от диаметра и толщины стенки трубы, условного давления и марки стали существуют следующие типы присоединений ответвлений к основному трубопроводу: приварка без усиления с разделкой концов по Т93.000; ввод ответвления внутрь основного трубопровода; с усиленным штуцером по Т91.00; с накладкой на трубопроводе по Т94.000; с тройниками

Таблица 2-18

Присоединение ответвлений Т90.000 (ТД сер. 4.903-10, вып. 1)

Условный диаметр основного трубопровода D_y, мм	Условный диаметр ответвлений d_y, мм, при					
	$P_y = 1{,}57$ МПа (16 кгс/см²)			$P_y = 2{,}45$ МПа (25 кгс/см²)		
	приварка без усиления	с накладкой	с тройником	приварка без усиления	с накладкой	с тройником
Сварные трубы						
15—150	15—150	—	—	—	—	—
175	15—175	—	—	—	—	—
200	15—200	—	—	—	—	—
250	15—250	—	—	—	—	—
300	15—300	—	—	—	—	—
400	15—125	150—250	300—400	15—32	40—250	300—400
450	15—100	125—300	400—450	15—50	65—250	300—450
500	15—80	100—300	400—500	15—65	80—250	300—500
600	15—80	100—400	450—500	15—65	80—400	450—600
700	15—80	100—300	400—700	15—80	100—450	500—700
800	15—80	100—300	600—800	15—100	125—500	600—800
900	15—80	100—500	600—900	15—125	150—500	600—900
1000	15—100	125—600	700—1000	15—100	125—350	400—1000
1200	15—100	125—600	700—1200	—	—	—
1400	15—150	175—800	900—1400	—	—	—
Бесшовные трубы						
15—50	15—50	—	—	15—50	—	—
65	15—65	—	—	15—40	—	65
80	15—80	—	—	15—50	—	65—80
100	15—100	—	—	15—50	65	80—100
125	15—100	—	125	15—32	40—80	100—125
150	15—100	—	125—150	15—32	40—100	125—150
175	15—100	125—150	175	15—25	82—100	125—175
200	15—100	125—150	175—200	15—40	50—125	150—200
250	15—100	125—175	200—250	15—40	15—150	175—250
300	15—100	125—200	250—300	15—40	50—150	175—300
350	15—100	125—250	300—350	15—40	50—150	175—350
400	15—100	125—250	300—400	15—32	40—125	150—400

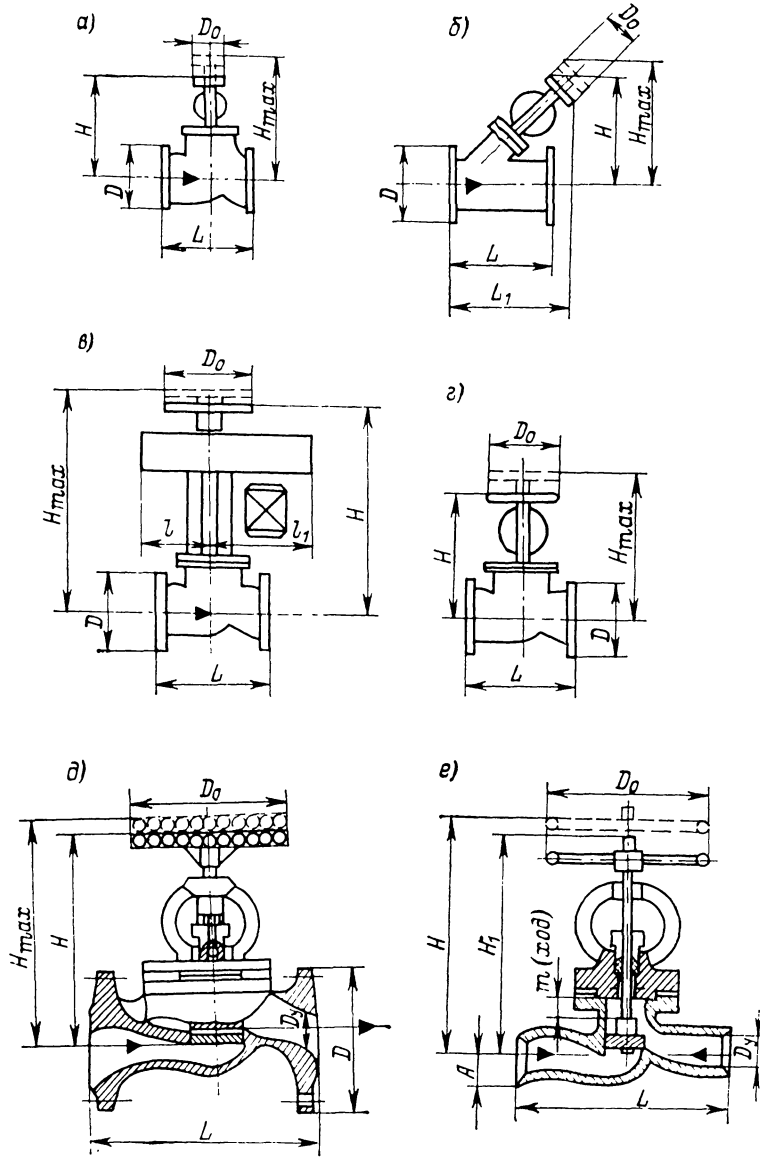


Рис. 2-9. Вентили: *а, б* — фланцевые стальные; *в, г, д* — фланцевые чугунные; *е* — бесфланцевый стальной

переходными по Т93.000 или равнопроходными по Т96.000. В табл. 2-18 указаны наиболее часто встречающиеся типы присоединений ответвлений Т90.000.

2-4. Трубопроводная арматура

Для выбора запорной арматуры (рис. 2-9 и 2-10) необходимо знать условный проход, условное давление и температуру рабочей среды, а также тип привода.

Запорная арматура не может устанавливаться и использоваться в качестве регулирующей арматуры. Для тепловых се-

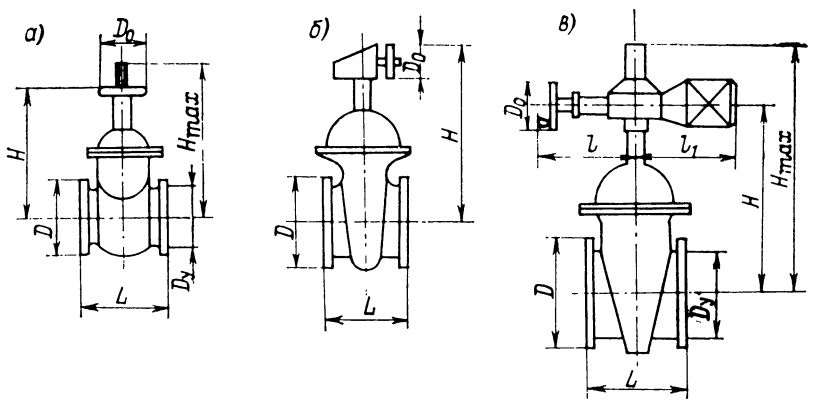


Рис. 2-10. Арматура запорная: *а* — задвижки стальные с ручным приводом; *б* — то же, с конической передачей; *в* — с электроприводом

тей преимущественно применяется стальная арматура. На паропроводах и водяных трубопроводах независимо от диаметра трубопровода с рабочим давлением $P_{изб} \leqslant 0{,}067$ МПа (0,7 кгс/см^2) и температурой рабочей среды до 115° С согласно правилам и СНиП допускается устанавливать арматуру из ковкого чугуна марки КЧ30-6 и выше (ГОСТ 1215—59) и из серого чугуна марки СЧ15-32 и выше (ГОСТ 1412—70). Запрещается использовать арматуру из серого чугуна на спускных линиях и в системах теплоснабжения с расчетной температурой ниже —10° С независимо от параметров теплоносителя и диаметров трубопроводов. Соединение чугунной арматуры с элементами трубопроводов тепловых сетей независимо от параметров диаметров и способов прокладок — фланцевое. Арматура (корпус, крышка, сальник и т. д.) имеет отличительные цвета окраски: из стали углеродистой — серый, из чугуна — черный, из стали кислотостойкой и нержавеющей — голубой. У арматуры из цветных сплавов окрашиваются только ее приводные устройства.

Таблица 2-19

Основные размеры арматуры для тепловых сетей по каталогу ЦКБА (изд. 1969 и 1972 г.)

Арматура фланцевая

Условный проход D_y, мм	Размеры, мм					Тип по каталогу: P_y, МПа (кгс см²); T, °С	Масса, кг	Расход материалов					Масса одной штуки (общая), кг
								Болт с гайкой		Фланец (2 шт) массой, кг	Прокладка (2 шт толщиной 1,5 мм)		
	L	D	H_{max}	H	$\frac{D_0}{l\ l_1}$			$d \times l \times n$	Масса, кг		$d_н\ d_в$	Масса, кг	
						Вентили (рис. 2-9, *а*—*д*)							
25	120	115	145	132	100	15кч19бр	2,7	М 16×56×8	0,6	2,1	68/25	0,01	5,41
32	140	135	148	135	100	15кч19п1	4,3	М 16×56×8	1,3	3,1	78/31	0,02	8,72
40	170	145	175	160	120	15кч19п2	5,8	М 16×55×8	1,3	3,7	88/38	0,03	10,83
50	200	160	188	169	140	1,57 (16) $T \leqslant 300$	8	М 16×60×8	1,35	4,56	102/49	0,037	13,95
32	180	135	223	210	120	15кч16бр	8	М 16×55×8	1,3	3,1	78/31	0,02	12,42
40	200	145	250	232	140	$T \leqslant 225$	11	М 16×60×8	1,35	3,7	88/38	0,03	16,08
50	230	160	250	232	140	15кч16нж	13,5	М 16×60×8	1,35	4,56	102/49	0,037	19,45
65	290	180	325	295	200	1,57 (16)	25	М 16×65×16	2,8	7,42	122/66	0,049	35,27
80	310	195	360	326	200	$T \leqslant 300$	32	М 16×70×16	2,85	8,88	138/78	0,061	43,79
25	200	135	292	272	160	15с27нж1	13	М 16×65×8	1,36	4,58	57/25	0,012	18,95
32	210	150	835	315	200	2,45 (25) $T \leqslant 300$	17,5	М 20×75×8	2,1	5,88	65/31	0,016	20,5
40	200	145	296	280	160		5,5	М 16×65×8	1,35	4,36	88/38	0,03	21,24
50	230	160	296	280	160	15с22нж	17,4	М 16×65×8	1,35	5,56	102/49	0,037	24,35
80	310	195	400	360	240	2,45 (25)	36	М 16×70×16	2,85	8,88	138/78	0,061	47,8
100	350	230	420	370	320	$T \leqslant 300$	50	М 20×80×16	5,29	13,02	162/96	0,08	68,4
125	400	270	502	445	320		75	М 24×90×16	8,71	18,82	188/121	0,11	102,64

Задвижки (рис. 2-10, *а*, *б*, *в*)

50	180	160	350	255	160	30ч6бр 0,981 (10) $T \leqslant 200$	18,4	М 16×55×8	1,3	4,52	102/49	0,037	14,26
80	210	195	440	350	160		29	М 16×60×8	1,35	7,34	138/78	0,061	37,75
100	230	215	515	405	200		39,5	М 16×65×16	2,78	9,4	158/96	0,074	51,75
125	255	245	635	495	240		58,5	М 16×70×16	2,85	13,42	188/121	0,098	74,87
150	280	280	720	560	240		77	М 20×70×16	3,91	16 34	212/146	0,11	97,36
200	330	335	900	695	280		125	М 20×75×16	5,1	26,22	268/222	0,12	156,44
250	450	390	1090	830	320		179	М 20×75×24	7,64	43,84	320/273	0,13	230,11
300	500	440	1285	975	360		253	М 20×80×24	7,93	52,14	376/325	0,17	313,24
50	250	175	480	415	280	30с76нжl 2,45 (25) $T \leqslant 300$	46	Фланцевое соединение 50-64/25 сборное		9,92	—	—	55,92
80	310	210	585	565			80	То же 80-64/25		15,76			95,76
100	300	230	675	540	280	ЗЛ11025сп1 2,45 (25) $T \leqslant 300$	74	М 20×75×16	14,11	13,02	162/96	1,08	92,21
250	450	425	1140	900	450		248,7	М 27×105×24	19,55	59,84	335/273	1,17	229,20
150	350	300	895	710	320		140	М 24×90×16	8,7	25,04	218/146	0,13	173,77
300	500	485	1410	1345	450 275/135	30с564нж 2,45 (25) $T \leqslant 300$	472	М 27×110×32	26,6	77,68	390/325	0,46	576,74
200	400	360	1040	820	450	30с64нж 3фс.200-25 000В 2,45 (25) $T \leqslant 300$	210	М 24×95×24	13,9	36,8	278/222	0,13	260,83

Продолжение табл. 2-19

Условный проход D_y, мм	Размеры, мм					Тип по каталогу; P_y, МПа (кгс/см²); T, °С	Масса, кг	Расход материалов					Масса одной штуки (общая), кг
								Болт с гайкой		Фланец (2 шт.) массой, кг	Прокладка (2 шт. толщиной 1,5 мм)		
	L	D	H_{max}	H	$\frac{D_0}{l\ l_1}$			$d \times l \times n$	Масса, кг		$d_н / d_в$	Масса, кг	
50	250	160	472	405	240	3КЛ2-40 2,45 (25) $T \leqslant 350$	30	М 16×65×8	1,34	4,94	88/49	0,025	36,33
80	310	195	600	505	240		45	М 16×70×16	2,85	8,54	121/78	0,04	46,43
100	350	230	712	605	400		70	М 20×75×16	3,05	12,54	150/96	0,06	85,65
150	450	300	940	770	400		133	М 24×90×16	8,7	23,8	204/146	0,09	165,59
200	550	375	1135	910	450		227	М 27×110×24	19,97	47,14	260/202	0,12	294,23
250	650	445	1300	1040	640		380	М 30×120×24	27,32	73,0	313/254	0,15	480,47
300	750	510	1640	1610	400		666	М 30×130×32	38,28	100,6	364/303	0,19	805,07
$\frac{400}{300}$	600	610	1900	1595	$\frac{560}{307/142}$	30с572нж 2,45 (25) $T \leqslant 300$	640	М 30×125×32	36,92	88,02	474/398	0,31	765/25
								Патрубок 426×225	—	41,66	—	—	681,66
500	700	730	1955	1500	$\frac{400}{820/788}$	30с927нж 2,45 (25) $T \leqslant 300$	1580	М 36×150×40	80,3	201,26	615/530	0,46	1862,02
600	800	840	1955	1500			2185	М 36×130×40	73,91	202	720/630	0,57	2461,48

800	1000	1075	2770	2000	400 820/788	30с927нж 2,45 (25) $T \leqslant 300$	4600	М 42×150×48	141,6	324	930/820	0,90	5066,5
1000 800	1900	1315	3835	3405	400 820/788	30с964нж 2,45 (25) $T \leqslant 300$	5200	Шпилька М 52×260×56 Гайка М52 с шайбой — 112 шт.	220,9 201,15	466 (с патрубком)	1140/1020	1,22	6089,27
1200	1400	1485	5110	4280	400	ЗКЛПЭ-16 1,57 (16) $T \leqslant 300$	7026	М 48×150×64	265,16	518 (с патрубком)	1325/1220	1,22	7810,38
500	1150	755	2940	2340	500 960/616	ЗКЛПЭ-40 2,45 (25) $T \leqslant 350$	2350	М 42×180×40	130,64	252	576/495	0,40	2733,04

Примечания. *К вентилям*: 1. Рабочее положение — любое в пределах верхней полуокружности. 2. Болты по ГОСТ 7798—70, материал марки ВСт3сп5 (ГОСТ 380—71). 3. Фланцы по ГОСТ 12830—67, материал марки ВСт3сп5 (ГОСТ 380—71). 4. Прокладка из паронита ПОН (для камер ПОН-Т) по ГОСТ 481—71.

К задвижкам: 1. Рабочее положение в пределах верхней полуокружности. 2. Задвижки 30с927нж, 30с964нж и ЗКЛПЭ-40 устанавливаются на горизонтальном трубопроводе электроприводом вертикально вверх, допускается установка задвижек горизонтально в положениях «на реборо» и «плашмя» при условии смазывания червячной пары и роликоподшипников густой смазкой и наличии опоры под электропривод. Задвижка ЗКЛПЭ по чертежу Т106.13—клиновая с выдвижным шпинделем, с электроприводом во взрывозащищенном исполнении, фланцевая. Рабочее положение на горизонтальном трубопроводе — электроприводом вертикально вверх. 3. Болты по ГОСТ 7798—70, материал ВСт3сп.5 (ГОСТ 380—71). 4. Шпильки по ГОСТ 9066—75, материал по ГОСТ 4543—71. 5. Фланцы по ГОСТ 12831—67, материал по ГОСТ 1050—74. 5. Прокладка из паронита ПОН по ГОСТ 481—71 (для арматуры в камерах ПОН-Т).

Арматура бесфланцевая **(рис. 2-9, *е*)**

Обозначение по каталогу (шифр)	Условный проход D_y, мм	P_y, МПа (кгс см^2)	T, °С	Размеры, мм							Масса, кг
				L	H	H_1	A	l	D_0	m (ход)	
Вентили											
Т-78 Т-107б	50	6,27 (63) 9,81 (100)	425 450	340	377		58		240	26,5	34,2
Т-96 Т-109б	100	6,27 (64) 9,81 (100)	425 450	540	710	—	122	—	450	63	121,6
Б-1с-7-1	80	6,27 (64)	425	380	472		89		400	70	65
—	25	9,81 (100)	450	200	286	262	—		160	24	12,3
	32			210	352	320			200	32	16,2
	40			225							16,5

Продолжение табл. 2-19

Обозначение по каталогу (шифр)	Условный проход $D_у$, мм	$P_у$, МПа (кгс см^2)	T, °С	Размеры, мм							Масса, кг
				L	H	H_1	A	l	$D_в$	m (ход)	
Задвижки											
Т-115б	150	9,81 (100)	450	450	858	—	165	—	640	130	254
Б-2с-6-2	200	6,27 (64)	425	650	890		205			245	380
Б-2с-6-3	250			550	776		170			185	273
Б-20-7-4	300	6,27 (64)	425	750	1030	750	205	300	500	245	468
Б-20-7-5	350			850						244	498
Б-2с-9-2	200	9,81 (100)	450	550	917	637	168	300	500	185	382
Б-2с-9-8	250			650	1030	750	205	300	500	245	480
Б-2с-9-4	300			750							530
В-780-Ц	400	3,92 (40)	570 (пар)	1000	1910	1505	345	378	430	640	1755
В-781-Ц	500										1783

Примечание. *К вентилям*: рабочее положение — любое в пределах верхней полуокружности. *К задвижкам*: с приводной головкой, с цилиндрической зубчатой передачей устанавливаются на горизонтальном трубопроводе шпинделем вверх.

Таблица 2-20

Типы запорных вентилей для обводных трубопроводов к задвижкам

Теплоноситель	Условный проход D_y, мм		Параметры теплоносителя P_y, МПа (кгс/см²), и T, °С				
	задвижки	обводного трубопровода	$1{,}57\ (16) \leqslant P_y \leqslant 2{,}45\ (25)$; $T \leqslant 300$	$2{,}45\ (25) \leqslant P_y \leqslant 3{,}92\ (40)$		$P_y = 6{,}27\ (64)$	$P_y \approx 7{,}84\ (80)$; $P_{раб} = 2{,}82\ (39)$
				$T \leqslant 400$	$T \leqslant 425$	$T \leqslant 425$	$T < 440$
Пар	200; 250; 300	25	15с27нж1		892		
Пар, вода	400	50	15с22нж 30с76нж1	15с22нж		Т-7б	Т-107б
	500; 600			ЗКЛ-2-40			
	800	80					
	1000	100	15с22нж ЗЛ11025сп1	—	—	—	—
	1200	125	15с22нж				

Примечание. На участках трубопроводов, где возможен обратный ход рабочей среды, рекомендуется вместо вентиля 15с22нж устанавливать задвижки.

В табл. 2-19 даны основные размеры арматуры для тепловых сетей.

Для задвижек на водяных тепловых сетях с $D_у \geqslant 350$ мм и на паровых сетях с $D_у \geqslant 200$ мм при давлении 1,57 МПа (16 кг/см^2) и более должны предусматриваться обводные тру-

Таблица 2-21

Характеристики электроприводов задвижек типов 30с927нж, 30с964нж, ЗКЛПЭ-16 и ЗКЛПЭ-40

Тип задвижки по каталогу	Условный проход $D_у$, мм	Тип электропривода	Электродвигатель		Время открывания или закрывания задвижки, мин
			Тип	Мощность, кВт	
30с927нж	500	87Г230	АОС2-42-4	7,5	1,6
	600				2
	800	87Д755			5,3
30с964нж	1000/800				2,6
ЗКЛПЭ-16	1200	ЭПВ-1000Г	АСВ-42-4	4,5	6,2
ЗКЛПЭ-40	500	ЭПВ-250	АСВ-43-4-Ф2	7	2

Примечания. 1. Пример условного обозначения задвижки 30с927нж с электроприводом в тропическом исполнении — 30с927нжТ. 2. Электроприводы задвижек ЗКЛПЭ-16 и ЗКЛПЭ-40 — во взрывозащищенном исполнении. 3. Напряжение силовой сети трехфазного переменного тока 220/380 В.

бопроводы с условным проходом запорной арматуры (разгрузочные байпасы) не менее указанного в табл. 2-20. Задвижки с $D_у \geqslant 500$ мм должны устанавливаться с электроприводом, характеристики которого приведены в табл. 2-21.

2-5. Компенсаторы

Для уменьшения напряжений, возникающих при нагреве трубопровода, применяются осевые и радиальные стальные компенсаторы (сальниковые, П- и S-образные и др.).

Сальниковые компенсаторы (табл. 2-22, рис. 2-11, *а*, *б*). Сальниковые компенсаторы по своей конструкции делятся на односторонние и двусторонние, которые состоят из корпуса и подвижного стакана. При наличии ответвлений и неподвижных опор длина корпуса конструктивно увеличивается.

Эти компенсаторы устанавливаются при подземной прокладке на трубопроводах диаметром $D_у \geqslant 100$ мм, при надзем-

ной прокладке на низких опорах — на трубопроводах $D_y \geqslant$ $\geqslant$300 мм с параметрами теплоносителя (вода и пар) $P_y \leqslant$ $\leqslant$2,45 МПа (25 кгс/см²) и $T \leqslant 300°$ С. Они изготовляются из толстостенных стальных труб или свариваются из листовой стали по типовым деталям ТД серии 4-903-10, вып. 1Т.1.00. В качестве сальниковой набивки применяются набивка марок АПП и ПА по ГОСТ 5152—77 и термостойкая резина марки 5168, гр. 8 по ТУМХП № 1169-51р.

П-образные компенсаторы. Широкое применение при монтаже трубопроводов тепловых сетей в основном до диаметра 100 мм нашли П-образные компенсаторы.

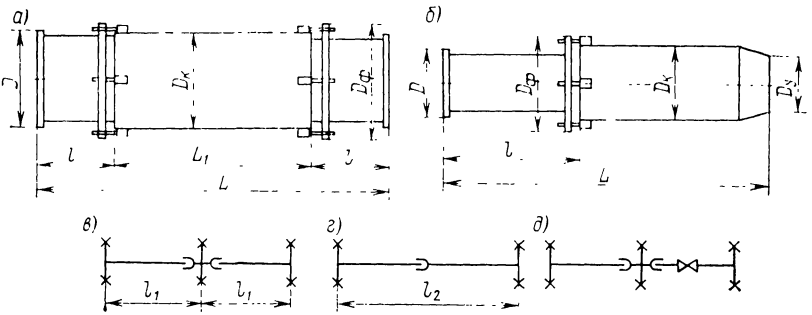


Рис 2-11 Компенсаторы стальные сальниковые: *а* — двусторонний, *б* — односторонний; *в, г, д* — схемы установки компенсаторов

Гнутые компенсаторы из труб (П- или S-образные и др.), а также повороты трубопроводов под углом от 90 до 120° (самокомпенсация) используются для компенсации тепловых удлинений трубопроводов независимо от параметров теплоносителя, способа прокладки и диаметров труб. Все части гнутых компенсаторов соединяются сваркой. Диаметр, толщина стенки и марка стали труб для гнутых компенсаторов должны быть такими же, как и для трубопроводов основных участков.

Расположение гнутых компенсаторов, как правило, горизонтальное. Подвижные опоры устанавливаются на расстоянии, равном двум-трем диаметрам трубы, считая от начала гнутых отводов (посредине прямых участков П-образного компенсатора, но не под сварными стыками). Максимальное расстояние между неподвижными опорами при бесканальной прокладке (табл. 2-23) можно принимать при условии прокладки в каналах прилегающих свободных плеч П-образного компенсатора на длине более 40 диаметров трубы с каждой стороны и заложения труб на глубине 0,7—1,5 м от верха. Максимальное расстояние от неподвижной опоры до компенсатора не должно быть более 60% предельного расстояния между неподвижными опорами.

Компенсаторы сальниковые (ТД сер. 4.903-10, вып. 1)

Условный диаметр $D_у$, мм	Компенсирующая способность, мм	Размеры, мм						Обозначение	Масса, кг	Обозначение	Масса, кг
		D	$D_к$	$D_ф$	L	L_1	l	при $P_у = 16$ МПа (1,57 кгс/см²)		при $P_у = 25$ МПа (2,45 кгс/см²)	
Односторонние ($D_у = 100 \div 1400$ мм)											
100 125	250	108 133	133 159	190 230	800 800	—	550	—	—	T1.01 T1.02	21 28
150 (175)		159 194	194 219	255 260	850 850		570			T1.03 T1.04	40 43
200	200	219	273	345	920		570			T1.05	82
	400				1320		570			T1.06	101
250	200	273	325	395	920		570			T1.07	106
	400				1380		570			T1.08	133
300	200	325	377	450	920		570			T1.09	133
	400				1380		570			T1.10	169

Продолжение табл. 2-22

Условный диаметр $D_у$, мм	Компенсирующая способность, мм	Размеры, мм						Обозначение	Масса, кг	Обозначение	Масса, кг
		D	$D_к$	$D_ф$	L	L_1	l	при $P_у = 16$ МПа (1,57 кгс/см²)		при $P_у = 25$ МПа (2,45 кгс/см²)	
(350)	200	377	426	500	930	—	570	—	—	T1.11	139
	400				1530		570			T1.12	159
400	300	426	480	550	1150		480			T1.13	186
	500				1550		680			T1.14	221
(450)	300	480	530	600	1150		480			T1.15	217
	500				1550		680			T1.16	256
500	300	530	578	690	1165		490	T1.17	281	T1.33	336
	500				1565		690	T1.18	327	T1.34	389
600	300	630	682	790	1180		490	T1.19	334	T1.35	419
	500				1580		690	T1.20	384	T1.36	491

Продолжение табл. 2-22

Условный диаметр $D_у$, мм	Компенсирующая способность, мм	Размеры, мм						Обозначение	Масса, кг	Обозначение	Масса, кг
		D	$D_к$	$D_ф$	L	L_1	l	при $P_у = 16$ МПа (1,57 кгс/см²)		при $P_у = 25$ МПа (2,45 кгс/см²)	
(700)	300	720	772	880	1182	—	490	Т1.21	438	Т1.37	492
	500				1582		690	Т1.22	509	Т1.38	578
800	300	820	874	990	1186		490	Т1.23	523	Т1 39	632
	500				1586		690	Т1.24	617	Т1 40	742
900	350	920	976	1090	1290		540	Т1.25	634	Т1.41	824
	600				1790		790	Т1.26	765	Т1.42	966
1000	350	1020	1080	1200	1300		540	Т1.27	743	Т1.43	1016
	600				1800		790	Т1.28	907	Т1.44	1206
1200	350	1220	1280	1400	1365		565	Т1.29	994	Т1.45	1428
	600				1865		815	Т1.30	1198	Т1.46	1696

Продолжение табл. 2-22

Условный диаметр D_y, мм	Компенсирующая способность, мм	Размеры, мм						Обозначение	Масса, кг	Обозначение	Масса, кг
		D	$D_к$	$D_ф$	L	L_1	l	при $P_y = 16$ МПа (1,57 кгс/см²)		при $P_y = 25$ МПа (2,45 кгс/см²)	
1400	350	1420	1486	1600	1575	—	565	Т1.31	1333	Т1.47	1843
	600				1875		815	Т1.32	1593	Т1.48	2182
Двусторонние ($D_y = 100 \div 800$ мм)											
100	2×250	108	133	190	1540	820	360	—	—	Т1.51	41
125		133	159	220						Т1.52	53
150		159	194	255	1590	850	870			Т1.53	78
(175)		194	219	280						Т1.54	84
200	2×200	219	273	345	1670	930	370			Т1.55	157
	2×400				2470	1330	570			Т1.56	193
250	2×200	273	325	395	1670	930	570			Т1.57	205
	2×400				2470	1330	570			Т1.58	256

Продолжение табл. 2-22

Условный диаметр $D_у$, мм	Компенсирующая способность, мм	Размеры, мм						Обозначение	Масса, кг	Обозначение	Масса, кг
		D	$D_к$	$D_ф$	L	L_1	l	при $P_у = 16$ МПа (1,57 кгс/см²)		при $P_у = 25$ МПа (2,45 кгс/см²)	
300	2×200	325	377	450	1670	930	370	—	—	Т1.59	270
	2×400				2470	1330	570			Т1.60	318
(350)	2×200	377	420	500	1740	1000	570			Т1.61	296
	2×400				2540	1400	570			Т1.62	330
400	2×300	426	480	550	2140	1180	480			Т1.63	355
	2×500				2940	1580	680			Т1.64	424
(450)	2×300	450	530	600	2160	1200	480			Т1.65	433
	2×500				2960	1000	680			Т1.66	492

Продолжение табл. 2-22

Условный диаметр $D_у$, мм	Компенсирующая способность, мм	Размеры, мм						Обозначение	Масса, кг	Обозначение	Масса, кг
		D	$D_к$	$D_ф$	L	L_1	l	при $P_у = 16$ МПа (1,57 кгс/см²)		при $P_у = 25$ МПа (2,45 кгс/см²)	
500	2×300	530	578	690	2260	1280	490	Т1.67	592	Т1.75	666
	2×500				3060	1680	690	Т1.68	642	Т1.76	771
600	2×300	630	682	790	2280	1300	490	Т1.69	658	Т1.77	828
	2×500				3080	1700	690	Т1.70	765	Т1.78	971
(700)	2×300	720	774	880	2230	1300	490	Т1.71	862	Т1 79	969
	2×500				3080	1700	690	Т1.72	1004	Т1.80	1138
800	2×300	820	876	990	2280	1300	490	Т1.73	1013	Т1.81	1240
	2×500				3090	1700	690	Т1.74	1235	Т1.82	1450

Примечания: 1. Компенсаторы с $D_у$, указанным в скобках, серийно не изготовляются. 2. $D_к$ и $D_ф$ — диаметры соответственно корпуса и фланца.

Таблица 2-23

Максимально допустимые расстояния (в метрах) между неподвижными опорами для трубопроводов с сальниковыми и П-образными компенсаторами ($P_{раб}$ = 1,57 МПа (16 кгс/см^2), t = 150° С)

Условный диаметр трубопровода $D_у$, мм	Компенсаторы			
	П-образные при канальной, воздушной и бесканальной прокладке	сальниковые		
		при канальной и воздушной прокладке (рис. 2-11, *в*)	при бесканальной прокладке	
			l_1 (рис. 2-11, *в*)	l_2 (рис. 2-11, *г*)
40 50	45	—	—	—
70	55	—	—	—
80	65	—	—	—
100		55	20	40
125	70		25	50
150	80	65	30	60
200	95		40	80
250		80	45	90
300			55	110
350	110	95		
400 450	120	110		
500	140		65	130
600 700	160	120	80	160
800 900				
1000			95	180

Таблица 2-24

Стяжки, устанавливаемые на сальниковых компенсаторах (рис. 2-12)

Условный диаметр компенсатора D_y, мм	Нормаль, тип, чертеж	Размер стяжки-квадрата, мм (ГОСТ 2591—71)	L, мм	Масса одной штуки, кг	Число, шт	Масса комплекта, кг	Длина шва сварки l, мм	Высота шва сварки h, мм
100	ПП-651	15×15	715	1,27	4	5,1	70	4
125 150	ПП-665 ПП-676		765 775	1,35 1,37	4	5,5		
200 250	ПП-687 ПП-700		780	1,38				
300	ПП-711		784					
350	ПП-722		880	1,56	4	6,2		
400	ПП-734		900	1,59	6	9,5	80	
500	ПП-748	18×18		2,29	6	13,7		6
600 700	ПП-761 МН2593-61	22×22	940 1090	3,57 4,14	6 8	20,0 33,1	100	
800	МН2593-61	24×24	1090	4,93	8	39,4		8
900	МН2593-61	28×28	1130	6,95	8	55,6	120	
1000 1200	МН2593-61 —	30×30 32×32	1130 1260	7,98 10,13	8 10	63,8 101,3		10
1400	—	36×36	1320	13,42	12	161,0	150	

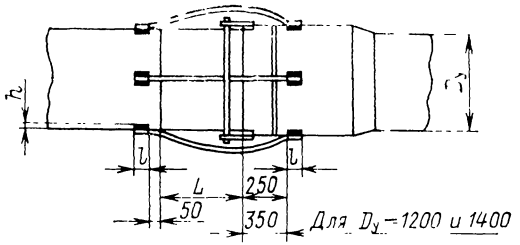


Рис. 2-12 Установка стяжек на сальниковых компенсаторах

В камерах тепловых сетей, на резервных вводах, сальниковые компенсаторы крепятся стяжками, размеры которых указаны на рис. 2-12 и в табл. 2-24.

2-6. Опоры трубопроводов

Для закрепления трубопроводов при температурных удлинениях применяются неподвижные (рис. 2-13—2-15) и подвижные опоры.

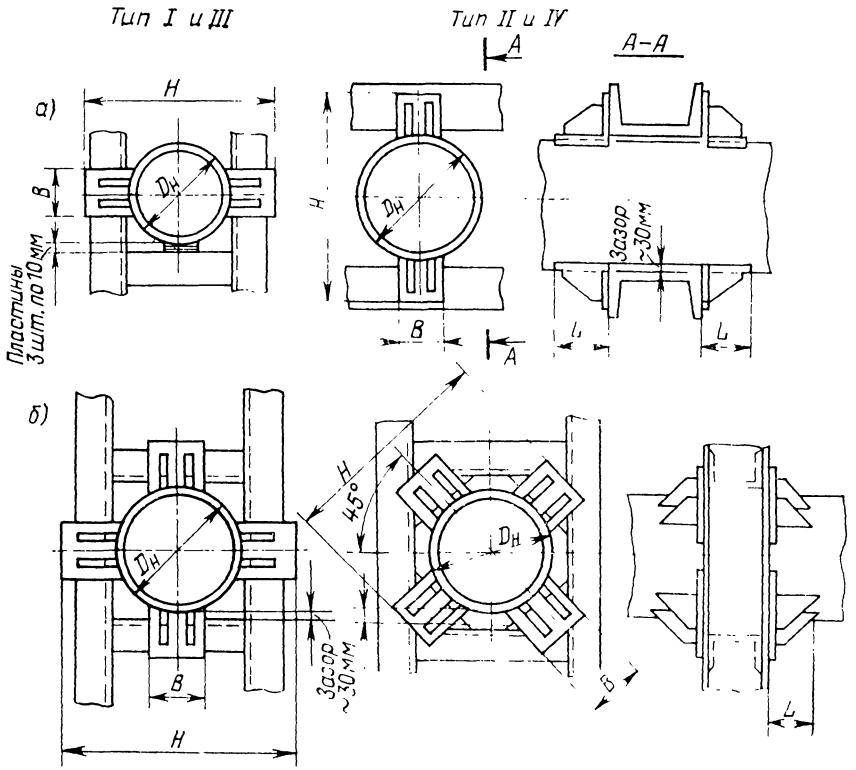


Рис 2-13 Опоры неподвижные лобовые. *а* — двухупорные, *б* — четырехупорные

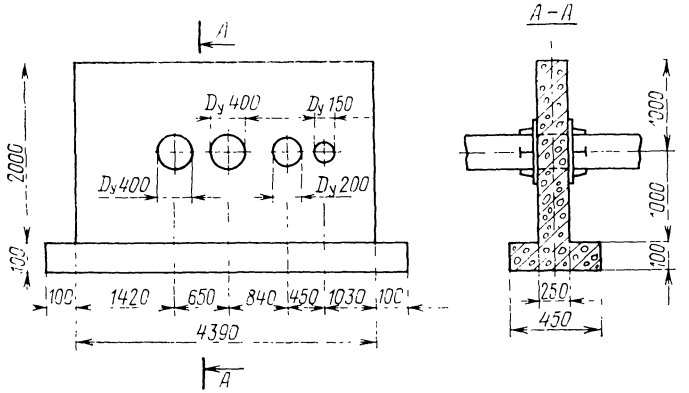


Рис 2 14 Щитовая неподвижная опора для четырех труб диаметром $D_у = 2 \times 400$, 200 и 150 мм

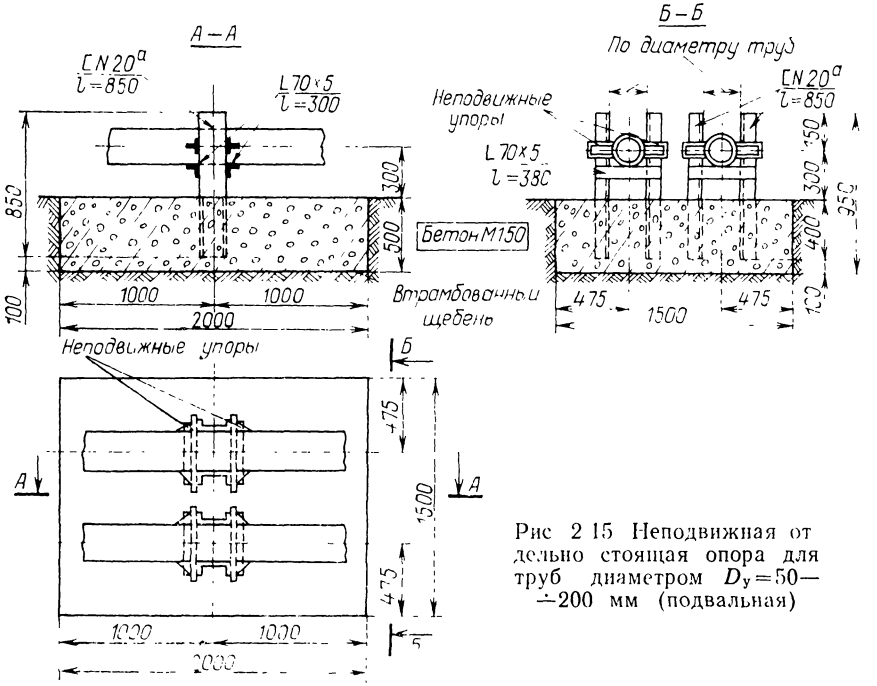


Рис 2 15 Неподвижная отдельно стоящая опора для труб диаметром $D_у = 50 - 200$ мм (подвальная)

Типовые щитовые железобетонные неподвижные опоры

Условный диаметр трубопровода D_y, мм	Сборные						Монолитные					
	Тип	Ширина, мм	Высота, мм	Толщина, мм	Объем железобетона марки 200, м³	Масса арматуры, кг	Тип	Ширина, мм	Высота, мм	Толщина, мм	Объем железобетона марки 200, м³	Масса арматуры, кг
50 50 80 100	НО-1-1	2000	1000	150	0,30	66	I	2000	1000	150	0,3	44
125 150	НО-1-2	2000	1000	150	0,30	71						
200 250	НО-2-1	2500	1500	200	0,75	167	II	2500	1500	200	0,73	88
300 350	НО-2-2	2500	1500	200	0,75	178						
400	НО-3-1	3500	2000	250	1,75	477						
450 500							III	3500	2000	250	1,67	298
600 700 800 900 1000	НО-3-2	3500	2000	250	1,75	487	IV	4500	2500	350	3,19	531

Примечания: 1. Металлические несущие конструкции опор изготовляются по МВН 1316-60 и МВН 1329-60. 2. Расчетное усилие на опору зависит от глубины ее заложения и приводится в рабочих чертежах.

Неподвижные опоры. Неподвижные опоры бывают хомутовые, упорные, на кронштейнах, пружинные, лобовые и т. д. Они устанавливаются согласно проекту при всех видах прокладки трубопроводов в местах ответвления, расположения задвижек, сальниковых компенсаторов и между компенсаторами.

Таблица 2-26

Неподвижные опоры трубопроводов

Наименование опор	Условный диаметр трубопровода D_y, мм	Обозначение по ТД сер. 4 903-10, вып. 1	Пример обозначения опоры
Лобовые двухупорные (тип I—IV)	100—1400	Т4.01—Т4.18	325-II Т4.07 или IVТ4.07
Лобовые двухупорные усиленные (тип I—VIII)	100—1400	Т6.01—Т6.33	530-VТ6-26
Лобовые четырехупорные (тип I-IV)	125—1400	Т5.02—Т5.18	630-IТ5.12
Лобовые четырехупорные усиленные (тип I—IV)	400—1400	Т7.09—Т7.18	720-IТ7.13
Щитовые (тип I—IV)	100—1400	Т8.01—Т8.26	219-IТ8.05
Щитовые усиленные (тип I—IV)	400—1400	Т9.09—Т9.20	400-IТ9.09
Хомутовые (тип I—IV)	100—1400	Т11.01—Т11.16	426-IТ.11.09

Примечания: 1. Рабочие чертежи неподвижных опор даны в ТД сер. 4.903-10, вып. 1. 2. Опоры могут воспринимать боковые усилия до 30% реально действующих осевых усилий, а опоры типов Т3.00 и Т11.00 боковые усилия не воспринимают. 3. Опоры типов III и IV — диэлектрические и отличаются от опор типов I и II только прокладкой паронита между опорами и несущими конструкциями.

При бесканальной прокладке применяются следующие опоры (табл. 2-25 и 2-26): стальные каркасные — в камерах, щитовые — между камерами. Строительная часть опор выполняется по отдельному проекту. Не рекомендуется устанавливать неподвижные опоры в местах проходов через фундаменты зданий, приямках, стенах камер и т. д. Из-за неправильного размещения опор, неверного выбора их конструкции, некачественного монтажа могут быть серьезные аварии.

Подвижные опоры. При канальной, подвальной и надземной прокладке трубопроводов, а также в местах углов поворотов и размещения П-образных компенсаторов устанавливаются подвижные опоры (табл. 2-27). В зависимости от способа про-

Таблица 2-27

Опорные подушки для канальной и подвальной прокладки тепловых сетей

Марка опоры	Условный диаметр трубопровода $D_у$, мм	Размеры опоры, мм			Объем железобетона на опору, м³	Масса		Расстояние между опорами, м
		Длина	Ширина	Высота		общая, т	стали, кг	
ОП-1	50—70	200	200	90	0,004	0,010	0,63	3,0
ОП-2	80—200		300		0,005	0,012		3,5; 4,0; 4,5; 5,0 6,0
ОП-3	250—300	400	400	90	0,015	0,037	1,54	7,0; 8,0
ОП-4	350—400	500	500		0,035	0,088	2,59	8,0; 8,5
ОП-5	450—500	550	650	140	0,050	0,125	5,68	9,0; 10,0
ОП-6	600	650	750		0,070	0,175	10,08	10,0
ОП-7	700—800	750	850		0,090	0,225	14,58	10,0
ОП-8	900	950	1100	300	0,310	0,775	28,67	10—12
ОП-9	1000	1100	1300		0,430	1,075	36,49	

кладки применяются опоры: скользящие по ГОСТ 14911—69, катковые по ГОСТ 14097—68 и подвесные по ГОСТ 16127—70, а также опоры по ТД сер. 4.903-10, вып. 1.

2-7. Люки смотровых колодцев и камер

Люки чугунные круглые изготовляются по ГОСТ 3634—61 двух типов: тип Т — люки тяжелые, устанавливаемые на проезжей части улицы; тип Л — люки легкие, устанавливаемые на тротуарах, на дорогах с движением транспорта ограниченного тоннажа (5 т) и на непроезжих местах. Диаметр лаза люков типов Т и Л — 600 мм. Для южных районов допускается изготовлять люки с диаметром лаза 500 мм, соответствующие всем остальным требованиям ГОСТ.

Масса люка типа Т: крышки — 72 кг, корпуса — 60 кг; типа Л: крышки — 32 кг, корпуса — 37 кг.

Корпуса и крышки люков отливаются из серого чугуна марки не ниже СЧ15-32 по ГОСТ 1412—70. Предельная испы-

Круглые железобетонные сборные колодцы (ГОСТ 8020—68)

Наименование элементов	Обозначение (марка)	Диаметр, мм		Толщина стенки, мм	Объем железобетона, м³	Высота, мм	Масса элемента, т
		$D_н$	$D_{вн}$				
Плиты днища	ПД10-1	1500	—	100	0,18	—	0,44
	ПД15-1	2000		120	0,38		0,94
	ПД20-1	2500		120	0,59		1,47
Кольца стеновые	КС7-1	840	700	70	0,05	290	0,13
	КС7-2				0,15	890	0,38
	КС10-1	1160	1000	80	0,16	590	0,40
	КС10-2				0,24	890	0,61
	КС15-1	1080	1500	90	0,27	590	0,67
	КС15-2	1680			0,40	890	1,00
	КС20-1	2200	2000	100	0,39	590	0,98
	КС20-2				0,59	890	1,47
	КС20-3				0,69	1190	1,97
Кольца опорные	КО7-1	840	580	70	0,02	—	0,05
Плиты перекрытия	ПП10-1	1160	700/150	150	0,10	—	0,25
	ПП15-1	1680	700/400		0,27		0,68
	ПП15-2		700/200				
	ПП20-1	2200	700/650		0,49		1,23
	ПП20-3		700/200				

Примечания. 1. В марке размер изделий по внутреннему диаметру указан в дециметрах. 2. В стб. $D_{вн}$ (внутренний диаметр) в знаменателе приведено смещение центра отверстия лаза по отношению к центру плиты перекрытия.

тательная нагрузка люков типа Т должна быть не менее 147 кН (15 тс), т. е. соответствовать нагрузке от утяжеленного автомобиля (нагрузка класса Н-18) с учетом динамического коэффициента. Предельная испытательная нагрузка люков типа Л должна быть не менее 29,4 кН (3 тс), т. е. соответствовать нагрузке от пятитонного автомобиля без учета динамического коэффициента.

На перифленой части наружной стороны люка отлиты буквы Т или Л, обозначающие тип люка, а также начальные буквы наименования городских инженерных сетей, на которых установлен люк. В дренажных колодцах устанавливаются круглые люки, снабжаемые для спуска скобами или приставными лестницами. В табл. 2-28 даны характеристики круглых сборных железобетонных колодцев.

Люки прямоугольные чугунные размером 900×900 мм применяются в камерах, в которых установлены задвижки или сальниковые компенсаторы диаметром не более 700 мм. В камерах с компенсаторами диаметром свыше 700 мм используются сварные монтажные люки размером 900×1000 и 1000×1500 мм или съемные плиты.

2-8. Прокладочные, уплотнительные и строительные материалы и изделия

Паронит. Паронит изготовляется по ГОСТ 481—71 из асбеста, каучука и наполнителя и поставляется в виде листов толщиной (в миллиметрах) 0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,5; 2; 3 и более.

Таблица 2-29

Строительные материалы

Материал	Объемная масса 1 м³, кг	Материал	Объемная масса 1 м³, кг
Бетон с гравием или каменным щебнем	2000—2200	Грунт глинистый в рыхлом состоянии	1500
Бетон с кирпичным щебнем	1800	Грунт песчаный	1500—1800
Ячеистый бетон (газобетон, пенобетон)	400—800	Асфальт	1800
Железобетон	2400	Камень бутовый	1600
		Камень мостовой (брусчатка)	2700—2800
Цемент россыпью	1300	Кирпич красный	3500—3750 (тыс. шт.)
Гравий	1800—2000	Раствор цементный	2000
Песок	1400—1800	Цемент в бочках	1700
Щебень из естественного камня породы средней прочности	1600	Лес хвойный круглый сырой	850
		Лес пиленый хвойный полусухой	550
То же, мягкой породы	1450	Минеральная вата	100—200
		Сталь прокатная	7800

Таблица 2-30

Основные типы сборных железобетонных каналов для тепловых сетей (рис. 2-16)

Условный диаметр трубопровода $D_у$, мм	Обозначение (марка) канала	Размеры канала, мм				Общий объем сборного железобетона (марки 300) на 1 м канала, м³	Масса стали на 1 м канала, кг	Число типоразмеров сборных элементов	Минимальная и максимальная масса сборных элементов, т	Монтажная схема
		внутренние номинальные		наружные						
		ширина A	высота H	ширина A	высота H					
25—50	КЛ60-30	600	300	850	440	0,157	9,7	2	0,5—0,7	*а*
70—80	КЛ60-45	600	450	850	600	0,177	10,2		0,5—0,9	
100—150	КЛ90-45	900	450	1150	630	0,253	18,8		0,9—1,1	
	КЛ60-60	600	600	850	750	0,203	13,4		0,5—1,1	
175—200	КЛ90-60	900	600	1150	780	0,260	19,3		0,9—1,3	
250—300	КЛ120-60	1200		1450		0,373	33,9		1,1—1,6	
350—400	КЛ150-60	1500		1800	850	0,540	47,7		1,6—2,4	
	КЛ210-60	2100		2400	890	0,854	80,0		2,9—3,5	
25—32	КНЖМ-0	500	300	950	430	0,176	9,5		0,1—0,7	
450—500	КЛс90-90	900	900	1060	1070	0,260	28,3	1	1,1	*б*
	КЛс120-90	1200	900	1400	1070	0,413	46,5		1,6	
	КЛс150-90	1500		1740		0,586	59,3		2,2	

Продолжение табл. 2-30

Условный диаметр трубопровода $D_у$, мм	Обозначение (марка) канала	Размеры канала, мм				Общий объем сборного железобетона (марки 300) на 1 м, канала, м³	Масса стали на 1 м канала, кг	Число типоразмеров сборных элементов	Минимальная и максимальная масса сборных элементов, т	Монтажная схема
		внутренние номинальные		наружные						
		ширина *A*	высота *H*	ширина *A*	высота *H*					
600—700	КЛс120-120	1200	1200	1400	1370	0,460	49,5	1	1,7	*б*
	КЛс150-120	1500		1740	1470	0,646	62,8		2,4	
	КЛс210-120	2100		2380	1470	0,940	99,8		3,5	
50—70	КНЖМ-I	750	410	890	570	0,194	20,8		0,5	
80—150	КНЖМ-II	1000	510	1140	690	0,270	26,2		0,7	
200—250	КНЖМ-III	1250	650	1390	830	0,330	39,6		0,8	
300—350	КНЖМ-IV	1500	810	1640	990	0,400	44,8		1,0	
400	КНЖМ-V	1600	910	1740	1090	0,430	64,1		1,1	
450—500	КНЖМ-VI	2100	1100	2260	1330	0,650	90,3		1,6	
600	КНЖМ-VII	2800	1250	3080	1570	1,200	160,0		2,2	
600—700	СК-700	—	—	—	—	—	—	—	—	*в*
450—800	КС90-90	900	900	1380	1090	0,420	52,9	3	0,5—1,7	
	КС120-90	1200		1680	1090	0,540	64,3		0,5—1,9	
	КС150-90	1500		1980	1110	0,643	76,0		0,5—2,2	
	КС210-90	2100		2580	1180	0,946	107,0		0,5—3,2	

Продолжение табл. 2-30

Условный диаметр трубопровода D_y, мм	Обозначение (марка) канала	Размеры канала, мм				Общий объем сборного железобетона (марки 300) на 1 м канала, м³	Масса стали на 1 м канала, кг	Число типоразмеров сборных элементов	Минимальная и максимальная масса сборных элементов, т	Монтажная схема
		внутренние номинальные		наружные						
		ширина *A*	высота *H*	ширина *A*	высота *H*					
450—800	КС90-120	900	1200	1680	1390	0,574	69,7	3	0,9—1,7	*в*
600	КС120-120 КС150-120	1200 1500	1200	1680 1980	1390 1410	0,633 0,736	81,2 92,7	3	0,9—1,9 0,9—2,2	*г*
700 800 900	КС210-120 КС300-150 КС360-180	2100 3000 3600	1200 1500 1800	2580 3610 4300	1480 1950 2280	1,04 1,67 2,35	124,3 218,0 277,0		0,9—3,2 1,4—2,5 2,0—3,6	
1000	КС420-210 —	4200 4000	2100 1950	4940 5000	2640 2550	2,88 2,92	358,0 461,0		2,4—4,5 2,1—2,9	

Примечание. Схемы размещения трубопроводов в каналах не приводятся, так как зависят от числа трубопроводов, конструкции изоляции и расположения теплосети (прямые участки, углы поворотов, компенсационные ниши). Для двухтрубных систем с армопенобетонной изоляцией — см. рис. 2-16.

Размер листов от 300×400 до 1200×1700 мм. Паронит используется в качестве прокладок для сред воды, пара при температуре до 450° С и давлении до 4,9 МПа (50 кгс/см²). Прокладки из паронита перед установкой пропитываются цилиндровым маслом и обмазываются графитом.

Льняная прядь. Льняная прядь применяется в качестве уплотнительного материала для цилиндрической трубки, резьбы трубопроводов горячей воды с температурой ниже 100° С. Для этой цели используются длинноволокнистые сорта льна. Льня-

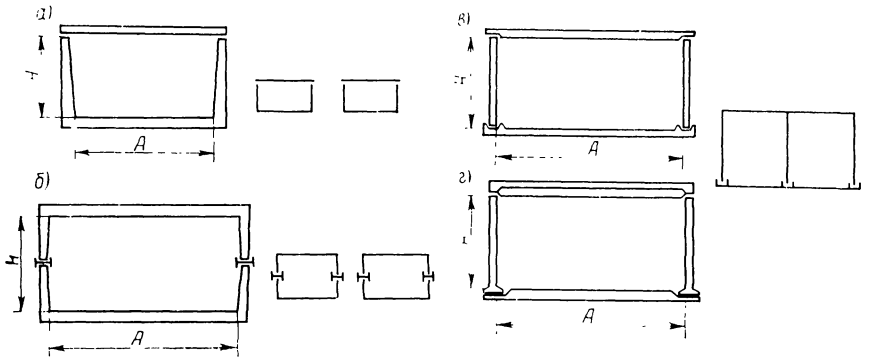


Рис 2-16 Сборные каналы для тепловых сетей: *а* — тип КЛ, *б* — тип КПжм и КЛс, *в*, *г* — тип КС (справа показаны схемы сборки парных каналов)

ная прядь пропитывается свинцовым суриком, замешанным на натуральной олифе.

В табл. 2-29 и 2-30 приведены данные соответственно по строительным материалам и сборным железобетонным каналам для тепловых сетей (см. также рис. 2-16).

2-9. Камеры

По трассе теплопроводов в местах установки их оборудования (отключающая, спускная и воздушная арматура, компенсаторы, опоры и т. д.) применяются сборные монолитные железобетонные сооружения — камеры (табл. 2-31).

Крышки люков камер должны открываться только специальными крючками.

Запрещается спуск воды из трубопроводов непосредственно в камеру. Дно камеры должно дренироваться с нулевой отметки с установкой гидрозатвора. На всех ответвлениях трубопроводов в камере устанавливается отключающая арматура. Присоединение ответвлений снизу трубопровода не допускается. Переход труб одного диаметра к трубам другого диаметра должен находиться в пределах тепловой камеры.

Таблица 2-31

Сборные железобетонные камеры для тепловых сетей

Размеры камер внутренние (наружные), м	Высота, м		Общий объем сборного железобетона (марки 300), м³	Масса стали арматуры и закладных частей, кг		Число составляющих элементов, шт.	Минимальная и максимальная масса составляющих элементов, т
	внутренняя	наружная		всего	на 1 м³ железобетона		
1,8×1,8 (2,1×2,1)	1,8	2,13	2,67	545	204	4	1,6—1,8
	2,6	2,80	3,32	632	190	5	
	3,3	3,55	4,09	686	168	6	
	4,0	4,26	4,79	773	162	7	
	4,7	4,97	5,49	860	157	8	
2,6×2,6 (2,86×2,85)	1,8	2,11	4,81	912	190	3	3,5—4,8
	2,0	2,31	5,23	998	191	3	3,8—4,8
	3,3	3,61	7,04	1341	205	4	
	4,6	4,91	8,85	1684	190	5	
3,0×3,0 (3,26×3,26)	1,8	2,13	6,12	1294	211	3	4,8—5,2
	2,0	2,31	6,50	1451	223	3	4,8—6,0
	3,4	3,71	8,75	1868	214	4	
	4,8	5,11	11,00	2285	207	5	
2,5×4,0 (2,87×4,32)	2,2	3,02	10,19	2166	213	8	1,5—5,0
	4,4	5,23	15,31	3778	246	12	
4,0×4,0 (4,32×4,32)	1,8	2,67	11,60	2610	225	10	2,5—3,3
	2,2	3,02	13,86	2748	198	10	2,9—5,0
	4,4	5,23	20,12	4568	227	14	
4,0×5,5 (4,32×5,75)	2,2	3,02	17,56	4380	250	12	3,0—5,0
	4,4	5,23	24,92	6684	268	16	
4,0×7,0 (4,32×7,19)	2,2	3,02	21,36	5500	260	14	3,0—5,8
	4,4	5,23	29,92	8334	278	18	

Примечание. В табл. 2-31 приведены камеры, используемые в Ленинграде. Намечается выпуск унифицированных камер по типовому проекту серии 903-4-11.

Таблица 2-32

Основные технические данные насосов

Марка насоса	Производительность, м³/ч	Полный напор, м	Скорость вращения колеса, об/мин	Рекомендуемая мощность электродвигателя, кВт	Диаметр рабочего колеса, мм
Насосы отопительно-циркуляционные (для воды с температурой до 90° С)					
ЦНИПС-10	2—8—12—16	2,5—1,9—1,3—0,5	1450	0,25	—
20	2—10—16—22	2,4—2,25—1,8—1,1			
ПРОИ-5	10	2,5			
7	17	2,8			
12	25	3,0	2880	1,7	
15	30	3,3			
20	38	3,4			
Центробежные насосы типа К (для воды с температурой до 105° С)					
1 1/2К-6	6—11—14	20—17—14		1,7	128
6а	5—9—13	16—14—11		1,7	115
6б	4—9—13	12—11—9	2900	1,0	105
2К-6	10—20—30	34—31—24		4,5	162
6а	10—20—30	28—25—20		2,8	148
2К-6б	10—20—25	22—18—16		2,8	132
9	11—20—22	21—18—17		2,8	129
9а	10—17—21	16—15—13		1,7	118
9б	10—15—20	13—12—10		1,7	106
3К-6	30—45—70	62—57—44		14—20	218
6а	30—50—65	45—37—30		10—14	192
9	30—45—54	34—31—27		7.0	168
9а	25—85—45	24—22—19	2900	4,5	143
4К-6	65—90—135	98—91—72		55	272
6а	65—85—125	82—76—62		40	250
8	70—90—120	59—55—43		28	218
8а	70—90—109	48—43—37		20	200
12	65—90—120	37—34—28		14	174
12а	60—85—110	31—28—23		14	163
18	60—80—100	25—22—19		7	148
18а	50—70—90	20—18—14		7	136
6К-8	110—140—190	36—36—31		28	328
8а	110—140—180	30—28—25		20	300
8б	110—140—180	24—22—18	1450	20	275
12	110—160—200	22—20—17		14	264
12а	95—150—180	17—15—12		10	240

Продолжение табл. 2-32

Марка насоса	Производительность, м³/ч	Полный напор, м	Скорость вращения колеса, об/мин	Рекомендуемая мощность электродвигателя, кВт	Диаметр рабочего колеса, мм
8К-12	220—280—340	32—29—25	1450	40	315
12а	200—250—290	26—24—21		28	290
18	220—285—360	20—18—15		20	268
18а	200—260—320	17—15—12		20	250
Центробежные насосы типа НДС (средненапорные для воды с температурой до 100° С)					
6НДС	216—300—330 216—250—800	80—70—64 69—66—60	2950	100 75	242 230
12НДС	900—1080—1260	70—68—64 60—58—54	1450	270 225	460 430
14НДС	1260—1620—1800 1080—1260—1620	96—90—86 78—76—68		500 410	540 510
18НДС 20НДС 22НДС	2000—2736 2600—3600 3800—4800	66—57 80—67 99—87	960	520 800 1350	700 765 860
24НДС	4300—7000	90—75	750	1600	990
Центробежные насосы типа НДВ (высоконапорные для воды с температурой до 100° С)					
4НДВ	150—180 126—150—180	104—97 94—90—84	2950	75 55	280 265
5НДВ 6НДВ	150—180—250 250—325—360	40—38—31 54—49—46	1450	40 75	350 405
8НДВ	540—720	94—89 84—76		240 220	525 500
Центробежные насосы типа Д (для воды с температурой до 105° С)					
10Д-6	400—500—600	70—65—57	1450	135	465
6а	380—480—580	58—54—46		115	432
12Д-6	650—820—930	97—88—82		300	546
9	600—780—950	61—57—50		170	432
14Д-6	850—1250—1700	137—125—100		650	660
6а	800—1100—1500	90—107—115		510	610

Марка насоса	Производительность, м³/ч	Полный напор, м	Скорость вращения колеса, об/мин	Рекомендуемая мощность электродвигателя, кВт	Диаметр рабочего колеса, мм
20Д-6	1450—1950—2300	107—100—89	970	900	855
6а	1350—1750—2160	93—88—76		750	745
Центробежные насосы типов М и ЗВ (многоступенчатые, высоконапорные для воды с температурой до 100° С)					
14М-12×4	700—1000—1200	350—294—240	1450	1200	540
28М-12×2	2200—3000—3600	230—200—172	980	2730	890
2а	2000—2700—3400	200—174—144		2150	825
2б	1800—2500—8100	170—150—125		1680	760
10НМК×2	800—1000	204—182	1450	650	590
2а	720—900—1000	170—150—140		540	545
ЗВ-200×2	290—400—540	120—108—86		175	445
2а	270—860—600	107—99—78		150	420
2б	250—350—480	92—63—64		125	350
4	250—400—540	240—216—172		350	445
4а	270—360—500	214—197—156		300	420
4б	250—350—480	185—166—128		250	390
Центробежные насосы типа СД (горячеводные для воды с температурой до 180° С)					
10СД-6	490	67	1450	135	415
12СД-6	790	90	1480	320	
9		60		170	
14СД-6	1260	123		600	455
9	1200	67		320	490
18СД-13	2500	189	2980	1600	415
Конденсатные насосы типов КС и КСД (для воды с температурой до 120° С)					
5КС-5×2	35—50—65	61—59—54	1450	20	310
2а	30—40—50	39—38—35		10	348
5КС-5×4	36—50—60	121—115—109	1480	40	300
4а	32—45—55	98—93—88		28	270
4б	30—40—50	77—74—68		20	240

Продолжение табл. 2-32

Марка насоса	Производительность, м³/ч	Полный напор, м	Скорость вращения колеса, об/мин	Рекомендуемая мощность электродвигателя, кВт	Диаметр рабочего колеса, мм
8КСД-5×3	80—119—140	128—125—120		100	380
3а	75—100—130	102—101—96	1470	75	340
3б	70—95—120	84—82—79		55	310
8КСД-10×3	85—160	62—41		40	240
3а	75—115—148	50—42—34	1480	28	216
3б	65—110—130	38—32—27		20	192
10КСД-9×3	234	57		75	—
10КСД-5×3	160—220—280	123—120—115	960	185	565
3а	130—180—240	88—86—81		110	475

Нельзя устанавливать задвижки непосредственно у опоры с выносом сальникового компенсатора в другую камеру. Иначе силы, возникающие при температурных удлинениях, будут передаваться на задвижку. Между трубой и ригелем направляющей и неподвижной опор в период монтажа устанавливается набор пластин высотой не более 30 мм с последующим снятием их перед пуском теплопровода в эксплуатацию.

2-10. Насосы

Перемещение воды по трубам и необходимый напор воды у потребителя обеспечиваются, как правило, центробежными насосами с электрическим приводом.

При отсутствии электроэнергии применяются паровые насосы или иногда центробежные с двигателями внутреннего сгорания. В зависимости от назначения насосы подразделяются на питательные, сетевые (циркуляционные), подпиточные, конденсатные, рециркуляционные, подкачивающие.

Основные технические данные насосов, выпускаемых заводами СССР и применяемых в теплофикационных системах, приведены в табл. 2-32 и 2-33.

2-11. Водоподогреватели

На тепловых станциях, в промышленных и коммунальных котельных установках и в тепловых пунктах потребителей вода нагревается до требуемой температуры в водоподогревателях.

Таблица 2-33

Технические характеристики насосов типа СЭ

Характеристика	Марка насоса				
	СЭ 500-70	СЭ 800-55	СЭ 800-100	СЭ 1250-45	СЭ 1250-70
Расход воды, м³/ч	500	800		1250	
Напор, м	70	55	100	45	70
Допускаемый кавитационный запас, м, не менее	10	5,5		7,5	
Рабочее давление на входе, МПа (кгс/см²), не более	1,57 (16)	1,078 (11)	1,57 (16)	1,078 (11)	
Температура перекачиваемой воды, °С, не более	180				
К. п. д., %, не менее	82	81	80	82	
Мощность, кВт	120	150	275	185	295
Расход воды на охлаждение уплотнений и подшипников ($P \leqslant 0{,}34$ МПа (3,5 кгс/см²), $t \leqslant 33°$ С), м³/ч	3				
Электродвигатель:					
тип	АОЗ-315S-2	АЗ-315S-2	АЗ-400L-4	АОЗ-400S-4	АЗ-400L-4
мощность, кВт	160		315	200	315
напряжение, В	380/660			6000	
скорость (синхронная), об/мин	3000			1500	
Масса, кг:					
насоса	1034	1514	3035	2125	1621
агрегата	2592	2315	4951	4369	3602

Продолжение табл. 2-33

Характеристика	Марка насоса				
	СЭ 1250-140	СЭ 2500-60	СЭ 2500-180	СЭ 5000-70	СЭ 5000-160
Расход воды, $м^3/ч$	1250	2500		5000	
Напор, м	140	60	180	70	160
Допускаемый кавитационный запас, м, не менее	7,5	12	28	15	40
Рабочее давление на входе, МПа ($кгс/см^2$), не более	1,078 (11)	1,127 (11,5)	0,98 (10)	0,588(6)	0,98 (10)
Температура перекачиваемой воды, °С, не более	180			120	
К. п. д., %, не менее	82	86	84	87	
Мощность, кВт	580	475	1460	1095	2505
Расход воды на охлаждение уплотнений и подшипников ($P \leqslant 0{,}34$ МПа (3,5 $кгс/см^2$), $t \leqslant 33°$ С), $м^3/ч$			3		2
Электродвигатель:					
тип	А12-52-4	А312-41-4	2АЗМ-1600	ДДП-116/49-4	2АЗМ-2500
мощность, кВт	630	500	1600	1250	2500
напряжение, В			6000		
скорость (синхронная), об/мин	1500		3000	1500	3000
Масса, кг:					
насоса	4141	3770	2277	5 220	4 870
агрегата	7707	6415	8530	12 900	15 310

Таблица 2-34

Характеристики и размеры водоводяных подогревателей

Типоразмер	Число, шт., и длина, мм, трубок	Площадь поверхности нагрева, м²	Площадь проходных сечений, мм²		Эквивалентный диаметр сечения между трубками, мм	Наибольшие расходы воды, т/ч		Диаметр подогревателя, мм	Длина подогревателя с калачами, мм
			по трубкам	между трубками		через трубки	через корпус		
Мосэнерго № 3	7×4000	1,32	1 080	4 000	26,1	10/6	35/21	89	4432
4	12×4000	2,25	1 850	5 500	23,7	17/10	50/20	108	4450
6	31×4000	5,84	4 770	1 500	23,7	43/25	100/60	159	4525
8	55×4000	10,34	8 460	1 300	25,0	76/45	190/110	216	4600
10	88×4000	16,6	3 540	2 100	24,6	120/72	290/173	267	4717
12	140×4000	26,4	1 530	6 300	23,4	190/110	420/250	325	4770
ВВП-50	4×4000	0,75	610	1 600	12,9	5,5/3,3	15/9	57	4330
60	7×4000	1,32	1 080	1 810	13,1	10/6	16/9,6	70	4410
80	12×4000	2,26	1 850	2 840	13,1	17/10	35/21	89	4410
100	19×4000	3,58	2 920	5 000	15,5	26/16	45/27	114	4580
150	37×4000	6,95	5 680	1 700	19,8	50/30	105/63	168	4670
ВВП-200	69×4000	13,0	10 770	18 280	21,4	95/57	160/96	219	4740
250	121×4000	22,8	18 600	28 400	14,6	165/100	250/150	273	4930
300	170×4000	32,1	26 200	40 700	17,0	240/144	365/220	325	5040
МВН 2050-29	37×2046	3,38	05 070	12 200	21,2	46/27	110/66	168	2682
30	37×4086	6,84	05 070	12 200	21,2	46/27	110/66	168	4722
31	69×2045	6,30	09 350	19 800	19,3	84/50	178/107	219	2877
32	69×4036	12,75	09 350	19 800	19,3	84/50	178/107	219	4917
33	109×2046	9,93	14 700	30 800	20,1	132/80	276/166	273	3035
34	109×4086	20,13	14 700	30 800	20,1	132/80	276/166	273	5075
35	151×2046	13,73	20 400	44 600	20,8	184/110	400/240	325	3187
36	151×4086	27,86	20 400	44 600	20,8	184/110	400/240	325	5227

Продолжение табл. 2-34

Типоразмер	Число, шт., и длина, мм, трубок	Площадь поверхности нагрева, м²	Площадь проходных сечений, мм²		Эквивалентный диаметр сечения между трубками, мм	Наибольшие расходы воды, т/ч		Диаметр подогревателя, мм	Длина подогревателя с калачами, мм
			по трубкам	между трубками		через трубки	через корпус		
МВН 2052-21	4×2046	0,38	660	1 160	15	5,9/3,5	10/6	57	2369
22	4×4086	0,77	660	1 160	15	5,9/3,5	10/6	57	4409
23	7×2046	0,67	1 160	1 810	13,1	10/6	16/9,7	70	2424
24	7×4086	1,35	1 160	1 810	13,1	10/6	16/9,7	70	4464
25	12×2046	1,15	1 980	2 870	13,4	18/11	26/15,5	89	2463
26	12×4086	2,32	1 980	2 870	13,4	18/11	26/15,5	89	4503
27	19×2046	1,80	3 140	5 000	15,5	28/17	45/27	114	2528
28	19×4086	3,66	3 140	5 000	15,5	28/17	45/27	114	4568
29	37×2046	3,53	6 120	12 200	21,2	55/33	110/66	168	2682
30	37×4086	7,14	6 120	12 200	21,2	55/33	110/66	168	4722
МВН 2052-31	69×2046	6,58	11 400	19 800	19,3	102/62	178/107	219	2877
32	69×4086	13,3	11 400	19 800	19,3	102/62	178/107	219	4917
33	109×2046	10,4	18 000	30 800	20,1	162/97	280/166	273	3035
34	109×4086	21,0	18 000	30 800	20,1	162/97	280/166	273	5075
35	151×2046	14,3	25 000	44 600	20,8	225/135	400/240	325	3187
36	151×4086	29,1	25 000	44 600	20,8	225/135	400/240	325	5227

Примечание. Наибольший расход воды дан в числителе при скорости 2,5 м/с, в знаменателе — при скорости 1,5 м/с.

По способу нагрева воды водоподогреватели можно разделить на две группы: смешивающие и поверхностные (табл. 2-34 и 2-35).

Поверхностные подогреватели получили наибольшее распространение; в них тепло от первичного теплоносителя передается

Таблица 2-35

Замена снятых с производства водоподогревателей МВН на подогреватели по ОСТ

Марка водоподогревателей, снятых с производства	Площадь поверхности нагрева, м²	Марка действующих конструкций подогревателей	Площадь поверхности нагрева, м²
МВН-1436-01	4,54	11 (ОСТ 34-531—68)	6,3
02	7,18	01 (ОСТ 34-531—68)	9,5
03	8,09	01 (ОСТ 34-532—68)	9,5
04	9,39	01 (ОСТ 34-532—68)	9,5
05	19,9	02 (ОСТ 34-532—68)	17,2
06	30,6	04 (ОСТ 34-532—68)	32
МВН-1437-01	9,15	01 (ОСТ 34-531—68)	9,5
02	14,5	02 (ОСТ 34-531—68)	17,2
03	16,35	13 (ОСТ 34-531—68)	16
04	19	14 (ОСТ 34-531—68)	21,2
		03 (ОСТ 34-532—68)	24,4
05	40,5	04 (ОСТ 34-532—68)	32
		15 (ОСТ 34-531—68)	35,3
06	62,3	05 (ОСТ 34-532—68)	53,9
		05 (ОСТ 34-531—68)	53,9
МВН-2052-21	0,38	01 (ОСТ 34-588—68)	0,37
22	0,77	02 (ОСТ 34-588—68)	0,75
23	0,67	03 (ОСТ 34-588—68)	0,65
24	1,35	04 (ОСТ 34-588—68)	1,31
МВН-2052-25	1,15	05 (ОСТ 34-588—68)	1,11
26	2,32	06 (ОСТ 34-588—68)	2,24
27	1,8	07 (ОСТ 34-588—68)	1,76
28	3,66	08 (ОСТ 34-588—68)	3,54
29	3,53	09 (ОСТ 34-588—68)	3,4
30	7,14	10 (ОСТ 34-588—68)	6,9
31	6,58	11 (ОСТ 34-588—68)	5,89
32	13,3	12 (ОСТ 34-588—68)	12
33	10,4	13 (ОСТ 34-588—68)	10
34	21	14 (ОСТ 34-588—68)	20,3
35	14,3	15 (ОСТ 34-588—68)	13,8
36	29,1	16 (ОСТ 34-588—68)	28

ко вторичному через стенки трубок путем конвекции и теплопроводности.

Смешивающие подогреватели, в которых осуществляется непосредственный (барботажный) подогрев воды паром, применяются, как правило, для нагрева небольшого количества воды при паровых системах, а также для деаэрации питательной воды.

В поверхностных подогревателях поверхность нагрева, т. е. площадь стенок труб, через которую происходит теплообмен, является основным теплотехническим показателем.

2-12. Контроль параметров теплоносителя и учет тепловой энергии

Количество отпущенной энергии за отчетный период (нетто) определяется на основании показаний приборов учета или расчетным путем. Отпуск тепла учитывается согласно Инструкции по учету отпуска тепла электростанциями и предприятиями тепловых сетей (вып. 1976 г.).

Для наблюдения за параметрами теплоносителя в процессе эксплуатации и во время проведения испытаний на тепловых сетях и на тепловых пунктах потребителей должны устанавливаться контрольно-измерительные приборы расхода, давления, температуры и разрежения класса точности не ниже 1,5. Верхний предел шкалы самопишущих манометров должен соответствовать полуторакратному рабочему давлению среды. Верхний предел шкалы регистрирующих и показывающих термометров должен быть равен максимальной температуре теплоносителя. Основывать учет тепловой энергии на данных записи показывающих приборов не допускается. Приборы должны быть установлены в соответствии с требованиями Правил 28-64 Государственного комитета стандартов СССР.

Расходомеры должны рассчитываться на максимальный часовой расход теплоносителя. Минимальный расход теплоносителя не должен быть меньше 30% расчетного; если он меньше 30%, то учет производится по дополнительным приборам, установленным на обводной линии. При отсутствии дополнительных приборов в расчет принимается расход, равный 30% максимального значения шкалы прибора.

Диаграммы самопишущих приборов учета расхода тепла хранятся в течение трех лет.

Водомеры должны выбираться по расчетному расходу воды с учетом возможного минимума по данным, приведенным ниже:

Калибр водомера, мм	10	15	20	25	32	40	50	80	100	150
Расчетный расход воды, т/ч	0,2	0,4	0,6	1,2	1,6	3,6	12	30	75	120
Минимальный расход воды, т/ч . .	0,05	0,2	0,4	0,6	1,0	1,2	3	8	15	25

Длина прямых участков при установке диафрагм должна быть равна восьми (перед диафрагмой) и пяти (после диафрагмы) условным диаметрам трубы без местных сопротивлений, при установке скоростного водомера — 10 диаметрам до водомера и после него. Водомеры для горячей воды окрашиваются в красный цвет и бывают типов ВКМ и ВВ, которые рас-

считаны на $P_у = 0{,}98$ МПа (10 кгс/см²) и температуру воды до 100° С.

Расходомеры устанавливаются в узле управления водяной тепловой сети с тепловой нагрузкой 20 ГДж/ч (5 Гкал/ч) и более, а в узле управления паровой сети — 8 ГДж/ч (2 Гкал/ч) и более.

Автоматическое регулирование расхода, давления и температуры. Для поддержания постоянного расхода теплоносителя и давления на вводе системы отопления устанавливаются регуляторы расхода и давления (РР и РД). Постоянное давление воды перед сетевыми насосами у источника теплоснабжения поддерживается регуляторами подпитки. Для регулирования температуры воды используются регуляторы типа ТРД в блоке с клапаном РКС, ТРЖ-3 и конструкции Свердловэнерго (рис. 2-17 и 2-18).

На рис. 2-19 показана зависимость пропускной способности терморегулятора ТРЖ-3 от разности давлений в подающем и обратном трубопроводах теплосети.

Приборы подвергаются поверке согласно данным, приведенным в табл. 2-36.

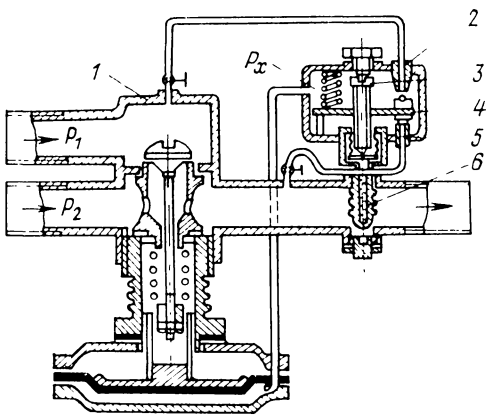


Рис 2-17 Терморегулятор ТРЖ-3

1 — корпус клапана РКС, *2* — напорное сопло, *3* — винт настройки; *4* — клапан; *5* — сливное сопло, *6* — термобаллон

Тепломеры. В СССР выпускаются тепломеры и теплосчетчики типов СТ-1 и ТС-20 (электрические) и УКТО (электромеханический).

Технико-экономический анализ показывает, что в наших условиях наиболее целесообразно оснастить тепломерами в первую очередь источники тепла и крупных потребителей. В этом случае применение тепломеров позволит точно, сравнительно быстро и просто учесть отпущенное и расходуемое тепло, а также высвободит часть времени технического персонала, занятого снятием и обработкой показаний приборов. По предварительной оценке это дает экономию годового расхода тепла до 0,5%. Ориентировочная стоимость тепломеров (в рублях) следующая:

Условный диаметр датчика расхода, мм	25	32	40	50	80	100	150	200	300
Электромеханический УКТО	300	350	400	450	500	550	730	—	—
Электрические СТ-1 и ТС-20	660	—	730	730	730	850	970	1130	1500

Таблица 2-36

Сроки периодической поверки приборов

Приборы	Периодичность поверки (в год)	Место поверки
Манометры пружинные, вакуумметры, тягометры мембранные и колокольные	1	На месте установки или в лаборатории
Расходомеры дроссельные	1	В лаборатории
Дроссельные органы расходомеров (служащие устройства)	2	»
Термометры ртутные и жидкостные	1	»
Термопары, термометры сопротивления	2	»
Измерительные устройства гермометров сопротивления и термопар	1	На месте установки и в лаборатории
Газоанализаторы автоматические на CO_2 и $CO + H_2$	4	На месте установки
Вторичные приборы солемеров	1	В лаборатории
Кислородомеры	2	На месте установки

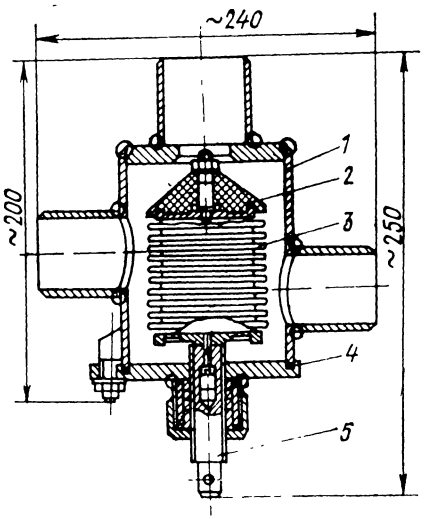


Рис 2-18 Регулятор температуры конструкции Свердловэнерго

1 — корпус; *2* — клапан; *3* — чувствительный сильфон; *4* — фланец; *5* — регулировочный винт

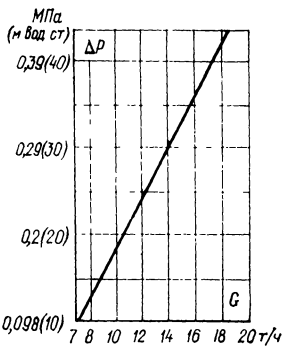


Рис 2-19 Зависимость пропускной способности терморегулятора типа ТРЖ-3 от разности давлений в подающем и обратном трубопроводах теплосети

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ

3-1. Общие замечания

Механизация строительно-монтажных работ на тепловых сетях позволяет значительно повысить производительность труда и качество работ.

Широкое применение нашли экскаваторы, бульдозеры, трубоукладчики, краны, погрузчики, передвижные компрессоры, электростанции, электросварочные агрегаты, гидравлические и механические прессы, домкраты, лебедки, тали, машины для нанесения гидроизоляции и т. д. В качестве транспортных средств используются трубовозы, самосвалы, тягачи и бортовые грузовые машины.

3-2. Экскаваторы, краны

В зависимости от глубины заложения каналов, камер, труб рытье траншей и котлованов производится экскаваторами с различной вместимостью ковша.

Основные характеристики экскаваторов приведены в табл. 3-1.

Экскаватор Э-653 является модификацией экскаватора Э-652, но отличается от него уширенным гусеничным ходом и вместимостью ковша. Силовая установка экскаватора — дизель КДМ-46.

Многоковшовые траншейные экскаваторы имеют следующие модификации:

экскаватор ЭТ-351 на гусеничном ходу, предназначен для рытья траншей прямоугольной формы в грунтах III и I категорий при глубине траншей до 3,5 м и ширине 1,8 м; на экскаваторе в передней части нижней рамы установлен дизельный двигатель Д-54;

экскаватор ЭТУ-354 на гусеничном ходу; у него установлен двигатель — дизель СМД-14Б мощностью 45,6 кВт (62 л. с.) при частоте вращения 1500 об/мин. Глубина траншей при работе с надставкой увеличивается с 2,5 до 3,5 м.

Характеристики стреловых кранов и экскаваторов-кранов приведены в табл. 3-2 и 3-3.

Для монтажа трубопроводов, конструкций оборудования на тепловых сетях широко применяются трубоукладчики (табл. 3-4).

3-3. Бульдозеры

Бульдозеры бывают на пневмоколесном и гусеничном ходу, с канатным и гидравлическим управлением. Наибольшее применение для планировки трассы, рытья и засыпки траншей нашли бульдозеры с гидравлическим управлением на базе тракторов ДТ-54-БМ-54, Т-140-Д-275, С-100 (С80)-Д-492, МТЗ-5-Д-499, Т-75-Д-535, С-100ГП-Д-494, Т-130-Д-533, Т-140-Д-522,

3-4. Такелажные механизмы и приспособления

При строительстве и эксплуатации тепловых сетей используются грузоподъемные механизмы (лебедки, тали, кошки, тель-

Экска

Характеристика	Тип	
	ЭО-2621А (гидравлический)	ЭО-3322А (гидравлический)
Вместимость ковша обратной лопаты, м³	0,25	0,5
Вместимость ковша прямой лопаты, м³	—	—
Наибольшая глубина копания, м	3	5
Наибольший радиус копания, м	5	8,2
Наибольшая высота копания, м	—	—
Наибольший радиус выгрузки, м	—	—
Наибольшая высота выгрузки, м	—	5,1
Глубина копания обратной лопатой, м:	—	—
траншеи	—	—
котлована	—	—
Скорость передвижения, км/ч	2,1—19	До 20
Давление в гидросистеме, МПа (кгс/см²)	9,81 (100)	15,694 (160)
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	44,13 (60)	55,2 (75)
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм	6480×2200×3900	9600×2640×3840
Масса, кг	5700	13 500
Отпускная цена, руб	6000	17 500
Сменное рабочее оборудование	Прямая и обратная лопаты, грейфер, кран, бульдозерный отвал	Обратная лопата, грейфер, погрузочные ковши, крюковая подвеска

феры) и приспособления (козлы, виселицы, треноги, мачты, домкраты и т. д.).

Лебедки. В зависимости от привода лебедки разделяются на электрические и ручные.

Лебедки электрические (табл. 3-5). Все электрические подъемные лебедки жестко связаны с электродвигателями. Редукторы имеют различное передаточное число. Управление у лебедок контроллерное.

Лебедкой Т-66 можно поднимать грузы до 1,5 т. Закрепление каната на барабане допускает правую и левую навивку. Лебедкой Л-1001 можно поднимать грузы до 3 т с полиспастом.

Лебедка ЛР-3001 — специальная лебедка, каторая может работать и при отсутствии электроэнергии. Она имеет ручной

Таблица 3-1

ваторы

экскаватора			
Э-302Б, Э-302БС	Э-304В	Э-652Б, Э-652БС	Э-10011Д, ЭО-5111АС
—	0,4	—	—
0,4	—	0,65	1
—	—	—	—
5,9	7,8	7,8	9,2
6,2	—	7,9	8,2
5,4	6,8	7,2	8,3
—	5,44	—	—
—	—	—	—
—	4,2	—	—
—	2,8	—	—
До 15,4	1,15—5,15	1,7—3,01	2
—	—	—	—
36,8 (50)	36,8 (50)	55,2—60,2 (75—82)	79,4 (108)
4140×2688×3130	4860×3140×3140	4990×2880×3500	5870×3100×3600
11 700 (Э-302Б)	13 400	21 200 (Э-652Б)	35 000 (Э-10011Д)
12 740 (Э-302БС)		21 600 (Э-652БС)	35 500 (ЭО-5111АС)
10 440 (Э-302Б)	10 760	13 700 (Э-652Б)	19 300 (Э-10011Д)
13 540 (Э-302БС)		14 500 (Э-652БС)	23 500 [1] (ЭО-5111АС)
Прямая и обратная лопаты, драглайн-грейфер, кран (Э-302Б)	Обратная лопата, драглайн-кран	Прямая и обратная лопаты, драглайн-кран, грейфер	Прямая и обратная лопаты, драглайн-кран, грейфер

Таблица 3-2

Экскаваторы, оборудованные крановыми стрелами

Тип экскаватора-крана	Характеристика	Длина стрелы, м											
Э-301		7,5			12			15		15 с «гуськом» 5 м			
	Вылет стрелы, м	3	4	7	4	5,5	9	5,5	10	7	10	15
	Грузоподъемность, кН (тс)	49 (5)	29,4 (3)	13,72 (1,4)	29,4 (3)	19,60 (2)	7,84 (0,8)	19,60 (2)	19,60 (2)	9,8 (1)	5,88 (0,6)	2,45 (0,25)
	Высота подъема крюка, м	7,6	6,2	4,4	12	11,4	9,1	14,6	12,2	18,7	17 5	12,6
Э-302	Вылет стрелы, м	3	5	7	4	7	9	5	9	12	7	11
	Грузоподъемность, кН (тс)	49 (5)	25,48 (2,6)	16,66 (1,7)	29,4 (3)	12,25 (1,25)	7,35 (0,75)	19,60 (2)	6,37 (0,65)	4,998 (0.51)	9,8 (1)	4,9 (0,5)
	Высота подъема крюка, м	7,5	6,7	5,5	12	10,7	9	14.8	12,9	10,3	19	12,2
Э-302А		7,5			15			15 с наголовником длиной 5 м				
	Вылет стрелы, м	3			5			7				
	Грузоподъемность, кН (тс)	49 (5)			19,60 (2)			9.8 (1)				
	Высота подъема крюка, м	7,5			14,8			19				
Э-303 Э-304 Э-303А		7,5			12			15				
	Вылет стрелы, м	3	4	5	7	4	5	7	9	5	6	7	12
	Грузоподъемность, кН (тс)	49 (5)	34,3 (3,5)	25,48 (2,6)	16,66 (1,7)	29,4 (3)	20,58 (2,1)	14,7 (1,5)	7,35 (0,75)	19,60 (2)	16,66 (1,7)	9,8 (1)	4,998 (0,51)

Тип экскаватора-крана	Характеристика	Длина стрелы, м												
Э-352	Вылет стрелы, м	7,5						12						
		2,55	3	4	5	6	7	3,5	4	5	6	7	8	9
	Грузоподъемность, кН (тс)	49 (5)	39,2 (4)	25,088 (2,56)	18,13 (1,85)	13,72 (1,4)	11,172 (1,14)	29,4 (3)	24,108 (2,46)	17,15 (1,75)	13,132 (1,34)	10,388 (1,06)	8,428 (0,86)	6,958 (0,71)
Э-5010	Вылет стрелы, м	10		15		20 с «гуськом» 5 м								
		3,6	9,7	5	14	11,2	15							
	Грузоподъемность, кН (тс):													
	с дополнительным грузом	98 (10)	26,46 (2,7)	58,8 (6)	14,7 (1,5)	9,8 (1)	4,9 (0,5)							
	без дополнительного груза	68,6 (7)	17,64 (1,8)	—	—	—	—							
Э-652 Э-652А	Вылет стрелы, м	10				18								
		3,7—10				4,3—17								
	Грузоподъемность, кН (тс)	98—21,56 (10—2,2)				73,5—7,35 (7,5—0,75)								

Продолжение табл. 3-2

Тип экскаватора-крана	Характеристика	Длина стрелы, м		
Э-504 Э-505	Вылет стрелы, м Грузоподъемность, кН (тс)	10 3,7—10 98—25,48 (10—2,6)		18 4,3—17 73,5—9,8 (7,5—1)
Э-656	Вылет стрелы, м Грузоподъемность, кН (тс) с выносными опорами без выносных опор	10 с «гуськом» 4,6 м 4,6 98 (10) 58,8 (6)	20 с «гуськом» 5 м 7,4 44,1 (4,5) 24,5 (2,5)	11 19,60 (2) —
Э-801	Вылет стрелы, м Грузоподъемность, кН (тс)	11 3,8—10,7 147—38,22 (15—3,9)		20 5,3—5 73,5—12,74 (7,5—1,3)

привод и безопасную рукоятку. При ручном приводе электромагнитный тормоз размыкается. При работе от электропривода безопасная рукоятка снимается.

Лебедки ручные (табл. 3-6). Ручные планетарные лебедки грузоподъемностью 2,45 кН (0,25 тс) и 4,9 кН (0,5 тс) снабжены безопасной рукояткой. Длина каната на барабане 15 м, диаметр каната 4,8 и 6,2 мм, масса каната 21 и 27 кг. Усилие на рукоятке 98 и 147 Н (10 и 15 кгс).

Ручная настенная лебедка грузоподъемностью 4,9 кН (0,5 тс) имеет диаметр каната 7,7 мм, длину каната 22 мм, массу 37 кг. Усилие на рукоятку 98 Н (10 кгс).

Тали, кошки, тельферы. Тали предназначаются для подъема единичных грузов на небольшую высоту и состоят из цепного полиспаста и тягового устройства. Наибольшее распространение на монтаже получили тали с шестеренчатой и червячной передачами. Грузоподъемность талей до 29,4 кН (3 тс). Тали ручные шестеренчатые (табл. 3-7) изготовляются в нормальном исполнении с высотой подъема до 3 м, но по особому заказу они могут выполняться с высотой подъема до 12 м.

Кошка — та же таль, но с подвижной подвеской (тележкой) на двух или четырех роликах, передвигающихся по нижней полке двутавровой балки. Грузоподъемность кошки до 98 кН (10 тс).

Тельфер (табл. 3-8) — другая разновидность тали, но с электрическим приводом и механизированным подъемом груза, имеет тележку с механизмом передвижения. Грузоподъемность тельфера до 49 кН (5 тс). Подъем груза осуществляется со скоростью 8 м/мин. Передвижение тельферов ТВ-0,25 и ТВ-0,5 ручное, остальных — от электродвигателя с частотой вращения 30 м/мин.

Простейшие опорные приспособления. При невозможности подвески полиспастов и талей за элементы здания применяются специальные опорные конструкции: козлы, виселицы, треноги, мачты.

Козлы используются в качестве переносных опорных конструкций из дерева или металла для подъема грузов до 5 т на высоту не более 5 м.

Виселицы применяются в тех случаях, когда нужно поднять несколько грузов, расположенных приблизительно по одной прямой. Виселицы изготовляются по чертежам из дерева и металла в зависимости от их грузоподъемности и размеров.

Для подъема грузов небольших размеров и массой до 3 т на высоту до 4 м применяются треноги. К вершине треноги подвешивается таль.

Из всех опорных конструкций наиболее широкое распространение на монтажных работах получили мачты.

Для подъема грузов в некоторых случаях применяются двутавровые балки, имеющие одну или две опоры. Значения нагру-

Характеристика	Тип	
	КС-1562, КС-1562А (автомобильный)	КС-2561Д автомобильный с механическим приводом
Грузоподъемность на выносных опорах, кН (тс)	39,2—11,76 (4—1,2)	61,74—18,62 (6,3—1,9)
Вылет стрелы, м	3,5—6	3,3—7
Высота подъема, крюка, м	6—3,8	8—5,5
Скорость подъема груза, м/мин	—	1,2—10,5
Посадочная скорость, м/мин	—	—
Угловая скорость поворотной платформы, об/мин	—	0,3—2,5
Скорость передвижения, км/ч, до	75	
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	84,6 (115)	108,8 (148)
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм	8350×2450×3330	10600×2600×3650
Масса, кг	7600	8900
Отпускная цена, руб	6250 (КС-1562) 7000 (КС-1562А)	6800
Дополнительное оборудование	Выдвижная стрела	Вставка 4 м,
Скорость опускания груза, м/с	—	—

Примечание. Данные взяты из каталога-справочника (1973 г.).

зок на консоль из двутавровой балки и на двутавровую балку в середине пролета по ГОСТ 8239—72 приведены ниже:

Номер балки	12	16	20а	30а	36а	45а
Допустимая нагрузка на консоль, кН (тс), при длине балки, м:						
0,5	19,6 (2)	39,2 (4)	103 (10,5)	161,9 (16,5)	240 (24,5)	392 (40)
1	9,8 (1)	18,6 (1,9)	51 (5,2)	80,4 (8,2)	117,6 (12)	196 (20)
1,5	6,4 (0,65)	12,7 (1,3)	34,3 (3,5)	52 (5,3)	78,5 (8)	127,5 (13)
2	4,9 (0,5)	9,8 (1)	24,5 (2,5)	39,2 (4)	58,9 (6)	88 (9)
2,5	—	7,8 (0,8)	19,6 (2)	31,4 (3,2)	44 (4,5)	68,7 (7)
3	—	—	16,7 (1,7)	24,5 (2,5)	37,2 (3,8)	58,9 (6)
3,5	—	—	11,8 (1,2)	19,6 (2)	31,4 (3,2)	49 (5)
4	—	—	—	14,7 (1,5)	19,6 (2)	39,2 (4)

Таблица 3-3

краны

крана			
КС-2561Е (автомобильный с механическим приводом)	КС-3562А (автомобильный с гидравлическим приводом)	КС-4561 (К-162) КС-4561С (К-162С) (с электрическим приводом)	КС-4362 (пневмоколесный с дизельным электрическим приводом)
261,74—16,66 (6,3—1,7)	98—15,68 (10—1,6)	156,8—27,44 (16—2,8)	156,8—34,3 (16—3,5)
3,3—7	3,5—10	3,9—10	3,8—10
8—5,5	10—5	10,5—4,5	12,1—8,5
2,2—13,1	0,4—10	1,33—8	1,5—6
0,97	—	—	—
0,39—2,74	0,1—0,16	0,3—1,2	—
80	55	60	15
	132,4 (180)	158,1 (215)	55,2 (75)
10600×2500×3650	13150×2880×3800	14 000×2750×3920	16500×3120×3950
8700	14 100	21 800	24 500
8000	17 000	17 500 (КС-4561) 18 800 (КС-4561С)	24 800
«гусек» 1,5 м	Выдвижная стрела, вставка, «гусек» и т. д.	Три вставки и «гусек»	Четыре вставки, «гусек» и т. д.
—	—	5—15,2	6,7—11

Номер балки	12	16	20а	24а	30а	36а
Допустимая нагрузка на балку, кН (тс), при расстоянии между опорами, м:						
2	19,6 (2)	37,3 (3,8)	63,8 (6,5)	103 (10,5)	161,9 (16,5)	235,2 (24)
3	12,7 (1,3)	24,5 (2,5)	42 (4,3)	68,7 (7)	107,9 (11)	157 (16)
4	9,8 (1)	18,6 (1,9)	31,4 (3,2)	49 (5)	78,5 (8)	117,7 (12)
5	7,8 (0,8)	11,8 (1,2)	24,5 (2,5)	39,2 (4)	60,8 (6,2)	88,2 (9)
6	—	9,8 (1)	17,7 (1,8)	31,4 (3,2)	49 (5)	78,5 (8)
7	—	—	14,7 (1,5)	28,4 (2,9)	39,2 (4)	63,8 (6,5)
8	—	—	—	24,5 (2,5)	37,2 (3,8)	54 (5,5)
9	—	—	—	21,6 (2,2)	31,4 (3,2)	44 (4,5)

Таблица 3-4

Трубоукладчики

Характеристика	Тип трубоукладчика						
	ТЛ-ДТ-54	ТЛ-3	ТЛ-4	ТО12-24	Т15-30	Т20-4	ТО25-50
Диаметр прокладываемых труб D_y, мм	До 325	До 529	До 720		720—820	1020	
Максимальная грузоподъемность, кН (тс)	29,4 (3)	98 (10)		117,6 (12)	147 (15)	196 (20)	245 (25)
Коэффициент грузовой устойчивости (расчетный) на горизонтальном участке	1,53			1,4			1,32
Грузоподъемность, кН (тс), в зависимости от вылета крюка от края гусеницы на первой передаче при откинутом контргрузе, м:							
1,2	29,4 (3)	98 (10)	98 (10)	117,6 (12)	147 (15)	196 (20)	245 (25)
2	17,64 (1,8)	63,7 (6,5)	98 (10)	117,6 (12)	147 (15)	196 (20)	245 (25)
3	11,76 (1,2)	44,1 (4,5)	63,7 (6,5)	78,4 (8)	98 (10)	130,34 (13.3)	163,66 (16,7)
4	—	34,3 (3,5)	44,1 (4,5)	58,8 (6)	73,5 (7,5)	98 (10)	122,5 (12,5)
4,5	—	29,4 (3)	39,2 (4)	44,1 (4,5)	65,66 (6,7)	88,2 (9)	—
5	—	—	—	—	58,8 (6)	78,4 (8)	98 (10)
Марка двигателя (дизеля)	Д-54	КДМ-46			КДМ-100		6КДМ-50
Мощность максимальная, кВт (л. с.)	39,7 (54)	68,4 (93)			73,5 (100)		102,9 (140)
Частота вращения двигателя, об/мин	1400	1000			1050		1000

Номер балки	12	16	20а	24а	30а	36а
Допустимая нагрузка на балку, кН (тс), при расстоянии между опорами, м:						
10	—	—	—	19,6 (2)	27,5 (2,8)	39,2 (4)
11	—	—	—	—	24,5 (2,5)	35,3 (3,6)
12	—	—	—	—	19,6 (2)	29,4 (3)

Таблица 3-5

Лебедки электрические

Характеристика	Тип лебедок				
	Т-66	Л-1001	ЛМЦ-3	Л-3002 ЛР-3001	Л-5001
Тяговое усилие, кН (тс)	4,9 (0,5)	9,8 (1)	29,4 (3)		49 (5)
Диаметр каната, мм	7,7	11	17,5		21,5
Длина каната на барабане, м	85	75	250	150	
Тип электродвигателя	А-51-4		АТК-31-8	А-52-4	А-61-4
Мощность, кВт	4,5		7,5	7	10
Частота вращения двигателя, об/мин	1440	1400	673	1440	1450
Диаметр барабана, мм	160	168	360	273	299
Длина барабана, мм	400	470	680	500	570
Габаритные размеры, мм:					
длина	859	930	1615	1490/1230	1670
ширина	855	815	1388	1065/1240	1070
высота	565	498	845	937/860	840
Масса без пусковой аппаратуры, кг	279	273	1287	685/750	929

Примечание. В числителе приведены данные лебедки Л-3002, в знаменателе — лебедки ЛР-3001.

Такелажные механизмы перед использованием должны проходить испытания, нормы и сроки которых приведены в табл. 3-9.

Домкраты. Домкраты применяются для монтажа и выверки технологического оборудования. Они подразделяются на реечные, винтовые (бутылочные) и гидравлические. Домкраты всех типов приводятся в действие от руки. Если оборудование поднимается гидравлическим домкратом, то по мере его подъема под оборудование необходимо устанавливать подкладки. При работе гидравлического домкрата в условиях, когда температура окружающего воздуха ниже 0° С, в качестве рабочей жидкости следует использовать масло с низкой температурой затвердевания — индустриальное или веретенное. Характеристики домкратов приведены в табл. 3-10 — 3-12.

Таблица 3-6

Лебедки ручные

Характеристика	Тип лебедки				
	2162-1	2163-1	2165-1	2166-1	2167-П
Тяговое усилие, кН (тс)	4,9 (0,5)	9,8 (1)	19,6 (2)	29,4 (3)	39,2 (4)
Диаметр каната, мм	7,7	11	15,5	17,5	19,5
Длина каната на барабане м	75	90	90	75	75
Размеры, мм:					
длина	600	750	900	1000	1360
ширина	730	993	1080	1070	1150
ширина без рукоятки	—	—	—	—	—
высота	780	900	1200	1310	1135
Диаметр барабана, мм	150	200	250	250	300
Длина барабана, мм	400	562	610	550	600
Масса, кг	—	393	674	874	1198

Продолжение табл 3-6

Характеристика	Тип лебедки				
	2168-П	Т-68	Т-69	Т-102	Т-78
Тяговое усилие, кН (тс)	49 (5)	9,8 (1)	29,4 (3)	49 (5)	73,5 (7,5)
Диаметр каната, мм	21,5	11	17,5	19,5	24
Длина каната на барабане м	75	150	150	220	До 300
Размеры, мм:					
длина	1600	700	1000	1183	1358
ширина	1300	1390	1540	1877	2220
ширина без рукоятки	—	790	935	1077	1420
высота	1240	950	1236	1100	1160
Диаметр барабана, мм	300	180	200	270	400
Длина барабана, мм	720	500	550	640	765
Масса, кг	1506	200	560	768	1426

Таблица 3-7

Тали ручные

Характеристика	Тип талей		
	РТК-1	РПТ-2	ТМШ-3
Грузоподъемность кН (тс)	9,8 (1)	19,60 (2)	29,4 (3)
Максимальное усилие на тяговой цепи, Н (кгс)	304,1 (31)	333,5 (34)	363,0 (37)
Масса, кг	25,5	43,9	60,2 (с цепями)

Таблица 3-8

Технические характеристики тельфера

Тип тельфера	Грузоподъемность, кН (тс)	Высота подъема груза, мм	Диаметр каната, мм	Электродвигатели				Однорельсовый путь		Масса, кг
				для подъема груза		для передвижения тельфера				
				Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Номер двутавровых балок	Минимальный радиус закругления, м	
ТВ-0,25	2,45 (0,25)	6	4,8	0,45	960	—	—	14—22	0,7	75
ТВ-0,5	4,9 (0,5)		6,2	0,85	940					95
ТВ-1	9,8 (1)		8,8	1,8—2,7	960	0,65	1410	20—30	1,5	490
ТВ-2	19,6 (2)		11	3,0—3,5						540
ТВ-306	29,4 (3)	20	13	5,0	905	2×1,5	1450	24—45	3	1260
ТВ-504	49 (5)			7,5	900		1420		4	1630

Таблица 3-9

Нормы и сроки испытаний подъемных механизмов и канатов

Наименование	Испытательная нагрузка		Продолжительность испытаний, мин	Срок периодических испытаний, мес
	статическая	динамическая		
Лебедки ручные Тали Блоки и полиспасты Домкраты реечные и винтовые	$1{,}25P_н$	$1{,}1P_н$	15	12
Канаты стальные Канаты пеньковые Стропы	$2P_н$	—		6

Примечание. $P_н$ — допускаемая нагрузка механизма.

Таблица 3-10

Реечные домкраты

Тип домкрата	Грузоподъемность, кН (тс)	Высота подъема груза, мм	Габаритные размеры, мм			Масса домкрата, кг
			Минимальная высота	Ширина основания	Минимальная высота лапы	
Р-3	29,4 (3)	330	695	220	456	35
Р-6	58,8 (6)	380	950	266	496	70
БР-5	49 (5)	308	590	300	170	35

Таблица 3-11

Винтовые домкраты

Тип домкрата	Грузоподъемность, кН (тс)	Высота подъема груза, мм	Габаритные размеры, мм		Масса домкрата, кг
			Минимальная высота	Ширина основания	
БО-3	29,4 (3)	130	300	130	6,2
БО-5	49 (5)	300	510	148	17
БТ-5					21
БТ-10	98 (10)	330	580	180	37
БТ-15	147 (15)	350	610	226	48
ПС-20	196 (20)	290	670	—	92

Таблица 3-12

Гидравлические домкраты

Тип домкрата	Грузоподъемность, кН (тс)	Высота подъема груза, мм	Габаритные размеры, мм		Масса домкрата, кг
			Ширина (диаметр)	Минимальная высота	
МГД-100	980 (100)	155	—	—	78,8
МГД-80	784 (80)	100	—	—	68
МГД-50	490 (50)		195	325	36,5
МГД-25	245 (25)	75	130	270	18,7
МГД-10	98 (10)		95	185	5,8
МГД-5	49 (5)		70	160	3

Примечание. Допускаемое рабочее давление жидкости для приведенных типов домкратов составляет 39,24 МПа (400 кгс/см^2).

3-5. Компрессоры, сварочные агрегаты, электростанции, насосы

Компрессоры, сварочные агрегаты, электростанции, насосы разной производительности и разных типов, а также рукава высокого давления для газогорелочных устройств широко

Таблица 3-13

Прицепные передвижные компрессорные станции

Характеристика	Тип компрессора				
	ПКС-5	ПКС-6М	ЗИФ-55	ЗИФ-ВКС-6	ДК-9
Производительность, м³/мин	6				8,5—9
Рабочее давление, МПа (кгс/см²)	0,686 (7)	0,588 (6)	0,686 (7)	0,686 (7)	0,588 (6)
Число вентилей, шт.	6		5	6	
Тип двигателя	ЗИС-120		ЗИС-121	ЯЗ-204	КДМ-46
Мощность, кВт (л. с.)	69,9 (95)	60,3 (82)	69,9 (92)	44,9 (61)	58,8 (80)
Габаритные размеры, мм:					
длина	3830		3460	3455	5035
ширина	1870		1820	1880	1850
высота	2020		1785	2095	2550
Масса (без бензина), кг	2860		2750	3900	6000

Таблица 3-14

Компрессорные станции, установленные на автоходу

Характеристика	Тип станции	
	АПКС-3	АПКС-6
Производительность, м³/мин	3	6
Рабочее давление, МПа (кгс/см²)	0,686 (7)	
Число вентилей для отбора воздуха, шт.	3	6
Тип автомобиля	ГАЗ-51	ЗИЛ-150

применяются при строительстве тепловых сетей. Данные их указаны в табл. 3-13 — 3-19.

Передвижные электростанции. Передвижные электростанции применяются для снабжения электроэнергией сварочных постов, временных сооружений, строительных механизмов и

Таблица 3-15

Сварочные агрегаты постоянного тока

Характеристика	Тип сварочного агрегата			
	Сак-2М-6	Сак-2ч-III	Сак-2ч-IV	АСБ-300-2
Тип сварочного генератора	СМГ-2М-VI	СМГ-2ч-III	СМГ-2ч-IV	ГСО-300
Напряжение холостого хода, В	50—76	50—68	50—68	47—73
Номинальное рабочее напряжение, В		30		
Номинальный сварочный ток, А		300		
Пределы регулирования тока, А	75—340	45—320	45—320	75—320
Габариты, мм:				
длина	2080	2120		2080
ширина	810	820	806	810
высота		1730		
Масса, кг		900		850

Продолжение табл. 3-15

Характеристика	Тип сварочного агрегата			
	ПАС-400-VI, ПАС-400-VII	АСБ-300-4	АСД-3	АСД-300
Тип сварочного генератора	СГП-3-VI	ГСО-300	СГП-3-VIII	ГСО-300
Напряжение холостого хода, В	65—105	—	—	—
Номинальное рабочее напряжение, В	40	30	40	30
Номинальный сварочный ток, А	500	300	500	300
Пределы регулирования тока, А	120—600	—	—	—
Габариты, мм:				
длина	2700	1915	2820	1885
ширина	900	895	1155	875
высота	1550	1110	2115	1470
Масса, кг	1900	700	2500	980

Таблица. 3-16

Преобразователи постоянного тока

Характеристика	Тип преобразователя		
	СУГ-2ч	ПС-300	ПС-300М
Тип сварочного генератора	СМГ-2ч-П	СГ-300	СГ-300М
Напряжение холостого хода, В	50—68	50—76	
Номинальное рабочее напряжение, В	30	35	30—35
Номинальный сварочный ток, А	300	340	
Пределы регулирования тока, А	45—100 75—175 130—320	70—350	80—380
Тип асинхронного электродвигателя (короткозамкнутого)		А-62/4	
Мощность двигателя, кВт		14	

Продолжение табл 3-16

Характеристика	Тип преобразователя		
	ПСО-300	ПС-500	ПСО-500
Тип сварочного генератора	ГСО-300	ГС 500	ГСО-500
Напряжение холостого хода, В	47—73	60—90	58—86
Номинальное рабочее напряжение, В	30	40	
Номинальный сварочный ток, А	300	500	
Пределы регулирования тока, А	75—200 180—320	120—300 300—600	250—600
Тип асинхронного электродвигателя (короткозамкнутого)	АВ-62/4	А-72/4	А-72/4
Мощность двигателя, кВт		28	

электрифицированного инструмента в тех случаях, когда на месте работы нет источника тока.

Насосы для откачки воды. Применяются самовсасывающие центробежные насосы типов С-203, С-204, С-245, С-247, С-249 и С-666 и др. Насосы С-203 диаметром 50 мм, С-204 диаметром

100 мм и С-666 диаметром 100 мм выпускаются с электродвигателями на одной оси. Насосы С-247 диаметром 50 мм изготовляются с приводом от бензинового двигателя внутреннего сгорания типа Л-3/2. Насосы С-245 диаметром 100 мм выпускаются с одноцилиндровым дизелем «Андижанец 13» типа

Таблица 3-17

Передвижные электростанции переменного трехфазного тока частотой 50 Гц

Характеристика	Тип электростанции			
	ЖЭС			ПЭС-60 на прицепе
	30с	65	75	
Мощность, кВт	30	65	75	57
Напряжение, В		230—400		230
Тип двигателя	1МА	КДМ-46	Д-6	1-Д-6
Масса, т	2,4	3,5	4,0	5,7

Продолжение табл. 3-17

Характеристика	Тип электростанции		
	ДЭС-40	ДЭС-50	ЖЭС 30—35 на автомобиле
	на салазках		
Мощность, кВт	30—40	50	35
Напряжение, В		230—400	
Тип двигателя	Д-60-Р	КДМ-100	ЗИЛ-5
Масса, т	1,9	3,26	5,0

Т-62. Насос С-249 приводится от малолитражного двигателя Л-12/4, насос С-666 — от электродвигателя АОЛ-2-42-2.

Для присоединения рукавов к редукторам, предохранительным затворам, резакам и горелкам применяются ниппели шланговые по ГОСТ 1078—71 со шланговыми гайками.

3-6. Типы резьб

Резьбы подразделяются по форме профиля — на треугольные, прямоугольные, трапецеидальные, круглые и др.; по числу заходов ниток резьбы — на одноходовые и многоходовые; по направлению резьбы — на правые и левые. Треугольная резьба обеспечивает плотность соединений и применяется в основном в крепежных элементах, а также на трубах и в арматуре. Трапецеидальная и прямоугольная резьбы нарезаются на ходовых

Таблица 3-18

Самовсасывающие насосы

Характеристика	Тип насоса			
	С-203	С-247	С-774	С-798
Производительность, м³/ч, до	24	35	50	
Частота вращения рабочего колеса и вала насоса, об/мин	1500	2200	3000	
Диаметр всасывающих и напорных рукавов (шлангов), мм	50		75	
Тип двигателя и его мощность	Электрический 1—1,5 кВт	Карбюраторный 2,2 кВт (3 л. с.)	Карбюраторный 4,4 кВт (6 л. с.)	Электрический 3 кВт
Габаритные размеры, мм:				
длина	1200	1200	850	940
ширина	550	500	466	385
высота	850	1030	790	700
Масса насоса с тележкой и двигателем, кг	155	205	150	130

Продолжение табл. 3-18

Характеристика	Тип насоса				
	С-204	С-245	С-665	С-666	С-569
Производительность, м³/ч, до	120				250
Частота вращения рабочего колеса и вала насоса, об/мин	1500		3000		1500
Диаметр всасывающих и напорных рукавов (шлангов), мм	100				125
Тип двигателя и его мощность	Электрический 7,4—8 кВт	Дизель Т-62	Карбюраторный 5,9 кВт (8 л. с.)	Электрический 7,5 кВт	13 кВт
Габаритные размеры, мм:					
длина	1440	1800	1260	1260	1650
ширина	690	1000	665	665	720
высота	1175	1400	1050	1010	1250
Масса насоса с тележкой и двигателем, кг	395	856	290	260	480

винтах станков, винтах слесарных тисков, домкратов и других деталях, передающих движение или большие усилия. Круглая резьба применяется в тех случаях, когда соединение загрязняется песком и пылью (винты вагонных стяжек).

Для треугольных резьб общесоюзный стандарт устанавливает три системы резьб — метрическую, дюймовую и трубную. Метрическая резьба в профиле имеет вид равностороннего треугольника с углом при вершине 60°. Вершина треугольника профиля резьбы у винта и гайки срезана. Размер метрической

Таблица 3-19

Рукава высокого давления (ГОСТ 6286—73)

Внутренний диаметр, мм	Число оплеток		Толщина резиновых слоев, мм		Наружный диаметр, мм	Рабочее давление, МПа (кгс/см²)
	тканевых	металлических	внутреннего	наружного		
8	2	2	2	1,2	21	14,71 (150)
10					23	
12					25	
20					38	
25					49	
32		3			56	6,86 (70)
38					62,5	

резьбы характеризуется диаметром, шагом и высотой профиля. Различают внутренний диаметр резьбы (по впадинам винта), наружный (по выступам винта) и средний. Наружный и внутренний диаметры являются общими для винта и гайки. Шагом резьбы называется расстояние, на которое продвинется винт в гайке при одном обороте. Шаг резьбы равен расстоянию между серединами двух соседних ниток резьбы. Шаг и диаметр метрической резьбы измеряют в миллиметрах.

Дюймовая и трубные резьбы в профиле имеют вид равнобедренного треугольника со срезанной вершиной и с углом при вершине 55°. Диаметр дюймовой резьбы измеряется в дюймах, а шаг — числом ниток на один дюйм. В соответствии с ОСТ НКТП 1260 дюймовая резьба может применяться только при изготовлении деталей к старым машинам, имеющим дюймовые резьбы; в остальных случаях используется метрическая резьба. Размеры трубной резьбы устанавливаются ГОСТ 6357—73. Шаг трубной резьбы меняется только у малых диаметров труб и измеряется числом ниток на один дюйм. За диаметр трубной резьбы условно принят диаметр отверстия трубы, на наружной поверхности которого нарезается резьба. Обычные трубные резьбы называются цилиндрическими. При жестких требова-

ниях к плотности соединения трубные резьбы выполняются коническими по ГОСТ 6211—69, т. е. с переменным наружным диаметром. Для присоединения арматуры к баллонам применяется коническая резьба по ГОСТ 9909—70.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

4-1. Системы теплоснабжения

Централизованное теплоснабжение может осуществляться от ТЭЦ, районных, квартальных и групповых котельных. Системы теплоснабжения могут быть местные — печи, газовое или электрическое отопление, централизованные — котел, котельная для одного и многих помещений, зданий.

Кроме источников тепла, все другие элементы в системах централизованного теплоснабжения и теплофикации одинаковы.

Теплоносителем называется среда, которая передает тепло от источника тепла к нагревательным приборам систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. По виду теплоносителя системы теплоснабжения делятся на две группы — водяные и паровые.

Водяные системы различаются по числу теплопроводов на однотрубные, двухтрубные и многотрубные. Однотрубная система — это система горячего водоснабжения на бытовые цели. Двухтрубная система состоит из двух трубопроводов — подающего и обратного, в совокупности с третьей трубой горячего водоснабжения является трехтрубной. Если система горячего водоснабжения имеет два теплопровода и один из них циркуляционный, то вся система теплоснабжения совместно с двумя теплопроводами на отопление и вентиляцию будет называться четырехтрубной (рис. 4-1, *а, в*).

Водяные системы теплоснабжения по способу присоединения систем горячего водоснабжения разделяются на две группы: закрытые и открытые. В закрытых системах вода используется только в качестве греющей среды (рис. 4-2, *б*), в открытых — вода может частично или полностью разбираться потребителями горячего водоснабжения (рис. 4-2, *а*).

Схемы присоединений систем отопления и вентиляции к тепловым сетям могут быть зависимые или независимые (рис. 4-3, 4-4, 4-1). При зависимой схеме вода из тепловых сетей поступает непосредственно в нагревательные приборы систем отопления и вентиляции. При независимой схеме вода из теп-

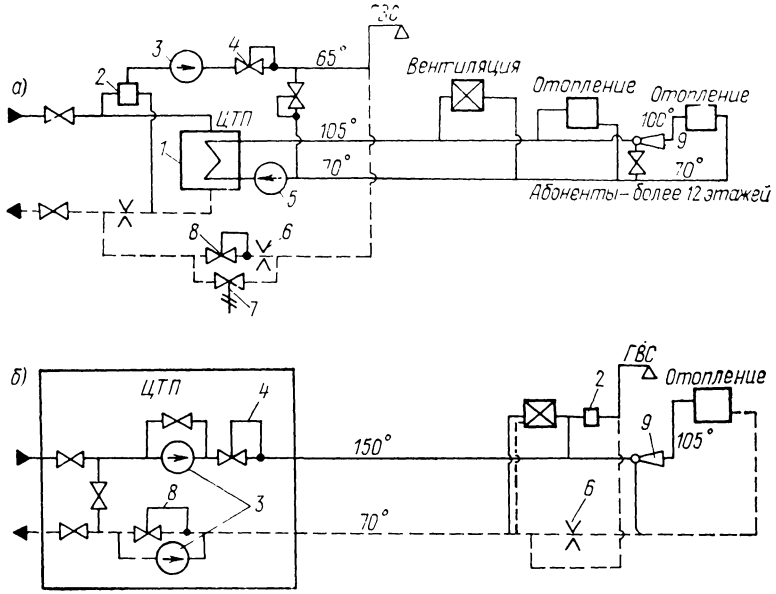
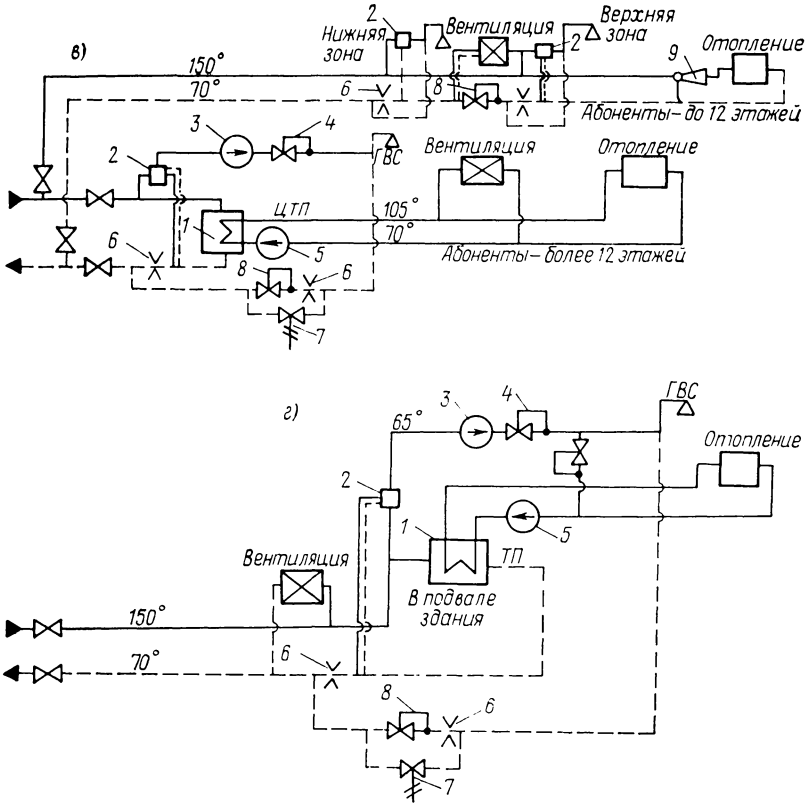


Рис. 4-1. Схемы присоединения систем теплоснабжения зданий: *а* — подключение отопления и вентиляции независимое (дома более 12 этажей по элеваторной схеме с задвижкой на перемычке для снижения температуры прямой воды до 100° С); *б* — схема зависимая с двухтрубной системой трубопроводов (температура теплоносителя в наружных тепловых сетях 150—70° С; на вводе в квартал в ЦТП предусматривается установка регулятора давления «до себя» и горячеводных насосов, обеспечивающих необходимое давление в прямой и обратной магистралях для теплоснабжения зданий повышенной этажности, до 16 этажей, по элеваторной схеме); *в* — схема, подразделяемая на два способа подключения зданий в зависимости от их этажности: для зданий 12 и более этажей — независимая с температурой вторичной воды для отопления и вентиляции 105—70° С; для зданий 12 и менее этажей — зависимая с температурой тепловых сетей 150—70° С, с двухзонной системой горячего водоснабжения, открытым водоразбором и установкой регулятора «до себя» в элеваторных узлах (нижняя зона — 9 этажей, верхняя — 3 этажа); *г* — схема не-

ловой сети проходит через подогреватели. В этом случае применяются два теплоносителя — греющий (вода из тепловых сетей) и нагреваемый (вода, циркулирующая в местных системах отопления). Имеются как бы два раздельных контура: по одному циркулирует вода из тепловой сети, не смешиваясь с водой, циркулирующей по второму контуру — в местной системе отопления.

Оборудование абонентских вводов при зависимой схеме значительно проще и дешевле, чем при независимой. Независимая схема применяется, когда давление в обратном трубопроводе тепловой сети превосходит допускаемое для нагревательных приборов местных систем или перепад давления недостаточен



зависимого подключения систем отопления с устройством в подвалах высотных зданий ЦТП, оборудованных бойлерами и бесшумными повысительными и циркуляционными насосами

1 — бойлер; *2* — терморегулятор; *3* — повысительный насос; *4* — регулятор давления «после себя», *5* — циркуляционный насос; *6* — диафрагма; *7* — соленоидный клапан; *8* — регулятор давления «до себя»; *9* — элеватор; *ГВС* — непосредственный водоразбор с повысительными насосами

для работы по зависимой схеме. По санитарным нормам вода, поступающая в нагревательные приборы отопительных систем жилых зданий, не должна превышать 95—110° С, поэтому в СССР широкое распространение получила схема с элеватором.

Непосредственное безэлеваторное присоединение потребителей (табл. 4-1) к теплосетям возможно при совпадении температурных режимов потребителя и тепловых сетей (при условии установки шайб перед системами отопления).

Температура обратной воды в системах с безэлеваторным присоединением к теплосетям и в системах со смешением должна быть 70° С.

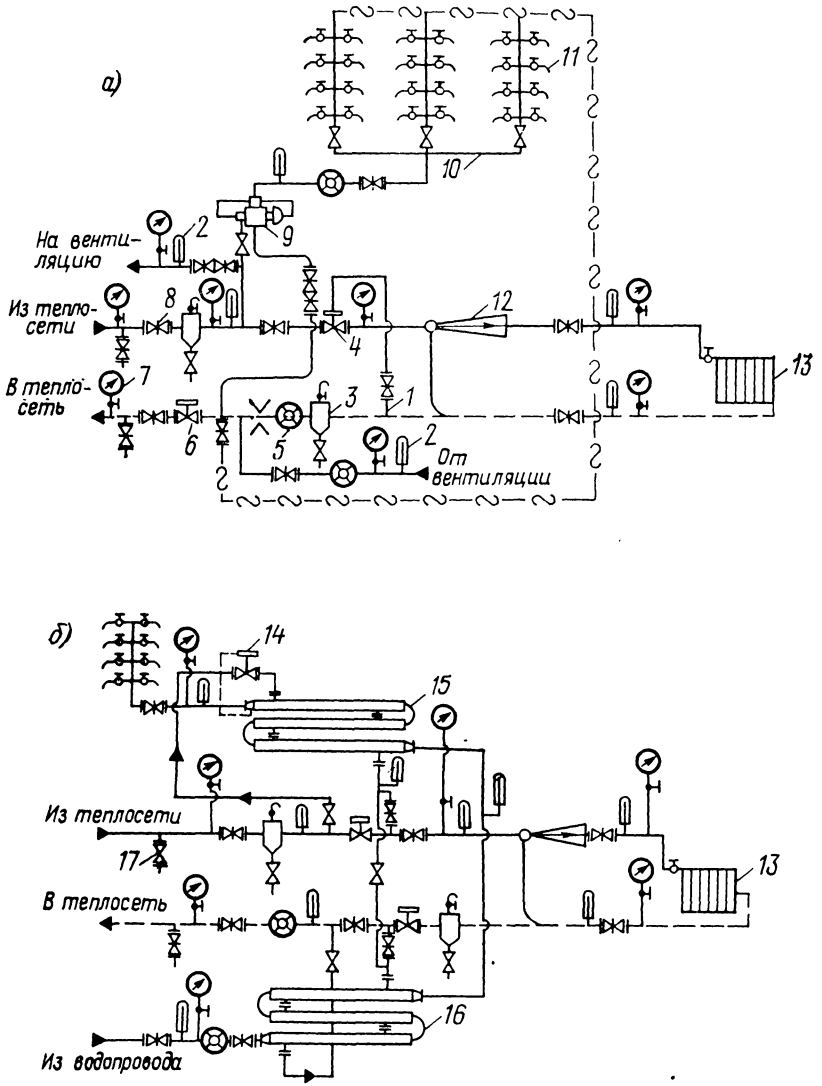


Рис. 4-2. Схемы присоединения систем горячего водоснабжения к тепловым сетям: *а* — с непосредственным водоразбором; *б* — с двухступенчатым последовательным включением подогревателей

1 — импульсная трубка; *2* — термометр; *3* — грязевик; *4* — регулятор расхода; *5* — водомер или тепломер; *6* — регулятор давления подпора; *7* — манометр; *8* — задвижка; *9* — автомат-смеситель; *10* — разводящий теплопровод; *11* — водоразборный кран; *12* — элеватор; *13* — отопительный прибор; *14* — регулятор температуры; *15* — подогреватель второй ступени; *16* — подогреватель первой ступени; *17* — спускная задвижка

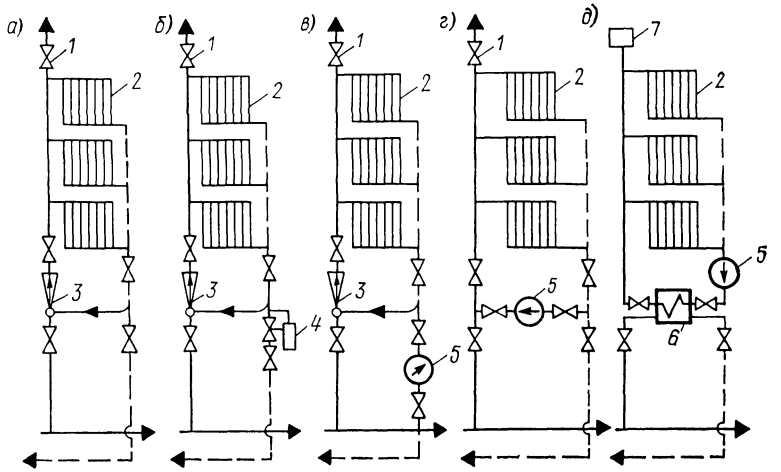


Рис. 4-3. Схемы присоединения отопительных установок к водяной тепловой сети: *а* — зависимая с элеватором; *б* — зависимая с элеватором и регулятором давления на обратной линии; *в* — зависимая с элеватором и насосом на обратной линии; *г* — зависимая со смесительным насосом; *д* — независимая

1 — воздушный кран; *2* — отопительный прибор; *3* — элеватор; *4* — регулятор давления «до себя»; *5* — насос; *6* — водоводяной подогреватель; *7* — расширительный бак

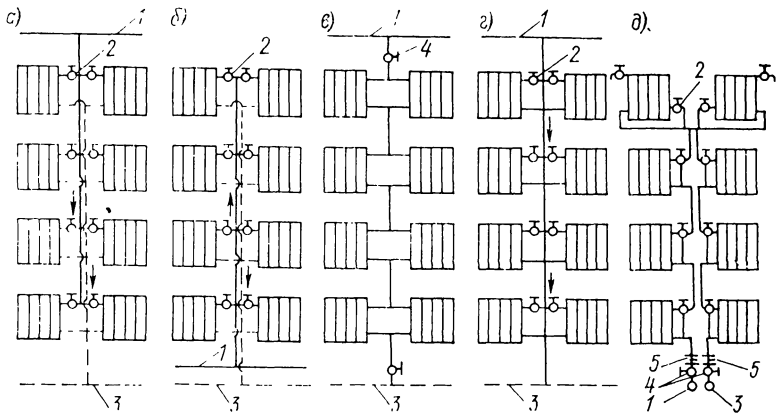


Рис. 4-4. Схемы систем присоединения: *а* — схема двухтрубных стояков с верхней разводкой; *б* — то же, с нижней разводкой; *в* — схема однотрубных стояков с верхней разводкой проточная; *г* — то же, с осевым замыкающим участком; *д* — схема однотрубного проточнорегулируемого стояка с нижней разводкой

1 — подающая труба; *2* — трехходовой кран; *3* — обратная труба; *4* — пробковый кран; *5* — тройник с пробкой для спуска воды

Для исключения возможности вскипания воды в системе отопления при непосредственном (безэлеваторном) присоединении давление в обратной линии теплосети должно быть не менее давления, соответствующего температуре кипения воды.

Минимальное давление принимается: 0,176 МПа (1,8 кгс/см²) при $T = 130°$ С; 0,264 МПа (2,7 кгс/см²) при $T = 140°$ С; 0,382 МПа (3,9 кгс/см²) при $T = 150°$ С.

Если давление в обратной магистрали меньше статического давления местной системы, то для предохранения последней от опорожнения устанавливается регулятор давления «до себя»

Таблица 4-1

Перечень коммунальных и общественных зданий, для которых допускается повышенная температура воды в нагревательных приборах

Назначение зданий	Рекомендуемые системы отопления
Спортивные залы и бассейны	Водяная с температурой на поверхности нагревательных приборов не более 130° С
Бани, прачечные	Паровая низкого давления, водяная с температурой на поверхности нагревательных приборов не более 130° С
Здания общественного питания объемом 500 м³ и более	Водяная с температурой на поверхности нагревательных приборов не более 130° С
Торговые помещения	То же

(либо в элеваторном узле, либо в квартальном тепловом пункте, теплоцентре). Регулятор давления (подпора) должен иметь шунтирующую (обводную) линию с обратным клапаном, который срабатывает в случаях, когда расход воды на горячее водоснабжение превышает расход воды на отопление.

Для предохранения систем от повышенного давления в узлах распределения тепла устанавливается предохранительный клапан. Предохранительный клапан должен быть отрегулирован на давление, обеспечивающее сохранность системы. Исправность работы и настройка должны проверяться специалистами не реже одного раза в неделю.

По указанию Госплана СССР от 16 мая 1960 г. отопительный сезон начинается, если в течение пяти дней подряд среднесуточная температура наружного воздуха ниже +8° С. Более того, решением местных Советов можно начать отопление домов раньше, исходя из конкретных условий и возможностей. Ниже приводятся усредненные расчетные температуры воздуха (в градусах Цельсия) в жилых и общественных зданиях и помещениях:

Жилые здания, гостиницы, общежития, административные здания, конторские и бытовые помещения 18
Детские сады, ясли, поликлиники, амбулатории, диспансеры, больницы 20
Бани 25
Учебные заведения, общеобразовательные школы, школы-интернаты, клубы, предприятия общественного питания 16
Театры, магазины, прачечные, пожарные депо . . 15
Кинотеатры 14
Гаражи 10

4-2. Удельные тепловые характеристики жилых и общественных зданий

Отопительные и вентиляционные характеристики жилых и общественных зданий, расположенных в климатических районах с расчетной для отопления наружной температурой

Таблица 4-2

Отопительные характеристики жилых и общественных зданий ($t_{н.о} = -30°$ С)

Наружный строительный объем зданий V, м³	Отопительная характеристика зданий q_0, кДж/(м³·ч·°С)[ккал (м³·ч·°С)], постройки		Наружный строительный объем зданий V, м³	Отопительная характеристика зданий q_0, кДж (м³·ч·°С)[ккал (м³·ч·°С)], постройки	
	до 1958 г.	после 1958 г.		до 1958 г.	после 1958 г.
500	2,43 [0,58]	2,51 [0,60]	3 500	1,76 [0,42]	2,01 [0,48]
600	2,34 [0,56]	2,47 [0,59]	4 000	1,67 [0,40]	1,97 [0,47]
700	2,26 [0,54]	2,39 [0,57]	4 500	1,63 [0,39]	1,93 [0,46]
800	2,22 [0,53]	2,31 [0,56]	5 000	1,59 [0,38]	1,88 [0,45]
900	2,18 [0,52]	2,31 [0,56]	6 000	1,55 [0,37]	1,80 [0,43]
1000	2,14 [0,51]	2,72 [0,65]	7 000	1,51 [0,36]	1,76 [0,42]
1100	2,09 [0,50]	2,60 [0,62]	8 000	1,47 [0,35]	1,72 [0,41]
1200	2,05 [0,49]	2,51 [0,60]	9 000	1,42 [0,34]	1,67 [0,40]
1300	2,01 [0,48]	2,47 [0,59]	10 000	1,38 [0,33]	1,63 [0,39]
1400	1,97 [0,47]	2,43 [0,58]	11 000	1,34 [0,32]	1,59 [0,33]
1500	1,97 [0,47]	2,39 [0,57]	12 000	1,30 [0,31]	1,59 [0,38]
1700	1,93 [0,46]	2,30 [0,55]	13 000	1,26 [0,30]	1,55 [0,37]
2000	1,88 [0,45]	2,22 [0,53]	14 000	1,26 [0,30]	1,55 [0,37]
2500	1,84 [0,44]	2,18 [0,52]	15 000	1,21 [0,29]	1,55 [0,37]
3000	1,80 [0,43]	2,09 [0,50]	20 000	1,17 [0,28]	1,55 [0,37]

$t_{н.р} = -0°$ С, даны в табл. 4-2, а годовой расход тепла на одного жителя — в табл. 4-3. Для климатических районов с другой расчетной температурой наружного воздуха к указанным

в табл. 4-2 значениям удельных характеристик вводится следующий поправочный коэффициент α:

$t_{н.р}$, °С	0	−5	−10	−15	−20	−25	−30	−35	−40	−45	−50	−55
α	2,05	1,67	1,45	1,29	1,17	1,08	1	0,95	0,90	0,85	0,82	0,80

Таблица 4-3

Годовой расход тепла на одного жителя, ГДж (Гкал)

Вид тепловой нагрузки	Климатический район страны			
	Сибирь, Урал и север европейской части СССР: $n_о = 5500$ ч; $n^м_{о.в} = 2750$ ч	Средняя полоса европейской части СССР и север Средней Азии: $n_о = 5000$ ч; $n^м_{о.в} = 2500$ ч	Юг европейской части СССР: $n_о = 4000$ ч; $n^м_{о.в} = 2000$ ч	Крым, Кавказ и юг Средней Азии: $n_о = 2500$ ч; $n^м_{о.в} = 1250$ ч
Отопление и вентиляция:				
жилых зданий . .	14,25 (3,42)	11,0 (2,63)	7,6 (1,82)	3,37 (0,81)
общественных зданий	4,16 (0,99)	3,12 (0,74)	2,2 (0,53)	0,94 (0,22)
Горячее водоснабжение	8,30 (1,99)			
Бани	0,38 (0,09)			
Прачечные	1,14 (0,27)			
Предприятия общественного питания . .	1,18 (0,28)			
Итого:	29,41 (7,04)	25,12 (6,00)	20,8 (4,98)	15,31 (3,66)

Примечания: 1. Число часов работы системы горячего водоснабжения 8400 ч/год. 2. Коэффициент снижения часового расхода тепла на горячее водоснабжение в летний период — 0,7. 3. $n_о$ — продолжительность работы системы отопления, ч/год. 4. $n^м_{о.в}$ — число часов использования отопительно-вентиляционного максимума, ч/год.

4-3. Элеваторное присоединение

В качестве смесительного устройства для снижения в местной системе температуры воды широкое распространение в СССР получила схема с элеватором. Элеваторы бывают стальные и чугунные. В основном применяются чугунные элеваторы ВТИ теплосети Мосэнерго (рис. 4-5 и 4-6).

Элеватор состоит из сопла, камеры всасывания, камеры смешения и диффузора. В приемную камеру вставляется стакан со съемным соплом (конусом). Элеватор работает по принципу инжектора. Основные размеры элеватора и сопла приведены в табл. 4-4.

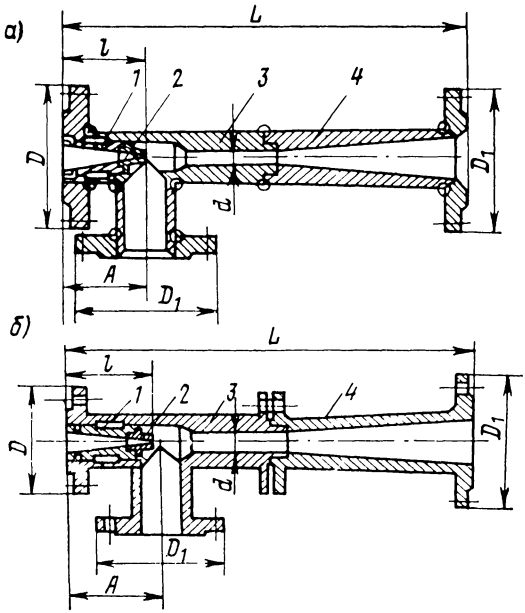


Рис. 4-5. Элеваторы водоструйные типа ВТИ теплосети Мосэнерго: *а* — стальной; *б* — чугунный

1 — стакан; *2* — сопло; *3* — корпус; *4* — диффузор

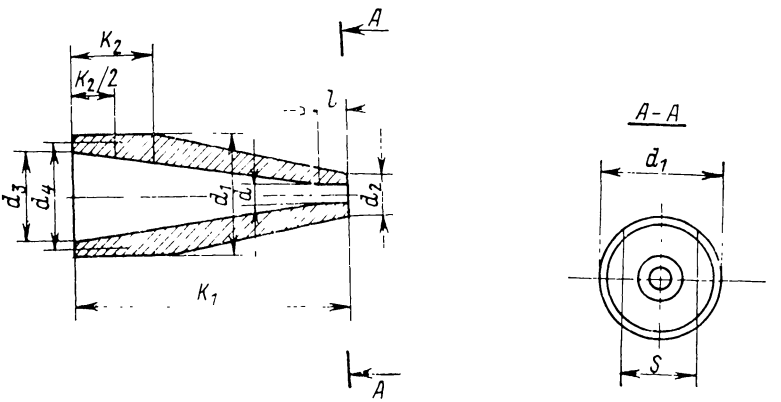


Рис. 4-6. Сопло для водоструйных элеваторов

Оптимальный диаметр горловины элеватора (в миллиметрах) определяется по формуле

$$d_г = 8{,}5 \sqrt[4]{\frac{G^2 (1 + u_р)^2}{H}},$$

где G — расчетный расход сетевой воды, т/ч; $u_р$ — расчетный коэффициент смешения; H — потери напора в системе отопления, м.

Таблица 4-4

Основные размеры элеваторов и сопел к ним конструкции ВТИ теплосети Мосэнерго

Номер элеватора	Диаметр горловины, мм	Примерный расход воды из сети, т/ч	Масса, кг	Размеры элеватора, мм					Размеры сопла, мм										
				L	A	l	D	D_1	d_1	d_2	d_3	d_4		K_1	K_2	S	l	d_{min}	d_{max}
												дюймы	мм						
1	15	0,5—1	4,48	425	90	110	145	160	23	8	19	5/8	22,2	55	15	17	4	3	6
2	20	1—2	4,04							11				45			2	4	9
3	25	1—3	25,6	625	135	145	160	195	27	12	20	3/4	26,2	50	20	22	5	6	10
4	30	3—5	31,0			135				14				40	16		3	7	12
5	35	5—10	27,2			125				16				30	20		3	9	14
6	47	10—15	39,0	720	180	175	195	215	42	20	37	1 1/4	41,2	60	22	36	2	10	18
7	59	15—25	41,5			155				28				40				21	25

Расчетный коэффициент смешения

$$u_р = \frac{T_1 - T_3}{T_3 - T_2},$$

где T_1, T_3 — температура воды до и после элеватора; T_2 — температура воды в обратном трубопроводе.

Диаметр выходного сечения сопла элеватора (в миллиметрах) определяется по формуле

$$d_c = 9{,}6 \sqrt[4]{\frac{G^2}{H_р}},$$

где $H_р$ — напор (расчетный), дросселируемый в сопле элеватора, м.

Определить диаметр сопла и выбрать номер элеватора можно по номограммам (рис. 4-7 и 4-8).

Элеватор устанавливается на прямом участке трубопровода, свободном от арматуры; диаметр трубопровода должен быть

равен диаметрам входа в элеватор и выхода из него. Длина свободного прямого участка перед элеватором должна быть не менее 10 диаметров, а за элеватором — не менее 5 диаметров

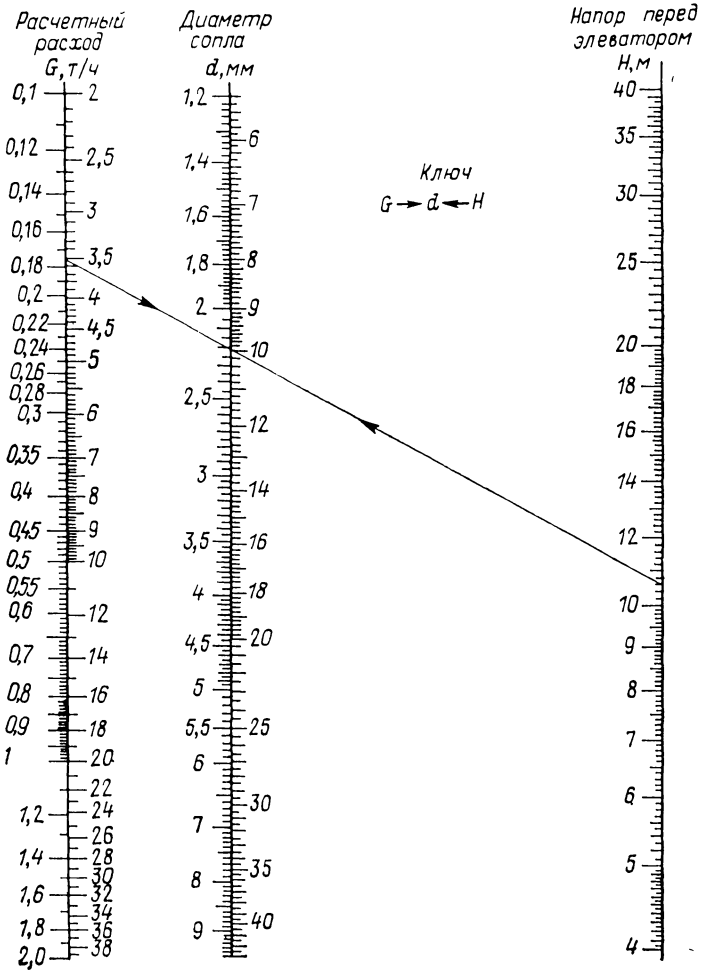


Рис. 4-7. Номограмма для определения диаметра сопла элеватора

трубопровода. При теплоснабжении небольшого числа потребителей с общей тепловой нагрузкой до 4 ГДж/ч (1,0 Гкал/ч) рекомендуется в одном из зданий проектировать комплексный теплоцентр, совмещающий в своей схеме узел учета, очистки и регулирования тепла с элеваторным узлом.

Тепловые потери жилых зданий с различным наружным объемом можно определить по номограмме, приведенной на рис. 4-9, а необходимый напор в тепловой сети перед элевато-

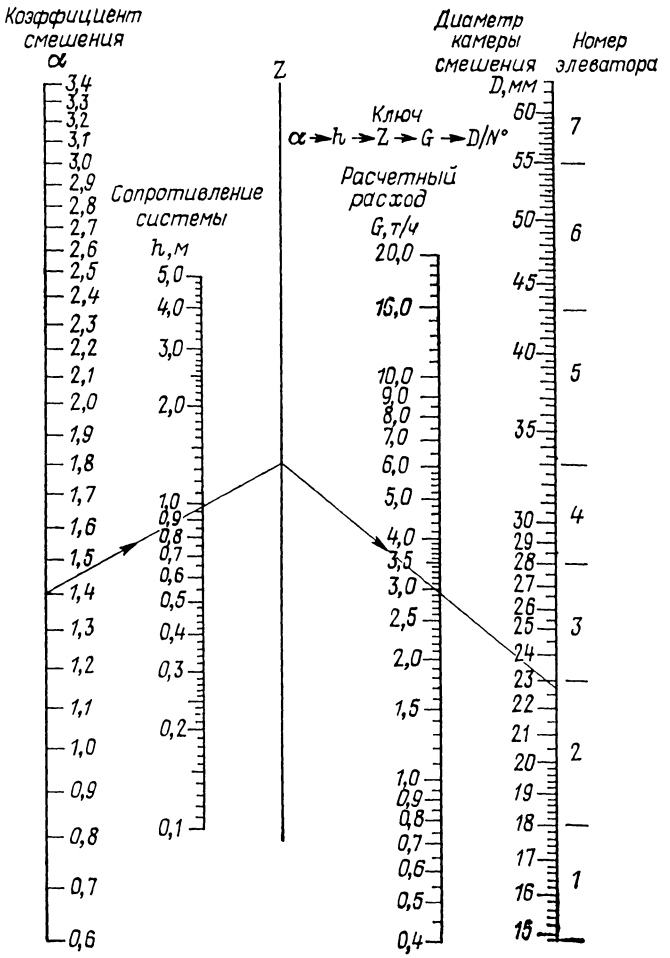


Рис. 4-8. Номограмма для определения диаметра камеры смешения и номера элеватора

ром и диаметр отверстия дроссельной диафрагмы — по номограммам на рис. 4-10 и 4-11.

Требования к помещениям тепловых пунктов, теплоцентров, элеваторных узлов. Помещение узла управления, элеваторного узла, теплового пункта должно быть сухим, отдельным и доступным в любое время для обслуживающего персонала. Ши-

рина помещения, как правило, принимается не менее 2 м при условии обеспечения прохода между выступающими частями оборудования и противоположной стеной не менее 1 м. Высота помещения должна быть не менее 1,8 м до балок перекрытия и 2,0 м до потолка.

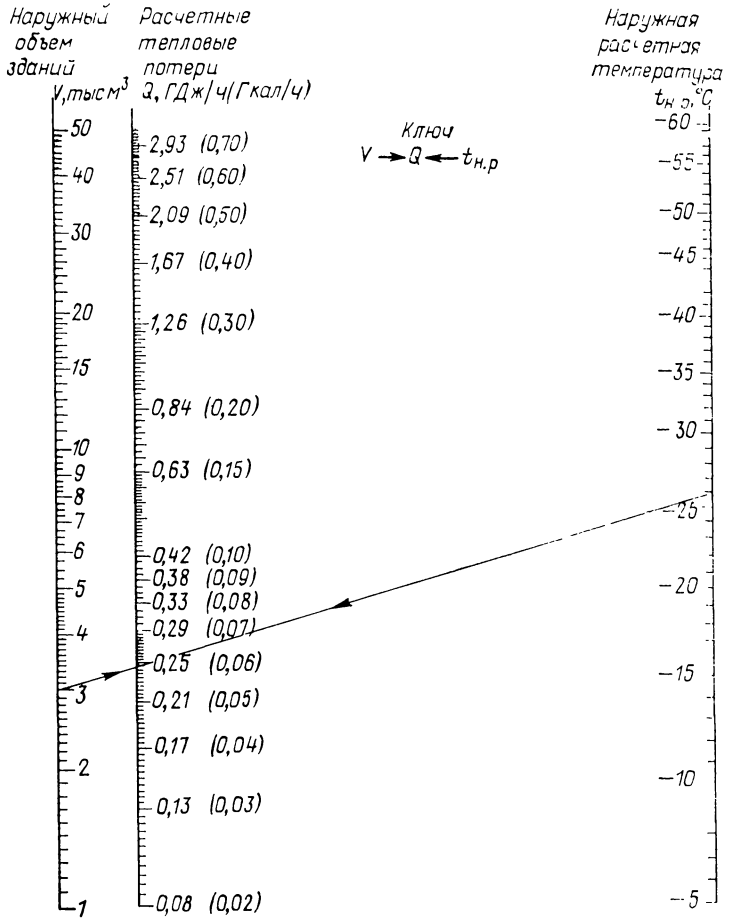


Рис. 4-9. Номограмма для определения тепловых потерь жилых зданий по их наружному объему

Минимальные размеры входных дверей определяются из условия свободного проноса оборудования. Все двери помещения должны открываться наружу и иметь замки. Вход должен быть освещен и иметь надпись. Размещение узлов управления в угольных складах под лестничными клетками допускается при

устройстве отделяющих перегородок и дополнительном свободном выходе наружу. Помещения тепловых пунктов, теплоцентров и элеваторных узлов должны быть защищены от проникновения грунтовых вод, оборудованы вентиляционными кана-

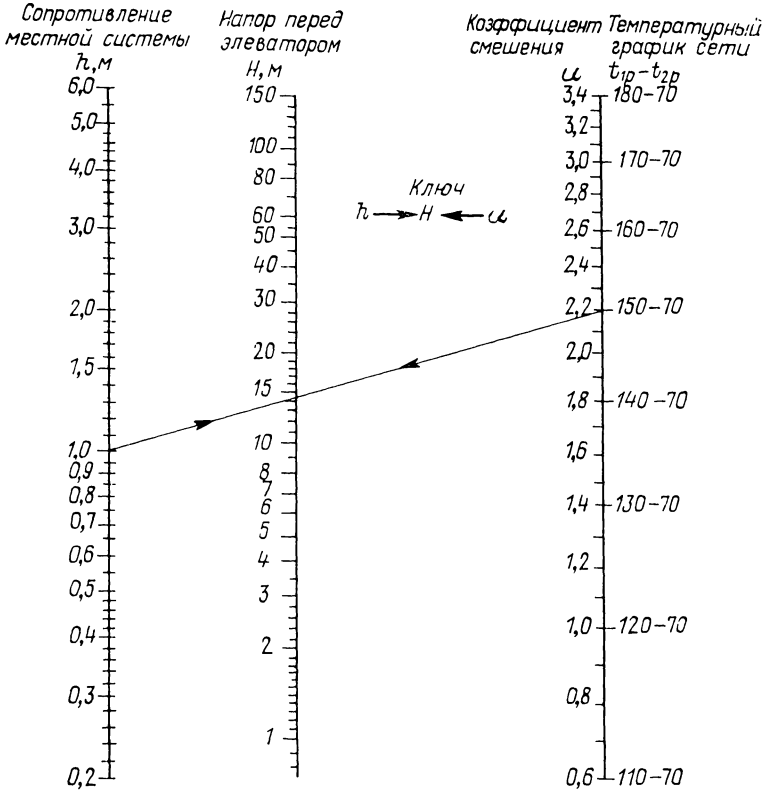


Рис. 4-10. Номограмма для определения необходимого напора в тепловой сети перед элеватором

лами, а также иметь по возможности естественное освещение. Стены и потолок в помещениях должны быть побелены. Полы должны быть бетонные или плиточные.

При размещении тепловых пунктов, теплоцентров или элеваторных узлов в существующих зданиях в присутствии заказчика и представителей эксплуатирующей и проектной организаций составляется акт на выбор помещения узла управления. Этот акт прикладывается к рабочему проекту абонентского ввода.

Определение перепада давления и коэффициента смешения перед элеватором. Соотношение количества воды, отбираемой из тепловой сети, и воды, смешиваемой в элеваторе, из обрат-

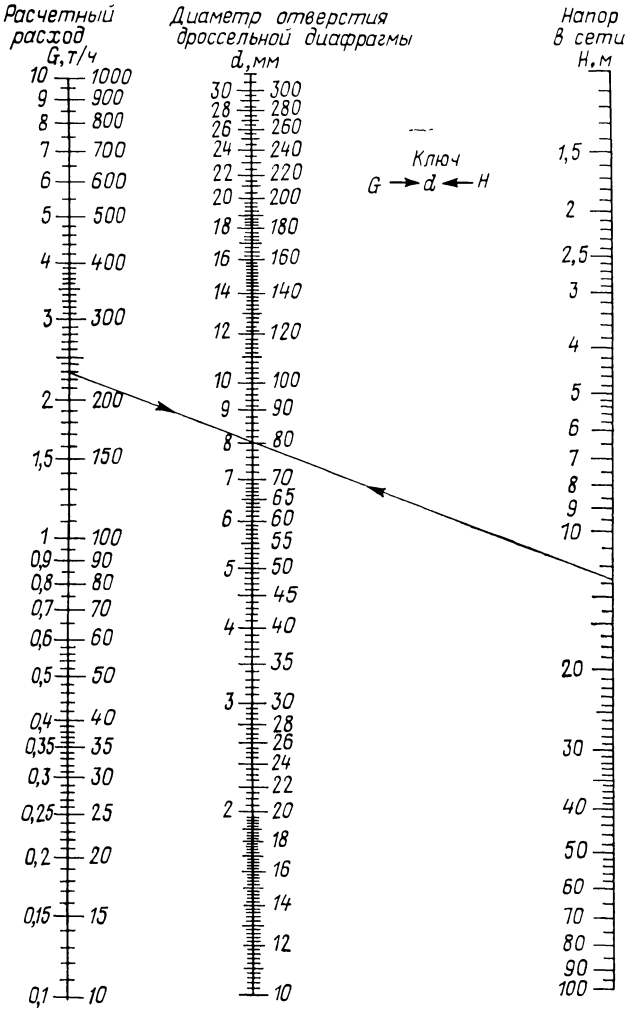


Рис. 4-11. Номограмма для определения диаметра отверстия дроссельной диафрагмы

ной трубы системы определяется коэффициентом смешения. Коэффициент смешения подсчитывается по формуле

$$u = \frac{T_1 - T_3}{T_3 - T_2},$$

где T_1 — температура сетевой воды перед элеватором, °С; T_2 — температура обратной воды, °С; T_3 — температура смешанной воды за элеватором, °С.

Коэффициенты смешения определяются в зависимости от расчетной температуры сетевой воды T_1, а требуемые перепады давления перед элеватором — по формуле $H=1{,}4\,h_c(1+u)^2$, где h_c — сопротивление местной системы, обычно принимаемое в пределах 7848—9810 Па (0,8—1 м вод. ст.); u — коэффициент смешения.

Ниже приведены значения коэффициента смешения в зависимости от расчетной температуры и перепада давления:

Расчетная температура $T_{1р}$, °С	120	130	140	150
Коэффициент смешения u . .	1	1,4	1,8	2,2
Перепад давления H, МПа (м вод. ст.)	0,55 (5,6)	0,78 (8)	1,08 (11)	1,4 (14,3)

Располагаемый перепад давления на вводе должен превосходить сопротивление местной системы в $1{,}4(1+u)^2$ раза. При $u=1{,}4$ перепад давления на вводе будет больше сопротивления местной системы в $1{,}4(1+1{,}4)^2=8$ раз, при $u=2{,}2$ — в $1{,}4(1+2{,}2)^2=14$ раз; чем больше перепад температур в системе отопления, тем точнее можно определить коэффициент смешения. Изменение теплового режима не влияет на коэффициент смешения, так как соответственно T_1 изменяются T_2 и T_3.

4-4. Компенсация тепловых потерь в сетях для нормальной работы отопительных систем

В процессе эксплуатации отопительных систем несоответствие температуры воды, поступающей в систему, температуре, требуемой по графику, обычно возникает из-за тепловых потерь в сетях. Величина снижения внутренней температуры помещения при снижении температуры теплоносителя на вводе зависит от температурного графика и составляет по данным В. К. Дюскина [6] 0,30° (на один градус снижения температуры теплоносителя) для температурного графика 130° С и 0,27° С для температурного графика 150° С.

Заниженная температура воды компенсируется: а) повышением температуры сетевой воды в принятом температурном графике или б) увеличением расхода сетевой воды, который учитывается при подборе сопел в элеваторе для концевых зданий при регулировке тепловой сети.

Увеличение расхода воды зависит от температурного графика, температуры наружного воздуха и скорости ветра.

Надбавку на ветер необходимо принимать в следующих размерах:

Средняя скорость ветра за три наиболее холодных месяца, м/с	5	5—10	10
Надбавка, %, до	10	20	30

Значение поправочного коэффициента K, учитывающего изменение расчетной наружной температуры воздуха $t_{н.р}$, следует принимать следующим:

Температура $t_{н.р}$, °С	—10	—15	—20	—25	—30	—35	—40	—45	—50
Коэффициент K	1,45	1,29	1,17	1,18	1	0,95	0,9	0,85	0,82

Расчетные тепловые отопительные нагрузки для новых зданий в первый год эксплуатации следует принимать с коэффициентом к проектному значению, учитывающим расход дополнительного тепла на сушку здания, в зависимости от месяца ввода здания в эксплуатацию в следующих размерах:

Май — июнь	1,12
Июль — август	1,20
Сентябрь	1,25
Период отопительного сезона	1,35

Требуемое увеличение расхода воды (в процентах) при понижении температуры теплоносителя на 1° С приведено ниже:

Наружная температура, °С	+10	0	—10	—20	—30
Увеличение расхода воды:					
для температурного графика 130° С ($\Delta T = 60°$)	14	6	4	3	2
для температурного графика 150° С ($\Delta T = 80°$)	10	4	2,6	2	1,6

Если предположить, что при графике 150° С падение температуры теплоносителя при наружной температуре —10° С будет составлять в среднем всего 1° С на 1 км трассы, то в этом случае у абонента, находящегося в 5 км от источника тепла, расход сетевой воды должен быть увеличен против нормы на $5 \times 2{,}6 = 13\%$. Из этого следует, что количество компенсирующей воды уменьшается с повышением перепада температуры сетевой воды и с понижением наружной температуры.

Необходимый (новый) диаметр сопла (в миллиметрах) определяется по формуле

$$d_{нов} = d_{уст} \sqrt{\frac{G_{нбх}}{G_ф}}$$

или по формуле

$$d_{нов} = d_{уст} \frac{1 + u_{уст}}{1 + u_{нбх}},$$

где $d_{уст}$ — диаметр установленного при измерении сопла, мм; $G_{нбх}$ — необходимый расход воды, т/ч; $G_ф$ — замеренный (фактический) расход воды, т/ч; $u_{уст}$ — коэффициент смешения, соответствующий установленному соплу; $u_{нбх}$ — необходимый коэффициент смешения.

Пример. Температурный график 150° С. При $t_{н\,р} = -8°$ С температура сетевой воды t_1 понизилась от 100,2 до $t_ф = 95{,}2°$ С, т. е. $\Delta t = 100{,}2 - 95{,}2 = 5°$.

Температура местной воды после элеватора t_3 должна быть равна 68° С, $t_2 = 53{,}2$ °С; $u = 2{,}2$; $d_{уст} = 6{,}6$ мм.

Новый коэффициент смешения

$$u' = \frac{t_1 - \Delta t - t_3}{t_3 - t_2} = \frac{100{,}2 - 5 - 68}{68 - 53{,}2} = 1{,}84$$

вместо 2,2.

Таблица 4-5

Расход воды в системе в зависимости от потери давления в элеваторе и диаметра сопла, м³/ч

Перепад давления, МПа (кгс см²)	Диаметр сопла, мм						
	4	5	6	7	8	9	10
0,058 (0,6)	0,5	0,7	1,0	1,5	1,9	2,4	2,9
0,078 (0,8)	0,5	0,9	1,2	1,7	2,2	2,7	3,4
0,098 (1,0)	0,6	1,0	1,4	1,9	2,4	3,0	3,8
0,12 (1,2)	0,7	1,0	1,5	2,0	2,7	3,3	4,2
0,13 (1,4)	0,7	1,1	1,6	2,2	2,9	3,6	4,5
0,15 (1,6)	0,8	1,2	1,7	2,4	3,1	3,8	4,8
0,17 (1,8)	0,8	1,3	2,5	3,3	4,1	4,1	5,1
0,19 (2,0)	0,9	1,4	1,9	2,7	3,4	4,3	5,4
0,24 (2,5)	1,0	1,5	2,2	3,0	3,8	4,8	6,0
0,29 (3,0)	1,1	1,7	2,4	3,2	4,2	5,3	6,5
0,39 (4,0)	1,2	1,9	2,7	3,7	4,9	6,1	7,6
0,44 (4,5)	1,3	2,0	2,9	3,9	5,1	6,5	8,0
0,49 (5,0)	1,4	2,1	3,0	4,1	5,4	6,8	8,5
0,54 (5,5)	1,4	2,2	3,2	4,4	5,7	7,2	10,8
0,58 (6,0)	1,5	2,3	3,3	4,6	5,9	7,5	9,3

Продолжение табл. 4-5

Перепад давления, МПа (кгс см²)	Диаметр сопла, мм					
	11	12	13	14	15	16
0,058 (0,6)	3,6	4,2	5,0	5,8	6,6	7,5
0,078 (0,8)	4,1	4,9	5,7	6,7	7,6	8,7
0,098 (1,0)	4,6	5,5	6,4	7,4	8,5	9,7
0,12 (1,2)	5,0	6,0	7,0	8,1	9,4	10,6
0,13 (1,4)	5,4	6,5	7,6	8,8	10,1	11,5
0,15 (1,6)	5,8	6,9	8,1	9,4	10,8	12,3
0,17 (1,8)	6,2	7,4	8,6	10,0	11,5	13,1
0,19 (2,0)	6,5	7,8	9,0	10,5	12,1	13,8
0,24 (2,5)	7,3	8,7	10,1	11,8	13,5	15,4
0,29 (3,0)	8,0	9,5	11,1	12,9	14,8	16,8
0,39 (4,0)	9,2	10,9	12,8	14,9	17,6	19,4
0,44 (4,5)	9,7	11,6	13,6	15,8	18,1	20,6
0,49 (5,0)	10,3	12,2	14,3	16,7	19,1	21,8
0,54 (5,5)	12,8	15,0	17,5	17,5	20,0	22,8
0,58 (6,0)	11,2	13,4	15,7	18,2	20,9	23,8

Новый диаметр сопла

$$d_{нов} = d_{уст}\frac{1+u}{1+u'} = 6{,}6\,\frac{1+2{,}2}{1+1{,}84} = 7{,}4 \text{ мм}.$$

Расход воды в системе в зависимости от потери давления в элеваторе и диаметра сопла приведен в табл. 4-5.

4-5. Тепловые пункты

При проектировании теплоснабжения комплексно застраиваемых кварталов нового строительства от ТЭЦ или районных и квартальных котельных с теплоносителем — перегретой водой — наиболее целесообразно принимать схему теплосетей с укрупненными узлами учета, очистки, автоматического регулирования сетевой воды. Для этого нужно предусматривать устройство так называемых квартальных тепловых пунктов, расположенных как отдельно, так и в одном из зданий. В остальных зданиях квартала в этом случае проектируются простейшие элеваторные (смесительные) узлы.

Тепловые пункты, как правило, следует размещать в отдельных помещениях, в подвальном этаже здания, в корпусах, где это наиболее целесообразно по характеру трассы и очередности строительства. Тепловой пункт должен быть оборудован:

а) задвижками на входе и выходе теплоносителя, а также на коллекторах ответвлений;

б) грязевиками, установленными на подающих и обратных теплопроводах;

в) устройством для промывки тепловой сети;

г) расходомерами, установленными на подающем или обратном теплопроводе с подключенной тепловой нагрузкой 20 ГДж/ч (5 Гкал/ч) и более;

д) водомерами с подключенной тепловой нагрузкой до 20 ГДж/ч (5 Гкал/ч);

е) регуляторами подпора, расхода;

ж) манометрами и термометрами.

4-6. Объем систем теплоснабжения

1. Объем наружных тепловых сетей (в кубических метрах) определяется по формуле

$$V_с = 2\,\Sigma l f_{тр},$$

где l — длина участка труб данного диаметра, м; $f_{тр}$ — площадь поперечного сечения трубы, м², принимаемая по табл. 4-6, где δ — толщина стенки трубы.

2. Объем внутренней системы теплоснабжения (в кубических метрах) определяется по формуле

$$V_{сист} = QV_{уд},$$

Таблица 4-6

Площадь поперечного сечения трубы

$D_н$, мм	$D_{вн}$, мм	δ, мм	$f_{тр}$, м²	$D_н$, мм	$D_{вн}$, мм	δ, мм	$f_{тр}$, м²
48	41	3,5	0,001320	478	462	8,0	0,1676
57	50	3,5	0,001963	478	460	9,0	0,1663
76	69	3,5	0,003739	478	458	10,0	0,1647
89	81	4,0	0,005153	529	515	7,0	0,2083
108	100	4,0	0,007854	529	509	10,0	0,2035
133	125	4,0	0,012210	630	612	9,0	0,2942
159	150	4,5	0,01767	630	610	10,0	0,2942
219	203	8,0	0,03236	720	700	10,0	0,3848
273	257	8,0	0,05190	820	796	12,0	0,4976
273	255	9,0	0,05107	920	896	12,0	0,6305
325	309	8,0	0,07499	920	894	13,0	0,6277
325	307	9,0	0,07402	1020	994	13,0	0,7760
325	305	10,0	0,07306	1020	992	14,0	0,7729
377	357	10,0	0,1001	1220	1196	12,0	1,1240
426	412	7,0	0,1333	1420	1392	14,0	1,530
426	410	8,0	0,1320	1420	1394	13,0	1,525

Таблица 4-7

Удельный объем воды, м³/(ГДж·ч⁻¹) [м³/(Гкал·ч⁻¹)], в системе теплоснабжения

Характеристика теплопотребляющей системы	Перепад температуры воды в системе, °С					
	95—70	110—70	130—70	140—70	150—70	180—70
Система отопления, оборудованная радиаторами высотой:						
500 мм	4,66 [19,5]	4,20 [17,6]	3,61 [15,1]	3,49 [14,6]	3,18 [13,3]	2,65 [11,1]
1000 »	7,40 [31,0]	6,74 [28,2]	5,78 [24,2]	5,54 [23,2]	5,16 [21,6]	4,35 [18,2]
Система отопления, оборудованная плинтусными конвекторами	1,34 [5,0]	1,19 [5,0]	1,03 [4,3]	0,98 [4,1]	0,88 [3,7]	0,76 [3,2]
Система отопления промышленных зданий, оборудованная:						
ребристыми трубами	3,39 [14,2]	2,99 [12,5]	2,58 [10,8]	2,48 [10,4]	2,2 [9,2]	1,91 [8,0]
регистрами из гладких труб	8,84 [37,0]	7,64 [32,0]	6,45 [27,0]	6,21 [26,0]	5,73 [24,0]	5,25 [22,0]
Отопительно-вентиляционная система, оборудованная калориферами	2,03 [8,5]	1,79 [7,5]	1,55 [6,5]	1,43 [6,0]	1,31 [5,5]	1,05 [4,4]

где Q — расчетная тепловая нагрузка системы теплоснабжения; $V_{уд}$ — удельный объем воды в системе на 1 ГДж/ч или на 1 Гкал/ч, принимаемый по табл. 4-7.

4.7. Вентиляция

Гигиенические требования для вентилируемого помещения сводятся к созданию нужных температуры, влажности и скорости движения воздуха. По способу перемещения воздуха в вентилируемом помещении различают естественную и механическую вентиляцию. Естественная вентиляция осуществляется за счет теплового напора и ветра, механическая — за счет работы вентиляторов или эжекторов. Вентиляционные системы, только подающие в помещение свежий воздух, называются приточными, только извлекающие из помещения испорченный воздух — вытяжными, одновременно подающие в помещение свежий воздух и извлекающие из него испорченный — приточно-вытяжными. Тот или иной способ вентиляции помещения выбирается с учетом местных условий и технико-экономических соображений.

В производственных помещениях без токсичных выделений должна быть предусмотрена вентиляция, обеспечивающая воздухообмен (в литрах в секунду) на одного работающего в следующем количестве:

Объем здания на 1 чел., м³:	
менее 20	8,0
20—40	6,0
Помещение без окон и фонарей (независимо от объема здания)	11,0

В жилых помещениях, где нет значительного загрязнения воздуха, искусственная вентиляция не применяется, так как необходимая чистота воздуха вполне обеспечивается за счет естественной вентиляции.

Расход тепла на вентиляцию жилых помещений невелик (до 5—10% от расхода тепла на их отопление) и отдельно не подсчитывается, а учитывается удельной отопительной характеристикой жилого здания.

Самостоятельным потребителем тепла является приточная и приточно-вытяжная искусственная вентиляция. Свежий, наружный воздух, подаваемый в помещения, часто имеет температуру ниже температуры воздуха внутри вентилируемого помещения. Чтобы не вызвать понижения внутренней температуры, свежий воздух необходимо предварительно нагреть до внутренней температуры данного помещения. Подогрев воздуха в калориферах осуществляется или горячей водой, или паром. Летом в калориферах воздух можно охладить за счет пропуска холодной воды.

Сравнение расчетных температур для отопления ($t_{н.р}$) и вентиляции ($t_{н.в}$) показывает, что для одного и того же года вторая значительно выше первой. Это сделано с целью снижения расхода тепла на вентиляцию в холодное время года и уменьшения поверхности нагрева, а следовательно, и стоимости калорифера.

Из графика на рис. 4-12 видно, что по мере понижения наружной температуры расход тепла на вентиляцию увеличивается и достигает максимального значения при $t_{н.р}=t_{н.в}$, а затем остается постоянным за счет рециркуляции части воздуха. Соотношение свежего и рециркуляционного воздуха регулируется. Безусловно, рециркуляция ведет к некоторому снижению качества вентиляции помещения при низких наружных температурах. Поэтому при вентиляции ряда производственных помещений с вредными выделениями рециркуляция не допускается. В этом случае расчет вентиляционной установки ведется по расчетной наружной температуре для отопления. Характер суточного графика расхода тепла на вентиляцию зависит от режима работы вентилируемого помещения, т. е. используется ли оно круглосуточно или только часть суток. График продолжительности вентиляционной нагрузки строится так же, как и для отопительной нагрузки.

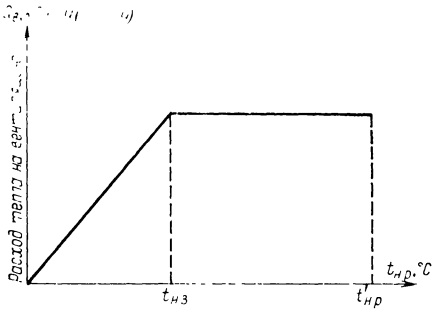


Рис. 4-12. Часовой график вентиляционной нагрузки

Часовой расход тепла на вентиляцию жилых зданий, не имеющих обычно специально оборудованной приточной системы, относительно невелик. Этот расход может быть оценен в 5—10% от расхода тепла на отопление. Расход тепла на вентиляцию производственных предприятий, а также коммунальных, общественных и культурных учреждений составляет значительную долю в суммарном теплопотреблении объекта.

На производственных предприятиях расход тепла на вентиляцию часто превышает расход на отопление. Для общественных зданий, театров, клубов и других учреждений расход тепла на вентиляцию может быть ориентировочно оценен в 20—30% от расхода на отопление. Расход тепла на вентиляцию должен определяться, как правило, на основании проектных данных. Он прямо пропорционален перепаду температур воздуха в калорифере. Для снижения расчетного расхода тепла на вентиляцию минимальная наружная температура, по которой производится расчет вентиляционных установок, $t_{н.в}$ принимается, как

правило, равной 1,25 средней температуры наиболее холодного месяца (обычно января): $t_{н.в} = 1{,}25\, t_{ср.янв}$, где $t_{ср.янв}$ — средняя температура наиболее холодного месяца.

Исключением являются только промышленные цехи с большим количеством вредных выделений, в которых вентиляционные установки рассчитываются по той же минимальной наружной температуре, что и отопление, т. е. температура $t_{н.в}$ принимается равной $t_{н.р}$. Когда температура наружного воздуха становится ниже $t_{н.в}$, расход тепла на вентиляцию не должен выходить за пределы расчетного. Это достигается сокращением кратности обмена. Для ориентировочных расчетов можно максимальный часовой расход тепла на вентиляцию исчислять в долях от максимального часового расхода тепла на отопление, принимая отношение вентиляционных нагрузок к отопительным в следующих пределах:

Жилые здания	0,05—0,2
Общественные здания	0,2—0,3
Производственные объекты	0,3—1,0

Воздушная завеса представляет собой искусственно созданную воздушную струю для воздействия на естественные потоки воздуха в помещении. Воздушные завесы с подогревом воздуха устраиваются у ворот дверей и технологических проемов отапливаемых зданий, расположенных в районах с расчетной температурой наружного воздуха для холодного периода года —15° С и ниже, когда исключена возможность устройства шлюзов и тамбуров. Воздушные завесы должны обеспечить расчетную температуру воздуха на рабочих местах.

4-8. Горячее водоснабжение

В последние десятилетия особенно широкое распространение в нашей стране получило центральное горячее водоснабжение. В связи с этим оно становится одним из крупных потребителей тепла, и в некоторых новых жилых районах расход тепла на горячее водоснабжение достигает 40% от общего годового теплопотребления района.

Горячая вода используется для хозяйственно-бытовых целей (табл. 4-8): а) в жилых зданиях (умывальники, души и т. д.); б) в общественных зданиях и на коммунальных предприятиях (детские ясли, сады, школы, бани, больницы, столовые и т. д.); в) в промышленных зданиях (души, умывальники, буфеты и т. д.).

К указанным в табл. 4-8 нормам расхода горячей воды вводятся приводимые ниже коэффициенты часовой неравномерности ее потребления.

Таблица 4-8

Нормы расхода горячей воды, л (СНиП II-34-76)

Потребитель	Единица измерения	Средняя в сутки за период со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8° С	В сутки наибольшего водопотребления	В час наибольшего водопотребления
Жилые дома квартирного типа, оборудованные:				
умывальниками, мойками и душами	1 житель	85	100	7,9
сидячими ваннами и душами		90	110	9,2
ваннами длиной от 1500 до 1700 мм и душами		105	120	10
Жилые дома квартирного типа при высоте зданий более 12 этажей и повышенных требованиях к их благоустройству		115	130	10,9
Предприятия по обслуживанию автомобилей	По нормам технологического проектирования			
Общежития с общими душевыми	1 житель	60		6,3
Общежития с общими душевыми, столовыми и прачечными		80		6,5
Гостиницы, мотели, пансионаты с общими ваннами и душами		70		8,2
Гостиницы с ваннами в отдельных номерах:				
до 25% общего числа номеров	1 житель	100		10,4
до 75% общего числа номеров		160		15,3
во всех номерах		200		16
Гостиницы с душами во всех отдельных номерах		140		12
Больницы, санатории общего типа, дома отдыха (с общими ваннами и душами)	1 койка	180		10,5

Продолжение табл. 4-8

Потребитель	Единица измерения	Средняя в сутки за период со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8° С	В сутки наибольшего водопотребления	В час наибольшего водопотребления
Санатории, дома отдыха с ваннами при всех жилых комнатах	1 койка	200		13
Поликлиники, амбулатории	1 больной	6		0,8
Прачечные:				
немеханизированные	1 кг сухого белья	15		15
механизированные		25		25
уборка помещения	1 м²	3		—
Здания и помещения управлений предприятий	1 работающий	5	7	2
Учебные заведения, общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах	1 учащийся и преподаватель в смену	6	8	1,2
Школы-интернаты	1 место	100		7,5
Детские ясли-сады с дневным пребыванием детей	1 ребенок	30		4,5
Детские ясли-сады с круглосуточным пребыванием детей		35		
Предприятия общественного питания:				
приготовление пищи, потребляемой на предприятии	1 блюдо	2		2
приготовление пищи, продаваемой на дом		1,5		1,5

Продолжение табл. 4-8

Потребитель	Единица измерения	Средняя в сутки за период со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8° С	В сутки наибольшего водопотребления	В час наибольшего водопотребления
Предприятия общественного питания:				
туалеты (умывальники общественного пользования)	1 кран	—		80
Продовольственные магазины	1 рабочее место	100		9,6
Парикмахерские		70		4,7
Театры	1 место зрителей	5		0,3
	1 артист	25		2,2
Стадионы, спортивные залы для физкультурников (с учетом приема душа)	1 физкультурник	30		2,5
Плавательный бассейн (с учетом приема душа)	1 спортсмен	60		5
Бани:				
мытье в мыльной с тазами на скамьях и с обливанием в душе	1 посетитель	120		120
мытье в мыльной с тазами на скамьях с приемом оздоровительных процедур		190		190
душевая кабина		290		290
ванная кабина		360		360
уборка пола помещений мыльных, душевых, парильных	1 м²	3		—
умывальник у оператора-мозолиста	1 кран	—		8

Продолжение табл. 4-8

Потребитель	Единица измерения	Средняя в сутки за период со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8° С	В сутки наибольшего водопотребления	В час наибольшего водопотребления
Обслуживающий персонал общественных зданий	1 человек в смену	7		8
Душевые во вспомогательных зданиях и помещениях предприятий и в спортивных сооружениях	1 душевая сетка	—		270
Душевые в клубах, домах культуры, театрах:				
с общими раздевальными				180
с индивидуальными душевыми кабинами				110
Водоразборные точки у технологического оборудования или мойки столовых, кафе, чайных, кондитерских и магазинов	1 водоразборная точка	—		280 (уточняется по нормам технологического проектирования)
Холодильники:				
мойка полов	1 м²	3		—
мойка инвентаря	1 м² поверхности	4		4
мойка подъемно-транспортных средств (электропогрузчики, электрокары и др.)	1 машина	150		150
Метрополитены (уборка помещений)	1 кран	—		150

Продолжение табл. 4-8

Потребитель	Единица измерения	Средняя в сутки за период со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8° С	В сутки наибольшего водопотребления	В час наибольшего водопотребления
Цехи с избытками явного тепла более 82,74 кДж (20 ккал) на 1 м³ помещения в час	1 работающий в смену	24		8,4
Остальные цехи		11		4,4
Гаражи при ручной мойке машин:				
легковых	1 машина	150	200	200
грузовых		200	300	300
автобусов		250	350	350

Примечания: 1. Нормы расхода горячей воды в сутки и в час наибольшего водопотребления учтены в общих нормах потребления воды, определяемых в соответствии со СНиП по проектированию внутреннего водопровода и канализации зданий. 2. Нормы расхода горячей воды установлены для средней температуры воды в водоразборных стояках систем горячего водоснабжения 55° С. 3. Среднюю температуру воды в системах централизованного горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором горячей воды из трубопроводов тепловой сети следует принимать 65° С, а нормы расхода воды определять с коэффициентом 0,85. 4. В нормах расхода горячей воды в час наибольшего водопотребления учтена характерная неравномерность потребления горячей воды на объектах. 5. Нормы потребления горячей воды на 1 койку в больницах, санаториях и домах отдыха приняты с учетом расхода воды в столовой и прачечной. 6. Нормы расхода воды на душевую сетку во вспомогательных зданиях и помещениях предприятий, в спортивных сооружениях, клубах, Дворцах культуры, театрах приняты из условия продолжительности действия душевой сетки 45 мин.

Значения коэффициента часовой неравномерности потребления горячей воды в жилых зданиях:

Число жителей в здании или группе зданий	50	100	150	200	250	300	500	1000	3000	6000
Коэффициент часовой неравномерности K	4,5	3,5	3	2,9	2,8	2,7	2,5	2,3	2,1	2

Значения коэффициента одновременности потребления горячей воды в жилых зданиях в зависимости от числа квартир:

Число квартир в здании или группе зданий	6	10	25	50	100	150	200	300	400	1000
Коэффициент одновременности K_1	0,6	0,49	0,39	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24

Значения коэффициента часовой неравномерности потребления горячей воды в гостиницах:

Число людей, проживающих в гостинице, тыс. чел.	60	150	300	400	600	900
Коэффициент часовой неравномерности, K	4,6	3,8	3,3	3,1	3	2,9

Значения коэффициента часовой неравномерности потребления горячей воды в больницах общего типа:

Больницы с числом коек, тыс.	35	50	75	100	200	300	500	1000
Коэффициент часовой неравномерности K	3,2	2,9	2,6	2,4	2	1,9	1,7	1,6

Особенностью данного вида потребления тепла является непосредственное использование горячей воды из тепловой сети (открытая система), поступающей от источника теплоснабжения (ТЭЦ, котельная).

Горячая вода, подаваемая потребителям, должна соответствовать ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая».

Согласно санитарным нормам, вода, отбираемая из тепловой сети и расходуемая на бытовые нужды в любое время года, должна иметь нормальные значения коли-титра (от 300 и выше) и микробного числа (ниже 100); цветность воды не должна быть выше 30—50°, а прозрачность — не ниже 30 см. Для удовлетворения этих требований необходимо производить деаэрацию подпиточной воды в деаэраторах атмосферного или вакуумного типа в зависимости от давления греющего пара. При отсутствии пара разработаны способы получения пара из сетевой воды с применением деаэрации под глубоким вакуумом. Могут применяться также методы химической деаэрации, при которых кислород в воде связывается химическим реагентом (сульфатирование). Для улучшения качества воды после завершения ежегодных ревизий и ремонтов необходимо производить

гидропневматическую промывку тепловых сетей и систем отопления. Отступления от санитарных норм по цветности и прозрачности воды допускаются в период включения систем отопления на срок до 7 дней, в период паводков и в период освоения систем горячего водоснабжения на срок до 1—7 мес; при этом допускаются отступления по цветности воды до 70°, по прозрач-

Таблица 4-9

Качество воды для подпитки водяных тепловых сетей

Показатель качества воды	Максимальная температура подогрева сетевой воды		
	До 75 °С	76—100 °С	101—200 °С
Растворенный кислород, мг/кг	0,1	Не более 0,1	0,05
Взвешенные вещества, мг/кг		5	
Карбонатная жесткость, мг-экв/кг	1,5		0,7
pH		6,5—8,5	
Остаточная общая жесткость при использовании воды от продувки котлов (допускается в закрытых системах теплоснабжения), мг-экв/кг	—	0,1	0,05
Условная сульфатно-кальциевая жесткость		—	В пределах величин, исключающих выпадение из раствора $CaSO_4$
Свободная углекислота	Должна отсутствовать		

Примечания: 1. При открытой системе теплоснабжения и при тепловых сетях горячего водоснабжения вода для подпитки должна удовлетворять требованиям ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая». 2. Для закрытых систем теплоснабжения допускается значение pH более 8,5.

ности — до 20 см шрифта и по содержанию железа — до 0,07—0,8 мг/л. Период обновляемости воды (в часах) в тепловой сети, имеющий решающее значение для улучшения качества воды, определяется по формуле

$$r = V_c/G_{ср},$$

где V_c — объем воды в тепловой сети и подключенных к ней системах отопления и горячего водоснабжения, м³; $G_{ср}$ — средний продолжительный расход воды, отбираемой из сети, м³/ч.

С уменьшением r, т. е. сокращением периода обновляемости воды в сети, улучшаются ее цветность и прозрачность.

В закрытых системах сетевая вода обновляется в срок от 1 до 3 мес, в открытых же сетях при достаточном водоразборе срок обновляемости воды меньше 25 ч. При этих сроках обнов-

Таблица 1-10

Установка диафрагм на подводках перед санитарными приборами в зависимости от минимального напора и этажности здания

Минимальный напор, м	Тип санитарных приборов	Диаметр отверстий диафрагм, мм, при этажности зданий						
		1; 2	3	4	5; 6	7; 8	9; 10; 11	12; 13; 14
20	Умывальники	3	—	—	—	—	—	—
	Раковины, мойки	4	—	—	—	—	—	—
	Души, ванны	5	—	—	—	—	—	—
25	Умывальники	2,5	3	—	—	—	—	
	Раковины, мойки	3	4	—	—	—	—	—
	Души, ванны	4	5	—	—	—	—	—
30	Умывальники	2,5	3		—	—	—	—
	Раковины, мойки	3	4		—	—	—	—
	Души, ванны	4	5		—	—	—	—
35	Умывальники	2,5		3		—	—	—
	Раковины, мойки	3		4		—	—	—
	Души, ванны	4		5		—	—	—
40	Умывальники	2	2,5		3		—	—
	Раковины, мойки	2,5	3		4		—	—
	Души, ванны	3	4		5		—	—
50	Умывальники	2			2,5		3	—
	Раковины, мойки	2,5			3		4	—
	Души, ванны	3			4		5	—
60	Умывальники	2				2,5		3
	Раковины, мойки	2,5				3		4
	Души, ванны	3				4		5

ляемости сетевая вода по своим качественным показателям должна отвечать требованиям стандарта для питьевой воды (табл. 4-9).

Временные отступления допускаются только в открытых системах.

Теоретический дополнительный среднечасовой расход сетевой воды на горячее водоснабжение при различной наружной температуре составляет:

Наружная температура $t_{н.р}$, °С	2,5	0	—5	—10	—15	—20	—26
Дополнительный расход воды на 4 ГДЖ/ч (1 Гкал/ч) среднего расхода тепла на горячее водоснабжение:							
в кубических метрах	18	14,4	9,9	6,85	4,3	2,7	0,9
в процентах	100	80	55	38	24	15	5

Для наладки систем горячего водоснабжения путем диафрагмирования в первую очередь следует диафрагмировать вводы в зданиях, расположенных в головных участках тепловой сети. Расчет стояков горячего водоснабжения производится из условия соблюдения свободного напора у разборных кранов 2—3 м.

Фактически свободный напор у кранов на нижних этажах превышает 20—40 м, что резко увеличивает расход воды через них и уменьшает расход у приборов верхних этажей. Для устранения этого недостатка следует установить диафрагмы на подводках горячей и холодной воды перед водоразборными кранами и смесителями ванн, душей согласно табл. 4-10.

Например, при напоре на вводе шестиэтажного здания 30 м необходимо установить диафрагмы со следующими диаметрами отверстий: на первом и втором этажах — 2,5; 3 и 4 мм; на третьем и четвертом этажах — 3; 4 и 5 мм; на пятом и шестом этажах установка диафрагм не требуется.

4-9. Системы регулирования отпуска тепловой энергии

Для систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха главным фактором, влияющим на расход тепла, является температура наружного воздуха. Расходы тепла на покрытие нагрузок горячего водоснабжения и технологического потребления от температуры наружного воздуха не зависят. Методика изменения отпуска тепла потребителям в соответствии с графиками их теплопотребления называется системой регулирования отпуска тепла.

Различают центральное, групповое и местное регулирование отпуска тепла. Центральное регулирование тепловой нагрузки осуществляется у источника тепла — на ТЭЦ или в районной котельной. Групповое и местное регулирования производятся у потребителей тепла и рассматриваются как дополнительные к центральному.

Групповое регулирование может выполняться в тепловых пунктах промышленных предприятий, в групповых или индивидуальных узлах присоединения местных систем, а местное — у нагревательных приборов систем потребления. По условиям

эксплуатации центральное регулирование предпочтительнее группового и местного.

При теплоносителе воде среднюю температуру в нагревательном приборе можно регулировать изменением температуры теплоносителя при входе в нагревательный прибор, выходе из него или одновременным изменением на входе и выходе.

В зависимости от метода воздействия на среднюю температуру теплоносителя известны три системы центрального регулирования отпуска тепла в водяных системах теплоснабжения:

а) качественное — изменением температуры воды в подающем трубопроводе (без регулирования расхода воды);

б) количественное — изменением расхода воды при сохранении постоянной температуры воды в подающем трубопроводе;

в) качественно-количественное — изменением температуры и расходов воды в подающем трубопроводе.

В городских системах централизованного теплоснабжения преимущественно применяется центральное качественное регулирование отпуска тепла, дополняемое на вводах потребителей местным количественным регулированием. В промышленных системах теплоснабжения, характеризующихся большими нагрузками воздушного отопления, возможно частичное применение количественного регулирования тепловой нагрузки. Применение качественно-количественного регулирования отпуска тепла возможно только при одной отопительной нагрузке. Значительного распространения этот метод регулирования не получил.

Качественный метод регулирования. Температурный график для отопительной нагрузки при качественном регулировании строится из предположения постоянного расхода воды в системах отопления в течение всего отопительного сезона. Отпуск тепла регулируется изменением температуры воды в подающей магистрали тепловой сети. Конечной задачей регулирования является поддержание заданной температуры в помещении за счет теплоотдачи нагревательных приборов. Теплоотдача нагревательных приборов должна соответствовать тепловым потерям через ограждающие конструкции зданий, т. е. через стены, окна, перекрытие верхнего этажа и пол первого этажа.

Циркуляция постоянного количества (расхода) воды стабилизирует гидравлический режим сети, так как на всем протяжении отопительного сезона каждый ввод имеет постоянный перепад давлений. Однако следует иметь в виду, что в условиях реальной эксплуатации будет изменяться расход воды в тепловой сети вследствие присоединения и отключения потребителей, а главным образом ввиду колебаний нагрузки горячего водоснабжения из-за переменной температуры сетевой воды, суточных и недельных колебаний в разборе горячей воды.

Температурный график (табл. 4-11) может строиться по отопительной нагрузке, тогда он называется отопительным или

Таблица 4-11

Температурный график

Температура наружного воздуха, °С	Температура сетевой воды в трубопроводе при максимальной температуре, °С							Температура воды в отопительной системе при максимальной температуре, °С				
	в подающем T_1							в подающем T_1				
								95	100	105	110	95
								и обратном T_2 трубопроводах				
	130	140	150	180	144	130 140 150 180	144	70				72
								и коэффициенте смешения				
						и обратном T_2		1,4 1,8 2,2 3,4	1,0 1,33 1,67 2,66	0,72 1,0 1,79 2,14	0,5 0,75 1,0 2,33	2,13
						70	72					
+10	44	45	47	53	51	33	32	37	38	39	40	42
+9	46	49	51	58	54	34	33	39	40	42	43	44
+8	49	52	54	65	57	35	35	41	42	44	45	46
+7	52	55	57	69	60	36	36	43	44	46	47	48
+6	55	57	60	70	63	38	34	45	46	48	49	49
+5	57	60	63	72	65	39	39	47	48	50	51	51
+4	60	64	66	75	68	40	40	48	50	52	54	53
+3	62	67	69	80	71	42	41	50	52	54	56	55
+2	65	70	72	85	74	43	42	52	54	56	58	57
+1	68	73	75	88	76	44	44	54	56	58	60	58
+0	70	74	78	91	79	45	45	55	58	60	62	59
—1	73	78	81	95	82	46	46	57	59	62	64	60
—2	75	81	84	100	85	47	47	59	61	64	66	61
—3	78	84	87	103	87	48	48	60	63	66	68	62
—4	80	86	90	107	90	49	49	62	65	68	70	64
—5	83	88	93	110	93	50	50	64	67	70	72	65
—6	85	92	96	114	95	51	51	65	68	71	74	66
—7	87	95	99	117	98	52	52	67	70	73	76	67
—8	89	98	102	121	100	53	53	69	72	75	78	68
—9	91	100	105	125	103	54	54	70	74	77	79	69
—10	95	101	108	128	106	55	55	72	75	79	80	71
—11	97	106	110	131	108	56	56	75	77	80	83	72
—12	99	108	113	134	111	57	57	75	79	82	85	73
—13	102	111	116	137	113	58	58	77	80	84	87	74
—14	104	112	119	141	116	59	59	78	82	86	89	75
—15	108	114	122	145	119	60	60	80	84	88	91	76
—16	109	119	125	149	121	61	61	81	85	90	93	77
—17	111	122	128	155	124	62	63	83	87	91	95	78
—18	114	124	131	158	126	63	64	85	89	93	97	80
—19	116	126	133	160	129	64	65	86	90	95	99	82
—20	119	127	136	163	132	65	66	88	92	97	101	84
—21	121	131	139	167	134	66	68	89	94	98	103	86
—22	123	133	142	170	137	67	69	91	95	100	105	88
—23	125	136	144	174	139	68	70	92	97	102	106	90
—24	128	138	147	177	142	69	71	94	98	103	108	93
—25	130	140	150	180	141	70	72	95	100	105	110	95

нормальным графиком, и по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения, тогда он называется в закрытой системе повышенным графиком, а в открытой системе — скорректированным графиком.

Средняя за сутки температура подаваемой воды (с допуском колебаний в пределах отдельных часов) должна строго соответствовать средней за сутки температуре наружного воздуха.

Предварительно средняя температура воздуха берется по прогнозу погоды.

Недостаток центрального качественного регулирования состоит в том, что оно не всегда удовлетворяет условиям отопления всех жилых зданий, так как расчет температурного графика ведется по типовому абоненту и не учитывает солнечной радиации, бытовых тепловыделений и ветра.

4-10. Гидравлический режим тепловой сети

Характеристика гидравлического режима водяной тепловой сети. Для регулирования гидравлического режима водяных систем теплоснабжения необходимо знать гидравлические характеристики насосов и сети.

Характеристики насосов задаются заводами и представляют собой зависимость напора от расхода воды через насос при постоянном числе оборотов колеса насоса. Характеристика тепловой сети, в которой падение давления подчиняется квадратичному закону, представляет собой параболу

$$\Delta P / P_q = \Delta H = SV^2,$$

где ΔH — потеря напора, м; S — сопротивление сети при расходе $G = 1$ м³/с.

Сопротивление сети зависит от ее геометрических размеров, абсолютной шероховатости внутренней поверхности трубопроводов, эквивалентной длины местных сопротивлений и плотности теплоносителя. Сопротивление сети не зависит от расхода теплоносителя.

Суммарная характеристика нескольких насосов, работающих на одну сеть, зависит от способа их включения. При параллельном включении насосов суммарная характеристика строится путем сложения расходов воды, при последовательном включении — путем сложения напоров.

Расчет гидравлического режима водяной сети заключается в определении расходов сетевой воды у потребителей и на отдельных участках сети, а также значений абсолютных и располагаемых напоров в узловых точках сети и на вводах потребителей при заданном режиме работы сети. В ряде случаев расчетом проверяется перераспределение теплоносителя между потребителями при различных нарушениях гидравлического режима в сети и у потребителей.

Регулирование гидравлических режимов водяных тепловых сетей. Под гидравлическим режимом тепловых сетей принято понимать распределение давлений и потоков теплоносителя по длине тепловых сетей в соответствии с требуемым отпуском тепла.

Целью регулирования гидравлических режимов является поддержание нормальных расходов теплоносителя во всей сети и на отдельных ее участках.

В реальных условиях потери напора в сетях значительно превосходят потери напора в системах потребителей тепла. Это и является в неавтоматизированных системах теплоснабжения причиной малой гидравлической устойчивости. Так, например, потери напора в наружных сетях изменяются в пределах 40—120 м, а в системах потребителей тепла — в пределах 1—10 м.

Под гидравлической устойчивостью систем теплоснабжения понимается способность поддерживать распределение теплоносителя между отдельными потребителями или заданный гидравлический режим. Гидравлическое регулирование тепловых сетей и местных систем при помощи задвижек, кранов и вентилей, установленных на тепловых вводах и на подводках к нагревательным приборам, не рекомендуется, так как при каком-либо временном ограничении теплоснабжения данной системы каждый потребитель в отдельности пытается улучшить работу своих нагревательных приборов полным открытием ранее отрегулированных устройств, чем нарушает все ранее произведенное регулирование.

Повышение гидравлического сопротивления систем теплопотребления или отдельных приборов достигается установкой дроссельных диафрагм на каждом приборе или на тепловых вводах систем.

Вместо дроссельных диафрагм могут быть установлены регулировочные клапаны или устройства. При подключении систем теплопотребления при помощи элеватора диаметр его сопла рассчитывается не на коэффициент смешения, а на гашение всего избыточного напора, т. е. по тому же принципу, что и дроссельные диафрагмы. Повышение гидравлической устойчивости систем теплоснабжения может быть достигнуто не только установкой диафрагм, но и последовательным включением групп нагревательных приборов. Например, калориферы в приточных установках могут быть при теплоносителе воде соединены последовательно по ходу воды — до 12—16 калориферов в одном блоке. В тепловой сети для повышения гидравлической устойчивости надо максимально снижать потери напора, работать всегда с открытыми задвижками. Следует отметить, что понижение напора приводит к увеличению диаметров труб и капитальных вложений в тепловые сети. Правильное решение можно найти проведением технико-экономического расчета.

4-11. Гидравлический расчет

Гидравлический расчет является одним из важнейших разделов проектирования и эксплуатации тепловой сети. В его задачу входят:

а) определение диаметров трубопроводов;

б) определение падения давления (напора);

в) установление пропускной способности трубопроводов (табл. 4-12, 4-13, 4-14);

г) установление значений давлений (напоров) в различных точках сети;

д) увязка всех точек системы при статическом и динамическом режимах для обеспечения допустимых давлений и требуемых напоров в сети абонентских систем.

Результаты гидравлического расчета дают исходный материал:

а) для определения капиталовложений, расхода металла (труб) и основного объема работ по сооружению тепловой сети;

б) для установления характеристик циркуляционных и подпиточных насосов, числа насосов и их размещения;

в) для выяснения условий работы тепловой сети и абонентских систем и выбора схем присоединения абонентских систем к тепловой сети;

г) для выбора системы автоматизации тепловой сети и абонентских вводов;

д) для разработки рациональных режимов эксплуатации.

Исходными данными для гидравлического расчета трубопроводов являются расчетные тепловые нагрузки и принятые параметры теплоносителя. Расчетные расходы тепла сводятся в таблицу.

При теплоносителе воде расчетные расходы воды G, т/ч, для гидравлического расчета тепловых сетей определяются по формуле

$$G = C\frac{Q}{1000\,\Delta t},$$

где Q — расход тепла; Δt — перепад температур сетевой воды при расчетных температурах наружного воздуха; C — удельная теплоемкость воды.

Расходы воды для отопления и вентиляции определяются по максимальным часовым тепловым нагрузкам и расчетным перепадам температур сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах согласно расчетным температурам наружного воздуха. Расход воды на бытовое горячее водоснабжение жилых домов для схем с непосредственным водоразбором при качественном методе регулирования предусматривается в количестве 15—20% от отопления.

Расход воды на бытовое горячее водоснабжение коммунальных и общественных зданий с расходом воды, систематически

Таблица 4-12

Пропускная способность трубопроводов водяных тепловых сетей Q, ГДж/ч (Гкал/ч)

Условный диаметр трубопровода D_y, мм	При температурных графиках, °С											
	150—70				130—70				95—70			
	и удельных потерях давления на трение Δh, Па (кгс/м²) на 1 м длины трубы											
	49,1 (5)	98,1 (10)	147,2 (15)	196,2 (20)	49,1 (5)	98,1 (10)	147,2 (15)	196,2 (20)	49,1 (5)	98,1 (10)	147,2 (15)	196,2 (20)
25	0,167 (0,04)	0,209 (0.05)	0,293 (0,07)	0,334 (0,08)	0,125 (0,03)	0,167 (0,04)	0,209 (0,05)	0,251 (0,06)	0,041 (0,01)	0,071 (0,017)	0,083 (0,02)	0,1 (0,024)
32	0,293 (0,07)	0,376 (0,09)	0,460 (0,11)	0,502 (0,12)	0,209 (0,05)	0,293 (0,07)	0,334 (0,08)	0,376 (0,09)	0,083 (0,02)	0,121 (0,029)	0,104 (0,025)	0,117 (0,028)
40	0,460 (0,11)	0,628 (0,15)	0,795 (0,19)	0,921 (0,22)	0,334 (0,08)	0,502 (0,12)	0,502 (0,12)	0,669 (0,16)	0,146 (0,35)	0,209 (0,05)	0,251 (0,06)	0,293 (0,07)
50	0,837 (0,2)	1,17 (0,28)	1,42 (0,34)	1,67 (0,4)	0,628 (0,15)	0,879 (0,21)	1,08 (0,26)	1,25 (0,3)	0,251 (0.06)	0,376 (0,09)	0,460 (0,11)	0,502 (0,12)
70	1,96 (0,47)	2,80 (0,67)	3,43 (0,82)	3,93 (0,94)	1,46 (0,35)	2,13 (0,51)	2,55 (0,61)	2,93 (0,7)	0,628 (0,15)	0,879 (0,21)	1,04 (0,25)	1,21 (0,29)
80	3,14 (0,75)	4,39 (1,05)	5,44 (1,3)	6,28 (1,5)	2,34 (0,56)	3,30 (0,79)	4,06 (0,97)	4,60 (1,1)	0,963 (0,23)	1,38 (0,33)	1,67 (0,4)	1,96 (0,47)
100	5,23 (1,25)	7,32 (1,75)	9,21 (2,2)	10,46 (2,5)	3,89 (0,93)	5,52 (1,32)	6,90 (1,65)	7,95 (1,9)	1,63 (0,39)	2,30 (0,55)	2,84 (0,68)	3,30 (0,79)
125	9,21 (2,2)	13,39 (3,2)	16,32 (3,9)	18,84 (4,5)	7,11 (1,7)	10,0 (2,4)	12,14 (2,9)	14,23 (3,4)	2,93 (0,7)	4,18 (1)	5,15 (1,23)	5,86 (1,4)
150	15,49 (3,7)	21,35 (5,1)	26,37 (6,3)	31,40 (7,5)	11,72 (2,8)	15,91 (3,8)	19,67 (4,7)	23,44 (5,6)	4,81 (1,15)	6,69 (1,6)	7,95 (1,9)	9,63 (2,3)
175	26,37 (6,3)	37,68 (9)	46,05 (11)	52,33 (12,5)	19,67 (4,7)	28,05 (6,7)	34,75 (8,3)	39,35 (9,4)	7,95 (1,9)	11,72 (2,8)	14,23 (3,4)	16,32 (3,9)
200	36 (8,6)	50,24 (12)	62,80 (15)	71,17 (17)	26,79 (6,4)	38,10 (9,1)	46,05 (11)	54,43 (13)	11,28 (2,7)	15,91 (3,8)	19,67 (4,7)	22,60 (5,4)
250	58,61 (14)	92,11 (22)	108,86 (26)	125,61 (30)	46,05 (11)	66,99 (16)	83,74 (20)	96,30 (23)	— —	— —	— —	— —

Условный диаметр трубопровода D_y, мм	При температурных графиках, °С											
	150—70				130—70				95—70			
	и удельных потерях давления на трение Δh, Па (кгс/м²) на 1 м длины трубы											
	49,1 (5)	98,1 (10)	147,2 (15)	196,2 (20)	49,1 (5)	98,1 (10)	147,2 (15)	196,2 (20)	49,1 (5)	98,1 (10)	147,2 (15)	196,2 (20)
300	104,67 (25)	142,35 (34)	200 (48)	79,55 (19)	108,86 (26)	133,98 (32)	150,73 (36)	—	—	—	—	—
350	150,73 (36)	213,53 (51)	263,78 (63)	305,65 (73)	113,04 (27)	284,71 (68)	196,78 (47)	230,28 (55)	—	—	—	—
400	221,91 (53)	314,02 (75)	385,20 (92)	443,82 (106)	167,48 (40)	234,47 (56)	288,90 (69)	330,77 (79)	—	—	—	—
450	301,46 (72)	431,26 (103)	523,37 (125)	615,48 (147)	226,09 (54)	322,39 (77)	389,39 (93)	460,57 (110)	—	—	—	—
500	401,95 (96)	565,24 (135)	686,66 (164)	803,90 (192)	301,46 (72)	427,07 (102)	515 (123)	602,92 (144)	—	—	—	—
600	628,05 (150)	887,64 (212)	1088,62 (260)	1272,84 (304)	473,13 (113)	665,73 (159)	816,46 (195)	954,63 (228)	—	—	—	—
700	904,39 (216)	1272,84 (304)	1540,81 (368)	1808,78 (432)	678,29 (162)	954,63 (228)	1155,61 (276)	1356,58 (324)	—	—	—	—
800	1272,84 (304)	1854,84 (443)	2177,24 (520)	2575 (615)	954,63 (228)	1356,58 (324)	1632,93 (390)	1926,02 (460)	—	—	—	—
900	1737,60 (415)	2449,39 (585)	2951,83 (705)	3454,27 (825)	1297,97 (310)	1829,71 (437)	2206,54 (527)	2583,37 (617)	—	—	—	—
1000	2260,98 (540)	3182,12 (760)	3893,91 (930)	4521,96 (1080)	1695,73 (405)	2386,59 (570)	1336 34 (558)	3391,47 (810)	—	—	—	—
1200	3579,88 (855)	5024,4 (1200)	6238,63 (1490)	7327,25 (1750)	2679,68 (640)	3768,3 (900)	4605,7 (1100)	5401,23 (1290)	—	—	—	—
1400	5359,36 (1280)	7704,08 (1840)	9378,88 (2240)	10718,72 (2560)	4019,52 (960)	5778,06 (1380)	7034,16 (1680)	8039.04 (1920)	—	—	—	—

Примечание. Пропускная способность Q указана для чисто отопительной нагрузки при эквивалентной шероховатости трубы $k_э = 0{,}5$ мм и среднем удельном весе теплоносителя 9399,02 Н/м³ (958‘4 кгс/м³).

превышающим расход воды на отопление, учитывается: при наличии аккумуляторов у абонентов — по средней часовой нагрузке; при отсутствии аккумуляторов — по максимальной часовой нагрузке.

Баки-аккумуляторы ставятся для создания запаса воды, выравнивающего субботний максимум, и рассчитываются на 4-часовой максимальный расход.

Таблица 4-13

Пропускная способность (в тоннах в час) паропроводов с П-образными компенсаторами при потере давления 0,98 МПа/км (1 ат/км) с учетом местных сопротивлений ($k_э$ = 0,2 мм)

Условный диаметр трубопровода $D_у$, мм	При параметрах пара: $P_{раб}$, МПа (кгс/см²); t, °С; γ, Н/м³ (кгс/м³)				
	$P_{раб}$=0,78 (8) t=250 γ=32,83 (3,35)	$P_{раб}$=1,27 (13) t=300 γ=48,80 (4,98)	$P_{раб}$=1,57 (16) t=325 γ=57,33 (5,85)	$P_{раб}$=2,06 (21) t=350 γ=70,36 (7,18)	$P_{раб}$=3,53 (36) t=425 γ=115,54 (11,79)
25	0,035	0,045	0,05	0,055	0,07
32	0,06	0,08	0,085	0,095	0,12
40	0,1	0,13	0,14	0,16	0,2
50	0,2	0,24	0,26	0,29	0,37
70	0,45	0,55	0,6	0,67	0,85
80	0,73	0,9	0,95	1,1	1,3
100	1,2	1,5	1,6	1,7	2,3
125	2,2	2,7	2,9	3,2	4,1
150	3,5	4,0	4,5	5,0	6,5
175	5,5	7,0	7,5	8,0	11,0
200	7,5	9,5	10,0	11,0	15,0
250	13,0	17,0	18,0	20,0	25,0
300	21,0	26,0	28,0	31,0	39,0
350	31,0	39,0	42,0	47,0	58,0
400	45,0	56,0	58,0	65,0	81,0
450	59,0	72,0	—	—	—
500	77,0	95,0	—	—	—
600	118,0	140	—	—	—
700	165	200	—	—	—
800	235	285	—	—	—
900	315	385	—	—	—
1000	415	500	—	—	—

При гидравлических расчетах квартальных водяных тепловых сетей потери давления на трение принимаются в размере до 98,1—147 Па (10—15 мм вод. ст.), а магистральных — до 78,8 Па (8 мм вод. ст.) на 1 м длины трубопровода при наличии избыточного давления, обеспечивающего необходимую разность давлений перед элеватором. Эквивалентная шероховатость новых труб принимается для водяных сетей $k_э$=0,5 мм.

Гидравлические расчеты существующих тепловых сетей производятся по гидравлическим сопротивлениям отдельных участков на основе проведенных в процессе эксплуатации гидравлических испытаний этих сетей.

Таблица 4-14

Пропускная способность (в тоннах в час) паропроводов с сальниковыми компенсаторами и конденсатопроводов при потере давления 0,98 МПа/км (1 ат/км) с учетом местных сопротивлений ($k_э$ = 0,2 мм — для паропроводов и 0,1 мм — для конденсатопроводов)

Условный диаметр трубопровода D_y, мм	Паропроводы с сальниковыми компенсаторами при параметрах пара				Условный диаметр конденсатопровода D_y, мм	Конденсатопроводы при γ = 9392,3 Н/м³ (958,4 кгс/м³) и удельных потерях давления на трение Δh, Па (кгс/м²), на 1 м длины трубы			
	$P_{раб}$ = 0,78 МПа (8 кгс/см²) t = 250 °С; γ = 32,83 Н/м³ (3,35 кгс/м³)		$P_{раб}$=1,22 МПа (12,5 кгс/см²) t = 300 °С; γ = 46,84 Н/м³ (4,78 кгс/м³)						
	для транзитных сетей	для разветвленных сетей	для транзитных сетей	для разветвленных сетей		49,1 (5)	98,1 (10)	147,2 (15)	196,2 (20)
100	1,3	1,3	1,6	1,5	25	0,41	0,58	0,72	0,83
125	2,4	2,3	2,9	2,7	32	0,71	1,02	1,24	1,42
150	3,9	3,7	4,7	4,3	40	1,2	1,7	2,07	2,4
175	6,9	6,4	8,2	7,5	50	2,2	3,1	3,8	4,4
200	9,4	8,5	11,0	10,3	70	5,2	7,4	9,1	10,5
250	16,8	15,6	20	18,5	80	8,2	11,5	14	16,5
300	26	24	31	29	100	14	20	24	28
350	39	36	47	43	125	25	36	44	51
400	56	53	67	62	150	41	58	72	82
450	78	68	93	83	175	72	100	125	140
500	102	90	120	108	200	98	135	165	195
600	160	140	190	170	250	180	250	310	350
700	225	200	270	240	300	280	400	500	560
800	320	285	380	340	350	420	590	720	840
900	430	385	515	460	400	610	860	1050	1220
1000	570	500	670	600	450	820	1180	1450	1650
—	—	—	—	—	500	1100	1550	1900	2200

Примечание. Рекомендуемые максимальные скорости пара в паропроводах:

Условный диаметр труб D_y, мм	до 200	выше 200
Максимальная скорость пара в паропроводах, м/с:		
перегретого	50	80
насыщенного	35	60

Город	Отопительный период				
	Продолжительность (в сутках)	Температура			
		расчетная для проектирования		средняя отопительного периода	средняя самого холодного месяца
		отопления	вентиляции		
Европейская часть СССР:					
Архангельск	251	—32	—19	—4,7	—12,5
Астрахань	172	—22	—8	—1,6	—6,8
Баку	119	—4	+1	+5,1	+3,8
Брянск	206	—24	—13	—2,6	—8,5
Вильнюс	194	—23	—9	—0,9	—5,5
Воронеж	199	—25	—14	—3,4	—9,3
Ворошиловград	180	—25	—10	—1,6	—6,6
Волгоград	182	—22	—13	—3,4	—9,2
Горький	218	—30	—16	—4,7	—12,0
Златоуст (Челябинская обл.)	232	—30	—20	—6,6	—15,4
Иваново	217	—28	—16	—4,4	—11,8
Казань	218	—30	—18	—5,7	—13,5
Калинин	219	—29	—15	—3,7	—10,4
Киев	187	—21	—10	—1,1	—5,9
Киров	231	—31	—19	—5,8	—14,2
Кишинев	166	—15	—7	+0,6	—3,5
Куйбышев	206	—27	—18	—6,1	—13,8
Курск	198	—24	—14	—3,0	—8,6
Ленинград	219	—25	—11	—2,2	—7,9
Львов	183	—19	—7	+0,3	—3,9
Магнитогорск	218	—34	—22	—7,9	—16,9
Махачкала	151	—14	—2	+2,6	—0,4
Минск	203	—25	—10	—1,2	—6,9
Москва	205	—25	—14	—3,2	—9,4
Мичуринск	202	—26	—15	—4,3	—10,8
Мурманск *	281	—28	—18	—3,3	—10,1
Нижний Тагил (Свердловская обл.)	238	—34	—21	—6,6	—16,1
Новороссийск	134	—13	—2	+4,4	+2,6
Одесса	165	—17	—6	+1,0	—2,5
Оренбург	201	—29	—20	—8,1	—14,8
Орск (Оренбургская обл.)	204	—29	—21	—7,9	—16,4
Пенза	206	—27	—17	—5,1	—12,1
Пермь	226	—34	—20	—6,4	—15,1
Петрозаводск	237	—29	—14	—2,9	—
Рига	205	—20	—9	—0,6	—5,0
Ростов-на-Дону	175	—22	—8	—1,1	—5,7
Рязань	212	—27	—16	—4,2	—11,1
Саратов	198	—25	—16	—5,0	—11,9
Свердловск	228	—31	—20	—6,4	—15,3
Смоленск	210	—26	—13	—2,7	—8,6
Стерлитамак * (Башкирская АССР)	210	—36	—20	—7,1	—15,2
Таллин	221	—21	—9	—0,8	—5,5

Таблица 4-15

некоторых городов СССР

Средняя скорость ветра в январе, м/с	Число суток за отопительный период со среднесуточной температурой наружного воздуха, °С										
	Ниже —45	—45 . . —40	—40 . . . —35	—35 . . . —30	—30 . . . —25	—25 . . . —20	—20 . . . —15	—15 . . . —10	—10 . . . —5	—5 . . . 0	0 . . . +8
5,9	—	0,05	0,30	1,60	4,30	9,40	18,5	31,9	45,4	67,5	75,0
4,8	—	—	—	0,04	1,30	3,40	7,35	12,9	35,2	42,5	67,0
8,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	119
6,3	—	—	—	0,10	0,60	3,00	11,1	21,6	35,8	60,8	63,0
5,5	—	—	—	—	0,12	0,84	4,50	11,8	27,1	77,6	79,0
5,4	—	—	—	0,30	1,10	4,60	13,6	22,4	35,6	63,4	54,0
—	—	—	—	0,06	0,29	2,20	6,70	15,9	27,7	62,1	65,0
—	—	—	—	0,03	0,50	4,70	12,3	21,1	30,0	60,4	49,0
5.1	—	—	0,10	0,93	3,10	7,58	16,9	27,7	40,3	62,4	58,0
—	—	—	0,20	1,82	5,90	12,8	25,1	39,5	42,2	47,4	60,0
4,9	—	—	0,23	1,30	2,50	7,20	15,0	27,6	32,4	71,8	65,0
5,7	—	—	0,03	0,82	3,60	9,20	19,2	30,6	39,6	54,9	59,0
6,2	—	—	—	0,60	1,62	4,65	14,8	23,5	39,2	66,6	67,0
4.3	—	—	—	0,04	0,17	1,29	5,40	14,0	26,2	51,0	88,5
5,3	—	—	0,26	2.27	4,70	10,6	22,1	33,2	43,3	52,6	62,0
—	—	—	—	—	—	0,10	1,80	7,50	16,1	63,6	78,0
5,4	—	—	0.03	0,40	4,30	12,0	20,4	24,9	36,0	59,0	51,0
5,3	—	—	—	0,12	0,50	3,40	10,3	22,1	36,1	63,5	64,0
4,2	—	—	—	—	0,87	2,54	7,95	18,2	34,4	55,6	98,1
—	—	—	—	—	0,06	0,21	1,40	7,00	20,7	64,6	91,0
8,1	—	0,30	0,80	1,00	5,20	15,6	28,8	54,0	35,0	29,7	50,0
7	—	—	—	—	—	0,12	0,56	2,32	7,80	32,2	109
5,4	—	—	—	0,17	0,62	2,17	6.71	16,8	29,6	58,3	92,6
4,9	—	—	0,13	0,50	1,33	5,19	10,3	20,3	34,4	54,0	79,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,5	—	—	—	0,25	1,34	4,04	13,2	27,8	48,2	72,0	117
—	—	0,20	0,60	1,30	4.30	12,9	23,7	55,0	39,0	33,0	63,0
6,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	134
8,5	—	—	—	—	—	0,20	0,87	5,42	16,1	58,4	79,0
6,1	—	—	0,20	1,24	5,50	13,9	23,3	31,4	34,6	46,9	47,0
—	—	—	0,14	1,10	7,24	17,4	26,0	31,6	30,9	47,6	48,0
5,6	—	—	0,07	0,40	1,82	7,37	18,2	31,3	40,4	53,4	58,0
—	—	0,12	0,52	2,5	6,00	11,9	21,8	33,7	42,6	50,8	56,0
5,9	—	—	—	0,17	1,52	5,45	12,9	24,5	41,9	75,5	78,0
4,5	—	—	—	—	0,10	0,50	3,33	11,2	23,8	81,0	92,0
6,5	—	—	—	—	0,20	1,50	5,70	13,1	26,5	65,8	62,0
—	—	—	0,03	0,50	1,90	5,33	14,5	26,2	88,0	64,5	53,0
6	—	—	—	0,10	1,50	8,10	18,0	27,3	36,8	57,2	47,0
5	—	0,02	0,42	1,82	6,00	12,2	24,1	38 0	43,3	44,1	63,0
—	—	—	—	0.10	0.87	3,80	11,2	24,3	38,8	57,6	76,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,7	—	—	—	—	0,04	0,75	1,86	13,3	28,3	53,4	114

Город	Отопительный период				
	Продолжительность (в сутках)	Температура			
		расчетная для проектирования		средняя отопительного периода	средняя самого холодного месяца
		отопления	вентиляции		
Тбилиси	152	—7	0	+4,2	+0,9
Тула	207	—28	—14	—3,8	—10,1
Ульяновск	213	—31	—18	—5,7	—13,8
Уральск (Западно-Казахстанская обл.)	199	—30	—18	—6,5	—14,2
Уфа	211	—29	—19	—6,4	—14,1
Харьков	189	—23	—11	—2,1	—7,3
Челябинск	216	—29	—20	—7,1	—15,5
Азиатская часть СССР:					
Актюбинск	203	—31	—21	—7,3	—15,6
Алма-Ата	166	—25	—10	—2,1	—7,4
Балхаш * (Карагандинская обл.)	190	—32	—20	—6,9	—15,2
Барнаул	219	—39	—23	—8,3	—17,7
Владивосток	201	—25	—16	—4,8	—14,4
Енисейск *	245	—47	—28	—9,8	—22
Иркутск	241	—38	—25	—8,9	—20,9
Караганда	212	—32	—20	—7,5	—15,1
Красноярск	235	—40	—22	—7,2	—17,1
Кустанай	213	—35	—22	—8,7	—17,7
Минусинск (Красноярский край)	226	—42	—27	—9,5	—21,2
Новосибирск	227	—39	—24	—9,1	—19,0
Омск	220	—37	—23	—7,7	—19,2
Самарканд	132	—13	+3	+2,8	—0,3
Семипалатинск	202	—38	—21	—8,0	—16,2
Ташкент	130	—15	—6	+2,4	—0,9
Тобольск (Тюменская обл.,	229	—36	—22	—7,0	—18,5
Томск	234	—40	—25	—8,8	—19,2
Тюмень	220	—35	—21	—5,7	—16,6
Улан-Удэ *	235	—38	—28	—10,6	—25,4
Хабаровск	205	—32	—23	—10,1	—22,3
Целиноград *	215	—35	—22	—8,7	—17,4
Чита	240	—38	—30	—11,6	—26,6

Примечания: 1. Расчетная температура наружного воздуха для пятидневок из восьми наиболее холодных зим за 50 лет. 2. Расчетная темпера средней температуре воздуха наиболее холодного периода, составляющего отопительного периода определена по числу дней с устойчивой среднесуточной звездочкой (*), +5 °С и ниже. 4. Средняя температура наружного воздуха тельный период.

Средняя скорость ветра в январе, м/с	Число суток за отопительный период со среднесуточной температурой наружного воздуха, °С										
	Ниже —45	—45 . . . —40	—40 . . . —35	—35 . . . —30	—30 . . . —25	—25 . . . —20	—20 . . . —15	—15 . . . —10	—10 . . . —5	—5 . . . 0	0 . . . +8
3,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	152
4,9	—	—	0,10	0,30	0,60	1,90	5,70	10,4	83,0	44,0	65,0
—	—	—	—	0,50	3,40	9,90	19,6	30,2	37,3	52,1	60,0
—	—	—	0,10	0,60	3,40	11,0	20,5	29,7	34,6	51,1	50,0
—	—	—	0,22	1,40	5,04	11,4	22,8	33,2	41,1	46,8	56,0
5	—	—	—	0,02	0,40	1,90	7,90	17,2	31,6	68,0	63,0
4,5	—	—	0,30	1,32	5,30	14,8	24,6	34,9	40,6	41,1	59,0
7,4	—	—	0,03	0,90	5,50	13,6	24,3	29,2	35,0	49,5	48,0
1,9	—	—	—	—	0,40	2,80	7,60	19,0	36,1	58,1	55,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,9	0,04	0,44	1,70	4,90	10,2	16,7	25,8	34,1	36,4	41,7	52,0
9	—	—	—	—	0,10	3,70	17,8	34,9	36,1	45,4	67,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,8	—	0,30	2,10	4,80	11,9	16,9	36,0	36,0	29,6	42,4	63,0
7,7	—	0,14	1,30	3,10	6,90	12,8	20,2	31,9	40,2	53,3	47,0
6,2	0,02	0,72	2,70	5,30	10,8	14,9	22,1	31,6	37,1	42,8	63,0
5,8	—	0,13	0,20	2,80	10,1	19,2	27,1	32,9	36,0	40,5	48,0
4,8	—	1,10	3,30	7,30	13,3	19,4	24,8	30,4	31,1	42,3	57,0
5,7	—	0,63	3,10	4,80	11,8	17,6	26,9	36,1	36,2	110,8	50,0
5,1	0,02	0,21	2,44	5,40	12,1	19,5	29,6	34,2	34,4	39,1	50,0
2,7	—	—	—	—	—	—	0,40	2,70	9,30	18,6	93,0
1,7	—	0,25	1,80	3,40	7,90	15,4	24,6	29,9	35,4	42,3	49,0
1,7	—	—	—	—	—	—	1,30	4,80	11,6	23,3	90,0
—	—	0,24	1,54	4,80	9,50	18,2	28,3	35,6	38,8	33,0	65,0
5,6	0,14	0,57	2,70	6,10	11,3	18,1	28,0	37,0	36,6	43,0	55,0
3,9	—	0,20	0,84	3,90	7,30	15,8	24,8	35,6	38,9	41,7	57,0
2,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,9	—	—	0,10	2,10	12,3	28,2	35,8	29,8	26,6	27,1	58,0
3,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0,90	5,20	13,8	23,9	31,1	30,8	26,1	28,1	24,1	59,0

проектирования отопления принята равной средней наиболее холодных тура наружного воздуха для проектирования вентиляции принята равной 15% общей продолжительности отопительного периода. 3. Продолжительность температурой наружного воздуха +8 °С и ниже; для городов, отмеченных отопительного периода исчислена как средняя алгебраическая за отопи-

Потери давления на трение $\Delta H_{тр}$ на расчетном участке определяются по формуле

$$\Delta H_{тр} = \Delta h l \cdot 10^{-3},$$

где Δh — потери давления на трение на 1 м длины трубы; l — длина расчетного участка, м.

Местными сопротивлениями являются арматура, компенсаторы, повороты, грязевики, переходы, которые вызывают дополнительные потери давления в трубопроводе.

Эквивалентные длины для расчета внутриквартальных тепловых сетей можно принимать также в виде некоторой доли длины трубопроводов. При установке П-образных компенсаторов и диаметре трубопроводов до 150 мм эквивалентная местному сопротивлению длина приближенно может быть принята равной 30% длины трубопроводов, а при диаметре 200 мм — примерно 40%; при установке сальниковых компенсаторов и диаметрах до 400 мм — примерно 30% длины трубопроводов.

Суммарные потери давления в трубопроводе ΔH определяются потерями давления на трение в местных сопротивлениях:

$$\Delta H = \Delta h (l + l_э) \cdot 10^{-3}.$$

Гидравлический расчет трубопроводов производится по расчетным участкам, в качестве которых принимаются участки между двумя смежными точками ответвлений трубопровода.

Нейтральная точка тепловой сети. Нейтральной называется такая точка, в которой давление остается постоянным при любом гидравлическом режиме сети. Особенность нейтральной точки заключается в том, что при любых гидравлических режимах, возникающих при переменном расходе воды, пьезометрические линии обратной магистрали проходят через нее. Этим достигается определенная устойчивость давлений в тепловой сети, которая необходима для ограничения колебаний давлений, происходящих в ней из-за переменного расхода воды.

Нейтральная точка в сети создается в месте присоединения расширительного бака при отоплении отдельных зданий и подпиточного насоса в крупных тепловых сетях. Физическая причина неизменности давления в точке присоединения расширителя или подпиточного насоса объясняется тем, что сетевой насос подает в единицу времени к этой точке замкнутого кольца столько же воды, сколько он в ту же единицу времени отбирает от нее же. Поэтому она называется нейтральной (или нулевой) и давление в ней всегда постоянное.

Установленные на котельной (станции) подпиточные насосы рассчитаны на два режима работы: динамический и статический.

Динамический режим. При падении давления в нейтральной точке подача воды подпиточным насосом увеличивается, при

повышении давления — уменьшается. Таким образом, сохраняется постоянство давления $H_в$ у всасывающего патрубка сетевого насоса (в нейтральной точке O) при динамическом режиме.

Статический режим. Во время остановки сетевых насосов подпиточный насос устанавливает статическое давление, равное H_0.

При небольшой разнице в высоте зданий линия статического давления может взять свое начало от нейтральной точки O, и в этом случае подпиточный насос будет общим для динамического и статического режимов. В двухтрубных сетях все давление расходуется только на преодоление сопротивления циркуляционного кольца системы теплоснабжения.

4-12. Климатологические данные некоторых городов СССР

Климатологические данные некоторых городов СССР (с учетом данных СНиП II-А.6-72. Строительная климатология и геофизика) приведены в табл. 4-15.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

5-1. Проектирование городских тепловых сетей

Проектирование городских тепловых сетей как самостоятельных объектов началось более 50 лет назад. В настоящее время при проектировании систем теплоснабжения выделяются следующие основные стадии: схема теплоснабжения[1]; технико-экономическое обоснование (ТЭО) строительства сложных объектов системы теплоснабжения; технический проект; рабочие чертежи.

---

[1] Так как под «системой теплоснабжения» понимается самостоятельный комплекс (источники тепла, тепловые сети, абонентские системы пароснабжения, отопления и горячего водоснабжения) централизованного теплоснабжения для отдельных районов, городов или промышленных узлов, то «схема теплоснабжения» — понятие более широкое. Оно включает в себя развитие централизованного теплоснабжения городов в целом.

В «схеме теплоснабжения» обычно определяется очередность строительства источников тепла и тепловых сетей в зависимости от роста и концентрации тепловых нагрузок. Рационально начинать создание системы централизованного теплоснабжения со строительства пиковых котельных и тепловых сетей от них.

На первой стадии выбирается комплексное решение по развитию в целом централизованного теплоснабжения города или промышленного узла, которое на стадии разработки ТЭО и технического проекта уточняется отдельно по крупным и «пиковым» источникам тепла и тепловым сетям.

ВНИПИэнергопром Минэнерго СССР является головной организацией в стране по разработке и проектированию систем централизованного теплоснабжения.

Проектирование тепловых сетей, как и других объектов промышленного и гражданского строительства, включает в себя следующие этапы:

а) получение исходных данных для проектирования (величина и структура тепловых нагрузок, размещение потребителей, режимы использования теплоносителя и др.);

б) составление проектно-сметной документации;

в) согласование и утверждение проектно-сметной документации.

В соответствии с принятым делением тепловых сетей их проектирование разделяется согласно следующим границам:

а) магистральные тепловые сети от источника тепла до территории микрорайона или промышленного предприятия (условные границы);

б) распределительные и другие сети от магистральных трубопроводов по территории микрорайонов (или кварталов) населенных мест до ответвлений к отдельным зданиям;

в) ответвления к зданиям, идущие от распределительных трубопроводов к узлам присоединения местных систем теплоснабжения.

На эти объекты разрабатываются технический проект и рабочие чертежи. Для несложных объектов допускается одновременная разработка технического проекта и рабочих чертежей в виде единого технорабочего проекта.

Рабочие чертежи являются последней и обязательной для осуществления строительства стадией проектирования всех видов тепловых сетей и вводов к абонентам. Рабочие чертежи представляют собой детальную разработку трасс и элементов сетей и их конструкций в объеме, необходимом для проведения монтажных, строительных и изоляционных работ.

Генеральные планы и схемы теплоснабжения городов должны разрабатываться обычно на ближайшие 10—15 лет. Технические проекты городских тепловых сетей целесообразно составлять по очередям строительства. Каждая очередь должна охватывать период 2—3 года, максимум 5 лет. Рабочие чертежи, как правило, должны выполняться для строительства предстоящего года. Проектная организация, разработавшая проект теплоснабжения квартала, района, является генеральной проектной организацией. На основании действующих СНиП и основных требований к устройству тепловых сетей и систем

Таблицо 5-1

Перечень нормативных, руководящих и инструктивных материалов по строительству систем теплоснабжения

Наименование	Издательство (для ведомств — составитель) и год выпуска (утверждения)
Временная инструкция по защите тепловых сетей от электрохимической коррозии	Академия коммунального хозяйства и ОРГРЭС, 1970
Методические указания по техническому нормированию расхода материалов в строительном производстве	НИИ экономики строительства, 1960
Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды	Госгортехнадзор СССР, 1970
Правила технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей и Правила техники безопасности при эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей	Госэнергонадзор СССР, 1973
Правила пользования электрической и тепловой энергией	Минэнерго, 1977
Инструкция по эксплуатации тепловых сетей	ОРГРЭС, 1972
Единые правила техники безопасности и производственной санитарии для предприятий промышленности строительных материалов	Госстрой СССР, 1971
Инвентарные крепления котлованов и траншей (3-е изд.)	ЦНИИОМТП, 1970
Положение о порядке обеспечения капитального строительства материалами, изделиями и оборудованием	СМ СССР, 1970
Расчетные нормативы для составления проектов организации строительства	ЦНИИОМТП, 1970
Сортамент труб для наружных тепловых сетей на $P_у=6{,}28$ МПа (64 кгс/см²), $t=400°$ С	Главтехстройпроект, 1971
Указания по проектированию и строительству тепловых сетей бесканальным способом с изоляцией из битумоперлита	РСН 176—70

Таблица 5-2

Перечень основных типовых чертежей и чертежей повторного применения, используемых при строительстве и монтаже систем теплоснабжения

Шифр или обозначение	Наименование	Кем разработан и год издания
	1. Общеинженерные конструкции и сооружения	
901-9-6	Переходы трубопроводов под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами (пять выпусков)	Мосгипротранс, 1970

Продолжение табл. 5-2

Шифр или обозначение	Наименование	Кем разработан и год издания
	2. Электрозащита сооружений	
А351-41	Защита подземных металлических сооружений от электрохимической коррозии	Ленгипроинжпроект, 1971
	3. Теплоснабжение	
А352-70	Камеры железобетонные сборные для инженерных сетей для применения в Ленинграде (два выпуска)	Ленгипроинжпроект, 1970
903-4-11	Сборные железобетонные камеры тепловых тетей	Теплопроект, 1972
4.903-10	Компенсаторы сальниковые для трубопроводов тепловых сетей односторонние $D_y \leqslant 1000$ мм То же, двусторонние Опоры трубопроводов тепловых сетей (два выпуска) Детали трубопроводов тепловых сетей	Энергомонтажпроект (б. Оргэнергострой), 1972
	4. Организация и производство работ	
798/1-2	Инвентарные крепления траншей	ЦНИИОМТП, 1970
3103	Карты организации и технологии строительства инженерных коммуникаций	Леноргинжстрой, 1970

теплопотребления в каждом энергоуправлении должны быть составлены и утверждены местными Советами народных депутатов «Технические правила на проектирование, строительство и эксплуатацию тепловых сетей», соответствующие местным условиям. При этом необходимо руководствоваться документами, перечисленными в табл. 5-1 и 5-2.

5-2. Исходные материалы для проектирования

Проектирование магистральных тепловых сетей осуществляется на основе положений «Схемы теплоснабжения с учетом изменения основных исходных показателей».

При проектировании распределительных и внутриквартальных тепловых сетей дополнительно необходимо иметь задание на проектирование с характеристиками тепловых нагрузок и

другими данными, а также исходные данные на присоединение потребителей.

До составления задания на проектирование потребитель обязан получить от энергоснабжающей организации разрешение и технические условия на присоединение объекта к тепловым сетям. Разрешение должно храниться вместе с техническими условиями энергоснабжающей организации.

Технические условия на присоединение выдаются по получении от потребителя или проектной организации данных о выборе площадки, о размещении строительства, характеристик намечаемого к сооружению объекта, данных о нагрузках и потребления тепловой энергии по годам планируемого периода, требований по надежности теплоснабжения и других необходимых данных. На плане (размещение объекта) строительства должны указываться улицы, соседние здания на геодезической подоснове с нанесенными существующими подземными коммуникациями в масштабе не менее 1 : 2000. При реконструкции тепловых установок потребителей, требующих изменения количества или параметров теплоносителя, необходимо также получение технических условий от энергоснабжающей организации. Исходные данные для присоединения потребителей к тепловым сетям выдаются по специальной форме, приводимой ниже.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

для присоединения к тепловым сетям котельной (предприятие теплосети)

1. Наименование организации _____
2. Адрес здания _____
3. Назначение здания _____
4. Кубатура наружная _____ $м^3$
5. Здание может быть присоединено от теплопроводов (наименование) _____

_____

6. Для присоединения надо произвести проверочный расчет участков сети диаметром _____ мм

   от _____

   до _____

   В расчете принять коэффициент шероховатости существующих труб 1 мм, новых труб 0,5 мм.

7. Точка присоединения _____

_____

8. Схема присоединения:

   а) отопительной системы _____

   б) системы вентиляции _____

   в) системы горячего водоснабжения _____

_____

9. Помещение для теплоцентра выбрать по согласованию с отделом (предприятие теплосети).

10. Располагаемый напор в точке присоединения $P_1 - P_2$_____; давление в обратном трубопроводе P_2_____МПа (кгс/см^2)

11. Расчетные тепловые нагрузки:

а) на отопление_____ГДж/ч (Гкал/ч)

б) на вентиляцию_____ГДж/ч (Гкал/ч)

в) для технологических нужд_____ГДж/ч (Гкал/ч)

12. Расчетные условия:

а) на отопление $T_1 =$ _____° С; $T_2 =$ _____° С;

Расчетная температура наружного воздуха $t_{н.\,р} =$ _____° С.

б) для вентиляции $T_1 =$ _____° С; $T_2 =$ _____° С.

13. После разработки проекта представить на согласование (предприятие теплосети) два сброшюрованных комплекта рабочих чертежей.

14. Срок действия исходных данных — 2 года со дня выдачи, после чего они теряют силу.

15. Работы по строительству тепловых сетей, связанные с отключением действующих трубопроводов, должны производиться по графику, согласованному с районным исполкомом и_____
предприятие теплосети

16. Особые условия:

_____

_____

_____

Главный инженер

_____
(предприятие теплосети)

Выполнение технических условий, выданных энергоснабжающей организацией, является обязательным. Срок действия исходных данных устанавливает энергоснабжающая организация в зависимости от сложности работ и их объема. По истечении установленного срока действия технических условий потребитель должен оформить в энергоснабжающей организации продление срока их действия или получить новые исходные данные.

Независимо от порядка утверждения проекта проектная организация или потребитель тепла обязаны представить проект рабочих чертежей для согласования на предприятие тепловых сетей. Для согласования представляются два экземпляра сброшюрованного проекта рабочих чертежей согласно СН 460-74, в который входят расчетно-пояснительная записка, чертежи строительной тепломеханической и электрической частей, части КИП и автоматики и мероприятия по защите сетей от коррозии. При рассмотрении рабочих чертежей необходимо проверять:

а) их соответствие техническим условиям на присоединение потребителя и утвержденному проектному заданию, а также

действующим СНиП и основным требованиям к устройству тепловых сетей и систем теплопотребления;

б) трассировку магистрали тепловой сети в натуре с точки зрения удобства ее последующей эксплуатации;

в) допустимость принятых конструкций прокладок сетей и сооружений с точки зрения их надежности при эксплуатации и обеспечения выполнения правил техники безопасности.

При отсутствии замечаний к представленному проекту на чертежах ставится штамп «Согласовано» с указанием даты и номера согласования по книге регистрации проектов. При согласовании проектов магистральных и разводящих тепловых сетей штамп согласования подписывается главным инженером теплосети, а при согласовании проектов абонентских присоединений — начальником производственно-технического отдела или службой теплосети.

До согласования проекта с энергоснабжающей организацией приступать к строительству и монтажу теплоиспользующих установок и сетей не разрешается.

Срок согласования проекта — не более одного месяца. Один экземпляр согласованного проекта передается безвозмездно энергоснабжающей организации.

5-3. Технический проект

Технический проект должен содержать:

а) пояснительную записку;

б) принципиальную схему теплоснабжения квартала (района) в масштабе 1 : 2000;

в) монтажно-строительный план тепловых сетей в масштабе 1 : 500;

г) спецификацию основных материалов по застройщикам или сводную спецификацию материалов при одном застройщике;

д) опись чертежей.

Весь материал технического проекта, включая пояснительную записку, рекомендуется располагать на одном листе. К техническому проекту прилагаются: копия технического задания на проектирование, копия исходных данных на присоединение, сметно-финансовый расчет, чертежи и графики.

5-4. Рабочие чертежи

Рабочие чертежи представляют собой лишь деталировку и уточнение чертежей технического проекта. Никаких существенных, а тем более принципиальных изменений в утвержденный технический проект в процессе разработки рабочих чертежей вносить нельзя.

Рабочие чертежи разрабатываются согласно СН 460-74 в следующем составе:

а) монтажно-строительный план трубопроводов в масштабе 1 : 500 и принципиальная схема теплоснабжения квартала в масштабе 1 : 200 с пояснительной запиской, аналогичной по составу и содержанию записке к техническому проекту;

б) профили трасс в масштабе горизонтальный 1 : 500, вертикальный 1 : 50;

в) планы подвалов, зданий с развязкой тепловых сетей с другими коммуникациями, размещением узлов присоединения;

г) монтажные чертежи камер в масштабе 1 : 20;

д) чертежи наиболее сложных узлов сетей из ответвлений, пересечений в масштабе 1 : 20;

е) строительные чертежи камер, мачт, мертвых опор, люков, ниш и прочих устройств в масштабе 1 : 20;

ж) чертежи устройств насосных в масштабе 1 : 20—1 : 50;

з) спецификация основных материалов по застройщикам или сводная спецификация при одном застройщике.

При разработке рабочих чертежей следует широко использовать готовые альбомы типовых чертежей.

5-5. Пояснительная записка к техническому проекту и рабочим чертежам

Пояснительная записка должна излагаться сжато, точно, ясно и содержать:

а) номер заказа съемки, выполненной трестом геодезических работ и инженерных изысканий, на основании которой принято положение существующих тепловых сетей;

б) ссылку на техническое задание на проектирование;

в) ссылку на исходные данные на присоединение потребителей к сетям;

г) общую характеристику теплофицируемого объекта (квартала, района);

д) параметры теплоносителя и расходы тепла по каждому виду нагрузок;

е) описание системы теплоснабжения, ввода, узлов управления, конструкций сетей и их изоляции;

ж) ссылки на таблицы расходов тепла и гидравлический расчет трубопроводов.

Согласно письму Госстроя СССР от 29 июля 1970 г. № ВЗ-2107-2, применяемые в проекте общесоюзные стандарты, нормали и чертежи типовых конструкций, узлов, деталей, а также типовые проекты временных зданий и сооружений (второе примечание к п. 5.4 СН 202-69), утвержденные и изданные в установленном порядке, в состав рабочих чертежей не входят и проектной организацией не выдаются. Подрядные строи-

тельно-монтажные организации приобретают эти материалы за счет своих средств.

Ведомственные нормали, чертежи конструкций, узлов и деталей входят в состав проекта и выдаются проектными организациями подрядным строительно-монтажным организациям без дополнительной платы.

5-6. Порядок оформления, согласования и утверждения проектных материалов

Оформление проектных материалов производится в полном соответствии с инструкцией по разработке проектов и смет (СН 401-69). Согласно СН 460-74, общую ответственность за содержание и оформление проектных материалов по данному объекту несет главный инженер проекта. Кроме главного инженера проекта, ответственность за экономическую и техническую целесообразность проекта в целом, согласно инструкции, несут начальник и главный инженер проектной организации. Проекты и рабочие чертежи должны быть составлены ясно и четко, чтобы пользование ими при утверждении проектов и на стройке не вызывало затруднений. Чертежи должны выполняться с применением условных обозначений в соответствии со стандартами и нормалями.

До предоставления на утверждение проект обычно согласовывается в отдельных своих частях с местными Советами народных депутатов и с ведомством, эксплуатирующим или проектирующим источник тепла. В случае пересечения тепловой сети с подземными сооружениями проекты должны быть согласованы с организациями, эксплуатирующими эти сооружения. Это согласование является обязанностью проектной организации, которая должна получить соответствующие документы и надписи на чертежах, приложить их к проекту и представить в утверждающую организацию. Она обязана в кратчайший срок внести в проект все коррективы, необходимость которых будет установлена в процессе согласования проекта. Разногласия, возникшие при согласовании проекта, разрешаются утверждающей проект инстанцией.

Финансирование основных работ по новому строительству осуществляется только по утвержденному проекту и генеральной смете к нему. Вносить какие-либо изменения и дополнения в уже утвержденные технические проекты и генеральные сметы можно только с разрешения инстанции, утверждающей этот проект. Рабочие чертежи, разработанные на основе утвержденного технического проекта, утверждению не подлежат.

Рабочие чертежи, поступающие на строительство, передаются для исполнения по распоряжению и за подписью главного инженера строительства. Проектная организация за дополнительную плату осуществляет авторский надзор за строитель-

ством объектов по ее проектам, при необходимости командирует на строительную площадку своего представителя для разрешения вопросов, возникших в процессе реализации проекта.

5-7. Проект организации строительства тепловых сетей

В проекте указываются оптимальная продолжительность строительства в целом и его очередей, эффективное распределение капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ во времени в соответствии с перспективным планом капитального строительства тепловых сетей.

Проект организации строительства разрабатывается как раздел проектного задания для всего периода строительства и всего объема строительно-монтажных работ. Он должен составляться специализированной проектной организацией, осуществляющей проектирование тепловых сетей, и быть согласован с генеральной подрядной строительной организацией, которой поручено осуществление строительства тепловых сетей.

Проект должен содержать:

а) календарный план строительства с выделением очередей пусковых комплексов и основных объектов по главным магистралям, коммунальным и квартальным магистралям и пр.;

б) объемы основных строительно-монтажных работ с распределением по комплексам строительства и отдельным крупным объектам;

в) генеральный план с расположением постоянных и временных сооружений, зданий и устройств, с нанесением на нем плана магистралей и насосных станций;

г) пояснительную записку с принятыми методами производства работ, обоснованием потребности в материалах и оборудовании, с перечнем временных сооружений и вспомогательных предприятий и хозяйств, необходимых для осуществления строительства;

д) потребность в строительных конструкциях, деталях, полуфабрикатах и основных материалах;

е) потребность в механизмах и автотранспорте;

ж) потребность в рабочей силе.

5-8. Проект производства работ по строительству тепловых сетей

Последовательность и продолжительность выполнения работ по сооружению тепловых сетей следует принимать в соответствии с проектом производства работ, который составляется по рабочим чертежам генеральной подрядной или субподрядной строительно-монтажной организацией.

Затраты на составление этих проектов погашаются каждой строительно-монтажной организацией за счет ее накладных

расходов. Проекты должны составляться на основе проекта организации строительства, разрабатываемого ведущим предприятием, составляющим проектное задание, с привлечением в необходимых случаях специализированных учреждений. Разработка проектов производства работ проектными организациями осуществляется, как правило, на строительных площадках.

Проект производства работ на строительство тепловых сетей должен содержать:

а) календарный план работ по объектам, устанавливающий последовательность и сроки выполнения строительно-монтажных работ в целом;

б) график поступления на объект строительных конструкций, деталей, полуфабрикатов, оборудования, арматуры и основных материалов;

в) график движения рабочих по профессиям;

г) график работы основных строительных и монтажных машин;

д) строительный генеральный план объекта с планом трассы, с нанесением на нем всех действующих подземных коммуникаций и проектируемых трубопроводов, с указанием способа прокладки (в каналах, бесканально, в коллекторах, на мачтах, в путепроводах и т. д.), с нанесением фундаментов мачт, камер, ниш и прочих строительных конструкций (включая неподвижные опоры); на генеральном плане указываются: разделение трассы на отдельные строительные участки, места размещения плетей или звеньев труб, материалов, деталей и всех временных устройств, места размещений строительных механизмов, расположение ограждений участков работ, места устройства пешеходных и проездных мостов, мероприятия техники безопасности и противопожарные мероприятия;

е) технологические карты на сложные работы и на работы, выполняемые новыми методами; на остальные виды работ составляются схемы или используются типовые технологические карты;

ж) рабочие чертежи временных сооружений, а также различных устройств и приспособлений (при отсутствии типовых решений);

з) мероприятия по технике безопасности, требующие проектной разработки (укрепление земляных выемок, временное закрепление конструкций при монтаже, устройство ограждений, лесов и т. д.);

и) пояснительную записку с обоснованием потребности в строительных механизмах и приспособлениях, временного водоснабжения и электроснабжения, применения сборных конструкций, механизации основных строительно-монтажных работ, сметной стоимости сооружаемой теплотрассы или насосной станции, затрат труда в человеко-днях на производство строительно-

монтажных работ, стоимости 1 м трассы и плановой выработки на одного рабочего в день.

Проекты производства работ утверждаются главным инженером строительно-монтажной организации и передаются на объект не позднее чем за два месяца до начала работ.

При изменениях условий работ в проект производства работ строительно-монтажной организации вносятся коррективы, обеспечивающие выполнение плана работ по объекту в установленные сроки.

Проект производства работ согласовывается с организациями, дающими разрешение на производство работ.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

СТРОИТЕЛЬСТВО ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

6-1. Подготовка к строительству тепловых сетей

. Организационно-техническая подготовка к строительству тепловых сетей осуществляется в соответствии с указаниями СНиП III-А.11-70, III-30-74 и III-1-76 на основе утвержденного проектного задания со сметно-финансовым расчетом, проекта организации строительства, проекта производства работ и генерального плана. До начала работ должны быть решены все вопросы обеспечения строительства тепловых сетей материалами, конструкциями и деталями, должно быть оформлено финансирование работ и заключены договоры с соответствующими подрядными организациями на производство специальных работ. До начала строительства производится разбивка на местности трассы тепломагистрали в соответствии с координатами, нанесенными на плане разбивочной схемы тепломагистрали, с привязкой отметок к ближайшим зданиям, существующим люкам подземных сооружений, колодцев и т. д.

Каждая характерная точки оси трассы: место расположения камер, мачт, углов поворотов — должна иметь на рабочих чертежах проекта тепловой сети три привязки. Перенесение в натуру проектных отметок производится с помощью нивелира. В районах нового строительства ось теплотрассы привязывается к красным линиям от городских, полигонометрических знаков.

Строительство тепловых сетей в особых условиях. При строительстве тепловых сетей в просадочных грунтах следует руководствоваться указаниями СНиП III-30-74 и мероприятиями, отмеченными в проекте.

Местные просадки на участках небольшой длины устраняются втрамбовыванием в грунт щебня, бетонного боя до полного уплотнения основания. Коэффициент уплотнения грунта должен быть не менее 0,98. При прокладке трубопроводов тепловых сетей в районах горных выработок проекты должны быть разработаны с учетом влияния осадок грунта на прочность трубопровода. Трасса при этом согласовывается с организацией, эксплуатирующей месторождение, и горным округом Госгортехнадзора СССР. Следует при этом обращать внимание на повышенные требования к качеству сварных соединений трубопроводов. Сварные стыки трубопроводов должны быть равнопрочными с основным металлом труб. Все стыки в этих прокладках проверяются физическими методами контроля. Аналогичные требования к сварке предъявляются для трубопроводов тепловых сетей, прокладываемых в сейсмических районах. Строительство тепловых сетей в районе с сейсмичностью выше 8 баллов и в районах вечной мерзлоты осуществляется по проектам, выполненным в соответствии с указаниями СНиП II-36-73.

Вопросы организации и производства работ по прокладке трубопроводов в районах вечной мерзлоты в зависимости от метода использования вечномерзлых грунтов основания изложены в СНиП III-30-74.

6-2. Прокладка трубопроводов

Для централизованного теплоснабжения городов, поселков городского типа и сельских населенных пунктов применяются обычно двухтрубные водяные тепловые сети с параметрами теплоносителя (воды) $P_у \leqslant 1{,}57$ МПа (16 кгс/см^2) и $T = 150°$ С. Двухтрубные тепловые сети состоят из двух параллельно проложенных трубопроводов, так называемых подающего и обратного. Подающий трубопровод, как правило, располагается справа, а обратный — слева по ходу теплоносителя. При выборе трассы по территории городов и населенных пунктов не следует прокладывать магистральные тепловые сети диаметром больше 300 мм в подвалах жилых и административных зданий.

Способ прокладки сетей должен выбираться на основе технико-экономических сравнений вариантов с учетом гидрогеологических особенностей грунта по трассе прокладки и местных условий.

Диаметр трубопровода наружных сетей должен быть не менее 50 мм для разводящих сетей и 25 мм для ответвлений к отдельным зданиям.

Размещение и взаимное расположение подземных, надземных тепловых сетей по отношению к зданиям, сооружениям, зеленым насаждениям и т. д. (СНиП II-36-73). Тепловые сети с наименьшим заглублением укладываются ближе к зданиям, а с большей глубиной заложения — дальше от них.

Расстояние в плане (в свету) от подземных тепловых сетей до зданий, сооружений и зеленых насаждений (в метрах) должно быть не менее:

До фундамента жилых общественных зданий	5,0
» мачт и столбов наружного освещения, контактной сети и связи	1,5
» трамвайных путей (от крайнего рельса)	2,0
» путепроводов, туннелей (до стен или опор)	2,0
» оси дерева	2,0
» кустарника	1,0

Расстояние в плане (в свету) между подземными тепловыми сетями и другими подземными прокладками (в метрах) должно быть не менее:

До водопровода	1,5
» канализации и водостоков	1,0
» газопровода низкого давления, среднего давления — до 0,294 МПа (3 кгс/см²), высокого давления 0,294—0,588 МПа (3—6 кгс/см²)	2,0
» газопровода высокого давления (0,588—1,17 МПа (6—12 кгс/см²)	4,0
» кабелей связи	1,0
» кабелей силовых	2,0

Расстояние в плане (в свету) от конструкции тепловых сетей при их подземной прокладке до транспортных сооружений (в метрах) должно быть не менее:

До железных дорог — до оси ближайшего пути (но не менее чем на глубину траншеи от подошвы насыпи)	4,0
» автомобильных дорог:	
до бордюрного камня	1,5
до бровки кювета или подошвы насыпи	1,0

Расстояние (в свету) между ближайшим рельсом электрифицированной железной дороги и параллельно прокладываемыми трубопроводами должно быть не менее 10 м; при пересечении (по вертикали) до трубопроводов — 0,15 м; до подошвы рельса железнодорожных и трамвайных путей — 1,0 м.

В местах пересечения с газопроводом тепловые сети следует прокладывать бесканально, на расстоянии не менее 2 м в каждую сторону от газопровода; торцы теплофикационных каналов должны быть тщательно заделаны бетоном марки 150.

Пересечение подземных сооружений, в том числе и теплосетей, с путями электрифицированного рельсового транспорта должно производиться под углом 75—90° к оси пути. Прокладка дренажных труб теплосети под трамвайными путями не допускается. Посадка деревьев по трассе теплопроводов не допускается. Прокладка теплопроводов в случае пересечения ими железнодорожных путей и проездов с усовершенствованным по-

крытием должна осуществляться по специальному проекту, согласованному с соответствующими ведомствами. В случаях недостаточного заглубления труб при бесканальной прокладке, а также при пересечении трамвайных и железнодорожных путей, канав, проездов с усовершенствованным покрытием можно применять прокладку труб тепловых сетей в металлических футлярах. Переходы теплопроводов через водные протоки осуществляются в конструкциях мостов или подводными дюкерами. Переходы под мостами и прокладки в полосе отчуждения железных дорог подлежат согласованию со службой эксплуатации указанных сооружений. Расстояние (в свету) от тепловых сетей при их надземной прокладке до других сооружений (в метрах) должно быть не менее:

До автомобильных дорог на плане:	
до грани бордюрного камня или до внешней бровки кювета	0,5
по высоте (до одежды проезжей части)	4,5
До трамвайных путей в плане:	
до оси ближайшего пути на прямых участках	2,8
по высоте (до верха головки рельса)	4,5
До линии электропередачи по высоте при пересечении с линиями напряжений:	
до 20 кВ	3,0
31—110 кВ	4,0
145 кВ	5,0
220 кВ	6,0

При параллельной прокладке обеих сетей с сохранением принятых выше расстояний по высоте в плане допускается разрыв, равный 2,0 м. При параллельной прокладке и при пересечении электрокабеля (кабельная сеть, телефон, телеграф и др.) должна быть проложена дополнительная теплоизоляция из пенобетонных блоков сверху или снизу канала, а при бесканальной прокладке — и с боков по 2 м в каждую сторону от крайнего кабеля. Допускается уменьшение норм приближения в случаях, когда принятые технические решения обеспечивают ремонт и строительство указанных сооружений и тепловых сетей, не вызывая их нарушения в условиях реконструкции, при обязательном согласовании с соответствующими организациями.

Прокладка труб в футлярах, надземная и подвальная. В футлярах, как правило, прокладывают трубы тепловой водяной сети при пересечении с трамвайными, железнодорожными путями, канавами проездов с усовершенствованным покрытием, под фундаментами зданий, при мелком заложении труб из-за необходимости развязки с инженерными коммуникациями, перекладка которых невозможна, над газопроводами (при канальной прокладке, вызванной необходимостью обеспечения естественной компенсации теплопроводов) и в других аналогичных случаях.

Прокладка труб в футлярах производится на скользящих опорах.

При прокладке труб в футлярах под трамвайными путями с низового конца необходимо установить смотровую камеру. Уклон футляра располагается в сторону камеры. Между изоляцией трубы и футляром должен быть зазор для вентиляции. С нижней точки футляра на расстоянии 100 мм врезается дренажный выпуск, который объединяется в общий камерный с выпуском в ливневую канализацию или другой приемник дренажной воды.

Подвальная прокладка трубопроводов тепловых сетей допускается до $D_у = 300$ мм при условии создания возможности их эксплуатации. Трубы теплопроводов, уложенные в технических коридорах или подвалах, должны иметь скользящие опоры. В местах расположения труб и запорной арматуры должно быть постоянное электроосвещение, подвалы зданий должны иметь естественную вентиляцию.

Для монтажа и демонтажа оборудования и труб с торцов зданий должны предусматриваться монтажные проемы. При прокладке трубопроводов в проходных туннелях (коллекторы, подвалы) высота туннеля (коллектор, подвал) в свету должна быть не менее 2 м, а ширина прохода между изолированными трубопроводами — не менее 0,6 м. В местах расположения запорной арматуры (оборудования) ширина подвала должна быть достаточной для удобного обслуживания установленной арматуры (оборудования). При прокладке в подвалах нескольких трубопроводов взаимное размещение их должно обеспечить удобное проведение ремонта трубопроводов и замену отдельных их частей. Электропроводка в технических подвалах должна осуществляться в стальных трубах, конструкция светильников должна исключать доступ к лампе без специальных приспособлений, либо должно применяться напряжение не выше 36 В.

Запрещается в местах прохождения труб водяных тепловых сетей в подвалах зданий устраивать складские или другие помещения. Вход и выход труб через фундаменты зданий должны быть выполнены в гильзах согласно проекту, на отметке существующей земли подвала с установкой подушки и скользящей опоры.

Не допускается располагать неподвижную опору в фундаменте здания. При входе в подвал здания и выходе из него трубы на 5 м в обе стороны должны иметь поверх тепловой армопенобетонной (АПБ) изоляции усиленную гидроизоляционную оболочку. Не рекомендуется в подвалах зданий устанавливать сальниковые компенсаторы и спускную арматуру. Изоляция подвального теплопровода в настоящее время состоит из следующих частей: а) прамирования; б) гидроизоляции из двух слоев рулонного изола; в) тепловой изоляции — минераловатных полуцилиндров или матов; г) сетки; д) асбоцементной штукатурки; е) покраски согласно требованиям правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов.

Надземная — воздушная — прокладка теплопроводов в основном применяется на промышленных предприятиях и в отдельных случаях, по согласованию с местными Советами, в населенных пунктах, городах. Такая прокладка осуществляется по сборным железобетонным мачтам, по стенам и колоннам зданий или же по низким сборным железобетонным опорам и шпалам (там, где это возможно по местным условиям) на скользящих опорах. Для непроезжих мест высота надземной прокладки тепловых сетей от поверхности земли до теплопроводов в свету должна быть не менее 0,6 м. При прокладке трубопроводов через улицы и проезжие дороги высота расположения трубопроводов от уровня проезжей части до наружной поверхности изоляции должна быть не менее 4,5 м. При прокладке через железнодорожное полотно расстояние от головки рельса до наружной поверхности изоляции должно быть не менее 6,4 м, а для электрифицированных дорог — 7 м. При прокладке тепловых сетей по площадкам предприятий, на эстакадах или отдельно стоящих опорах допускается совместная надземная прокладка сетей с технологическими трубопроводами независимо от параметров теплоносителя и параметров среды в технологических трубопроводах. Исключение составляют прокладки в галереях эстакадного типа, а также случаи, когда такая прокладка противоречит требованиям правил безопасности. Арматура должна устанавливаться в местах, удобных для обслуживания и ремонта. При прокладке на мачтах, эстакадах, кронштейнах, где на высоте 1,4 м и более установлены элементы оборудования, требующие обслуживания, должны быть устроены площадки с перилами и постоянными лестницами. Металлические лестницы и площадки должны выполняться из рифленой стали. При воздушных прокладках на мачтах и эстакадах установка сальниковых компенсаторов не рекомендуется.

Трубопроводы поверх изоляции должны быть заключены в металлический кожух и окрашены полосой шириной 0,5 м с опознавательным кольцом посредине с обеих сторон от установленной на трубопроводах арматуры, а также через каждые 10 м прокладки.

Бесканальная прокладка тепловых сетей. К 1980 г. отпуск тепла от централизованных источников по сравнению с 1975 г. увеличится примерно в 4 раза, в связи с чем протяженность тепловых сетей и диаметры труб значительно возрастут.

В настоящее время широко распространена бесканальная прокладка труб в разных тепловых оболочках (керамзитобетон, армопенобетон, фенольный пенопласт и т. д.).

Бесканальная прокладка трубопроводов тепловых сетей вытеснила все виды других прокладок в основном из-за низкой первоначальной стоимости прокладки по сравнению с другими видами подземных прокладок.

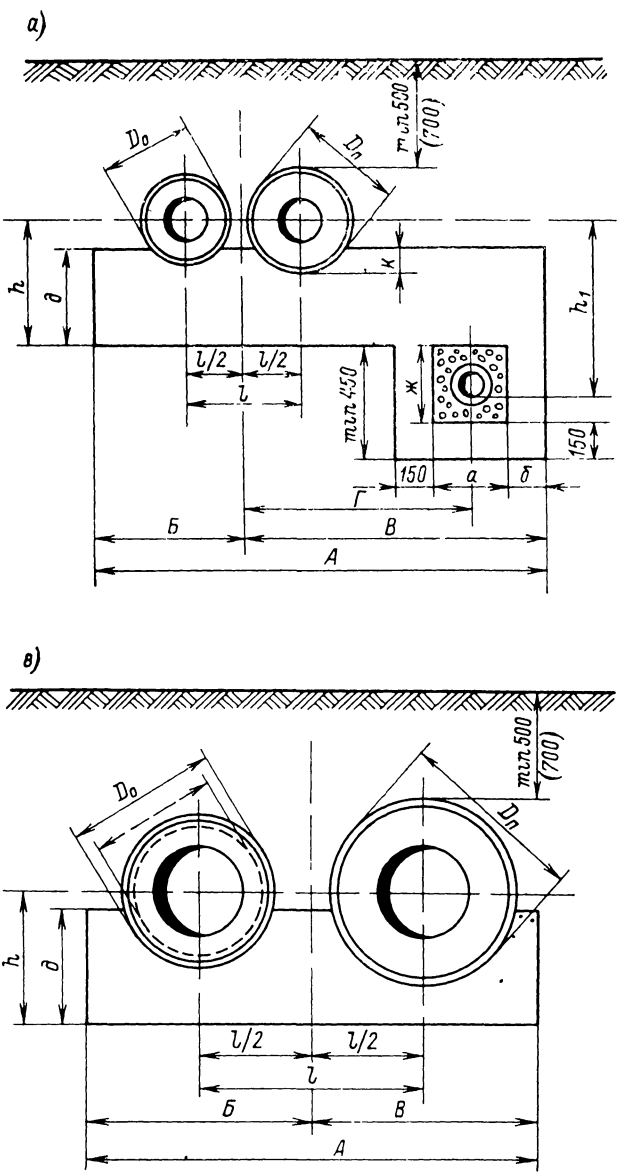
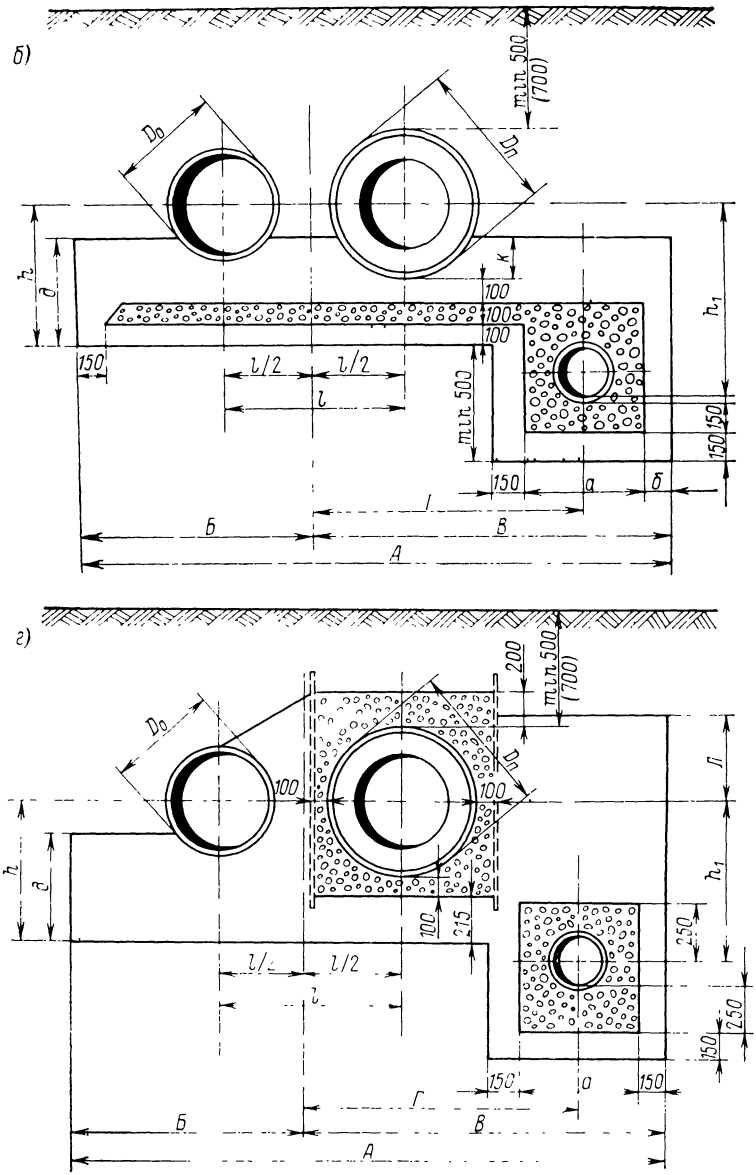


Рис 6 1 Конструкция бесканальной прокладки теплосетей с армопенобетон жем *б* — то же 300—1000 мм с дренажем *в* — для трубопроводов диамет ной обсыпке

Длительная эксплуатация труб при бесканальной прокладке показала, что срок службы труб небольших диаметров намного меньше нормативного по сравнению с трубами больших диа-



ной изоляцией *а* — для трубопроводов диаметром не более 300 мм с дрена ром 300—1000 мм в сухих грунтах без дренажа, *г* — то же, в песчаногравии

метров Причина этого заключается в меньшей толщине стенки трубы и равных условиях прокладки и эксплуатации Однако трубы больших диаметров при разрыве создают угрозу всему

Таблица 6-1

Конструктивные размеры бесканальной прокладки теплосетей в армопенобетонной изоляции (рис. 6-1)

$D_у$, мм	$D_н$ (с покровным слоем), мм		Размеры по Альбому серии 903-0-1												
			А	*Б*	*В*	*l*	*к*	*Г*	*h*	h_1, не менее	*д*	*а*	*б*	*Л*, не менее	*к*
	$D_п$	$D_о$	В мокрых грунтах (с дренажем)												
50	255	255	1600	550	1050	350		700	330	530					
65	255	255	1600	550	1050	350		700	330	530					
80	307	255	1600	550	1050	350		700	330	530					
100	307	307	1700	600	1100	400	150	750	360	550	350	300		450	300
125	359	307	1800	650	1150	500		800	360	550					
150	359	359	1850	650	1200	500		850	410	600					
200	456	409	1950	700	1250	550		900	430	630					
250	510	456	2100	750	1350	600		1000	460	650					
300	570	520 / 385	2400 / 2300	900 / 800	1500	650	200	1050	580	780	500	500	200	500	550
350	620	570 / 437	2550 / 2400	1000 / 850	1550	700		1100	610	810					
400	670	620 / 486	2650 / 2550	1050 / 950	1600	800	250	1150	630	830	550				
450	720	670 / 540	2850 / 2750	1150 / 1050	1700	900		1250	660	860					
500	760	720 / 590	2950 / 2850	1200 / 1100	1750	1000		1300	680	880					

$D_у$, мм	$D_н$ (с покровным слоем), мм		Размеры по Альбому 903-1-1												
	$D_п$	$D_о$	*А*	*Б*	*В*	*l*	*к*	*Г*	*h*	h_1, не менее	*д*	*а*	*б*	*Л*, не менее	*ж*
			В мокрых грунтах (с дренажем)												
600	860	690	3500	1500	2000	1300	250	1500	730	930	550	500	250	500	550
700	960	780	3700	1600	2100	1400		1600	780	980					
800	1060	880	3900	1700	2200	1500	300	1700	830	1030	600	550	225		
900	1160	980	4100	1800	2300	1600		1800	880	1080					
1000	1260	1080	4300	1900	2400	1700		1900	930	1130					
			В сухих грунтах (без дренажа)												
50	255	255	1150	650	600	350	100	—	280	—	250	—	—	—	—
65				550											
80	307	255	1150	550	600	350	150		310		300				
100	307	307	1250	600	650	400			310						
125	359	307	1350	650	700	500			330						
150	359	359	1350	650	700	500			380		350				
200	456	409	1500	700	800	550			430						
250	510	456	1600	750	850	600			460						

Продолжение табл. 6-1

$D_у$, мм	$D_н$ (с покровным слоем), мм		Размеры по Альбому серии 903-0-1												
	$D_п$	$D_о$	*А*	*Б*	*В*	*l*	*к*	*Г*	*h*	h_1, не менее	*д*	*а*	*б*	*Л*, не менее	*ж*
			В сухих грунтах (без дренажа)												
300	570	520 385	1800 1700	900 800	900	650	200	—	480	—	400	—	—	—	—
350	620	570 437	2000 1850	1000 850	1000	700			510						
400	670	620 486	2100 2000	1050 950	1050	800			530						
450	720	670 540	2300 2200	1150 1050	1150	900			560						
500	760	720 590	2400 2300	1200 1100	1200	1000	250		580		450				
600	860	690	3100	1500	1600	1300			630						
700	960	780	3300	1600	1700	1400			680						
800	1060	880	3500	1700	1800	1500			730						
900	1160	980	3700	1800	1900	1600	300		780		500				
1000	1260	1080	3900	1900	2000	1700			830						

Примечания. 1. Для диаметров $D_у$ = 300÷500 мм в числителе приведены данные при наличии теплоизоляции на обратной трубе, в знаменателе — без нее. 2. До $D_у$ = 300 мм теплоизоляция обратной трубы обязательна, для $D_у$ = 500 мм и бол она не делается. 3. $D_о$ и $D_п$ — диаметры соответственно обратного и подающего трубопроводов.

окружающему пространству из-за выброса огромной массы горячей воды и размыва земляного покрытия больших размеров.

Основной причиной наружной коррозии труб и повышенных тепловых потерь является влага, проникающая в изоляционный слой из-за негерметичности гидрозащитной оболочки, что в конечном итоге приводит к преждевременной замене труб. Во многих случаях стоимость замены трубопроводов равняется стоимости строительства новой сети.

Бесканальная прокладка с монолитной армопенобетонной изоляцией (АПБ) заводского изготовления (табл. 6-1 и рис. 6-1) была предложена А. Н. Крашенинниковым и П. А. Лазаревым в 1948 г. Она используется в широких масштабах при подземных прокладках в Ленинграде. При всех диаметрах труб армопенобетон покрывается гидрозащитным покрытием из бризола, изола и асбоцементной штукатуркой по металлической сетке или двумя слоями стеклоткани на битуморезиновой, битумополимерной мастике (СНиП II-36-73).

Необходимость изоляции обратных труб диаметром 300 мм и более должна обосновываться технико-экономическим расчетом. Оболочка обратных труб аналогична гидрозащитной оболочке подающих.

Одним из недостатков прокладки с армопенобетонной изоляцией, который, по-видимому, будет свойствен большинству бесканальных прокладок в гидрозащитных оболочках, являются частые случаи коррозии трубопроводов в местах прохода их через стенку камеры, фундамент здания или другое подземное сооружение и на расстоянии 0,5—2 м от сооружения, а также в стыках труб из-за неплотности вручную выполненной изоляции. Для уменьшения коррозии и увеличения срока службы теплопроводов институт ВНИПИэнергопром разработал специальное устройство — футляр, устанавливаемый в местах их прохода через подземные сооружения. Опытное внедрение его на тепловых сетях Ленинграда дало положительные результаты, и футляры рекомендованы для широкого применения при бесканальной прокладке труб всех диаметров.

Глубина заложения теплопровода и его основание при бесканальной прокладке определяются проектом в соответствии со СНиП II-36-73 и должны быть не менее 0,7 и не более 2,5 м. При бесканальной прокладке тепловых сетей участки трубопроводов, используемые для самокомпенсации, а также П-образные компенсаторы должны прокладываться в каналах (нишах).

Локализация последствий просадок теплопроводов при бесканальной прокладке. Просадки бесканальных теплопроводов могут происходить по различным причинам: вследствие перекопки траншей экскаватором, недостаточно плотной подбивки песчаного грунта под теплопроводы, из-за вспучивания глинистых грунтов при промерзании основания в зимнее время. Нормальная просадка бесканальных труб равна 3—4 см. С целью

создания условий свободной осадки теплопроводов по всей длине трассы в конструкциях неподвижных щитовых опор и в стенах камер и зданий должен предусматриваться кольцевой зазор шириной до 10 см. При этом теплопровод должен помещаться в верхней части зазора, что позволит ему при осадках свободно перемещаться вниз по вертикали. Кольцевые зазоры в стенах камер и зданий образуются посредством закладных металлических гильз, конструкция которых выполняется согласно проекту.

Дренаж тепловых сетей. Дренаж может применяться для снижения уровня грунтовых или отвода поверхностных вод (дождевые, при таянии снега). Дренажи разделяются на горизонтальные, вертикальные и комбинированные. Вдоль теплопровода сбоку от него (справа вдоль подающего теплопровода) укладывается одна трубчатая дрена с одно-, двухслойной обсыпкой из хорошо фильтрующего гравийного материала (с фракцией зерен 3—10 мм) и среднезернистого песка. Иногда вдоль теплопровода прокладываются две дрены (по обе стороны).

В качестве трубчатой дрены обычно применяются безнапорные асбоцементные трубы $D_у = 150$ мм (ГОСТ 1839—72) и керамические канализационные трубы $D_у = 150$ мм (ГОСТ 286—74). Стыки керамических и асбоцементных труб оборачиваются рогожей. При пересечении дренажем газопроводов, независимо от условий высотной развязки (15 см и более), дренажная труба на протяжении 2 м в каждую сторону от газопровода должна укладываться без отверстий, а стыки в этом месте должны быть герметичными. Водоприемные отверстия в асбоцементных трубах выполняются цилиндрическими или щелевыми с боков труб на расстоянии 0,5 м. Наиболее просто делать их в виде продольных или поперечных щелей ($\delta = 3 \div 5$ мм). Длина щели принимается равной $d/2$.

Диаметр дренажной трубы принят 150 мм исходя из дебита воды до 3 л/с на 1 км трассы. Дренажные выпуски выполняются из сплошных труб (чугунные, железобетонные безнапорные и др.). Выпуск дренажных вод осуществляется в городскую ливневую канализацию, водосточную сеть или в открытые водоемы. При невозможности выпуска дренажа в водосточную сеть или открытый водоем допускается выпуск дренажных вод в фекальную канализацию с установкой в канализационном колодце клапана типа заслонки с разрывом через промежуточный колодец и установкой в камере гидрозатвора. Дренажные смотровые колодцы принимаются диаметром 1 м и устанавливаются на прямолинейных участках через 30—50 м, на всех углах поворотов трассы и через 10 м на закрытых выпусках.

При подходе к теплофикационным камерам дренажные трубы прокладываются в обход или сквозь камеру. Дренажные трубы, проложенные через камеру, должны быть стальными с весьма усиленной гидроизоляцией без отверстий, с патрубками, имею-

щими заглушки для возможности проверки работы дренажа и, в случае надобности, прочистки его. Дренажные колодцы — железобетонные, выполняются с отстойниками 30—50 см. В каждый третий колодец устанавливается облегченная переносная лестница из труб диаметром $^3/_4''$. В последние годы появились предложения применять для дренажа трубы из фильтрующего (пористого) бетона — трубофильтра. Уклон дренажных труб должен быть не менее 0,003 мм и может не совпадать по величине и направлению с уклоном труб тепловой сети. Глубина заложения дренажа и разбивка по участкам с выпусками определяются проектом.

Приспособление для промывки дренажа. Приспособление для промывки (продувки) дренажа тепловых сетей автора В. В. Шумова внедрено в тресте Теплоэнерго № 2 ГлавТЭУ ЛГИ в июле 1973 г. Пневмопромывка (продувка) дренажа тепловых сетей производится этим приспособлением как для профилактики, так и при засорениях в любое время года.

Приспособление в комплекте с компрессором включает в себя: трубки диаметром $^3/_4''$ и длиной 2 м — 1 шт.; диаметром $^3/_4''$ и длиной 0,5 м с резьбой на расстоянии 50 мм с двух сторон — 1 шт. и уголок $^3/_4''$ — 1 шт.

Пневмопромывка (продувка) производится в такой последовательности. Соединенные между собой трубки с помощью уголка вставляются в дренажную трубу через дренажный колодец по ходу воды или против. К концу трубки, выступающему из колодца, присоединяется шланг от компрессора АПКС-6 или ВКС-6. С помощью потока воздуха и находящейся воды получается барботаж, что способствует быстрому размыву засорения и удалению взвешенных частиц.

Использование приспособления исключает трудоемкие работы по профилактике и устранению засорений дренажа тепловых сетей, улучшает безопасность труда, повышает производительность и качество работ.

Приспособление может также эффективно применяться для промывки придомовых дренажных труб и других устройств из труб $D_y \leqslant 200$ мм. При этом исключается неэкономичное и небезопасное расходование деаэрированной воды (городской воды) из теплосети или применение специальной машины (пожарной), а также не требуется специальных подъездов. Приспособление можно использовать в любое время года, и для работы с ним не требуется высокой квалификации рабочих.

6-3. Сварка стальных трубопроводов

При изготовлении, монтаже и ремонте трубопроводов и их элементов допускается применение всех промышленных методов сварки, обеспечивающих необходимую эксплуатационную надежность сварных соединений, указанных в табл. 6-2.

Технологический процесс сварки и порядок контроля устанавливаются инструкциями монтажных организаций.

Сварку трубопроводов с наружным диаметром 76 мм и более, по которым транспортируется водяной пар с давлением выше 0,098 МПа (1 кгс/см^2) и горячая вода с температурой более 120° С, следует выполнять согласно Правилам устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды, утвержденным Госгортехнадзором СССР.

Таблица 6-2

Характеристика сварки трубопроводов

Вид сварки	Толщина стенки трубы	Положение шва при сварке	Примечание
Ручная газовая	Не более 4 мм	Все положения	Диаметр свариваемых труб не более 159 мм
Ручная дуговая Электросварка в среде углекислого газа	Не ограничена		—
Электроконтактная		Горизонтальное	В стационарных условиях
Автоматическая и полуавтоматическая			На специальных стендах (рекомендуется для труб диаметром свыше 100 мм)

К сварочным работам по изготовлению, монтажу и ремонту трубопроводов могут быть допущены только сварщики, сдавшие испытания в соответствии с Правилами испытаний электросварщиков и газосварщиков, утвержденными Госгортехнадзором СССР, и имеющие удостоверения установленного образца. При этом сварщики могут быть допущены к тем видам сварочных работ, которые указаны в их удостоверениях.

Прихватки должны выполняться сварщиками, имеющими квалификацию не ниже требуемой для данного вида работ. Ниже приведены характеристики прихваток в зависимости от диаметра труб:

Внутренний диаметр труб, мм	До 150	150—200	250—400	500—600
Минимальное число и и длина прихваток, мм	2×30	3×35	3×50	(3—4)×(60—70)
Высота прихваток	0,4—0,6% толщины стенки трубы			

Соединение элементов трубопроводов должно производиться сваркой. Применение фланцевых соединений может быть допущено только для присоединения трубопроводов к арматуре и деталям оборудования, имеющим фланцы. Резьбовые соединения допускаются только для присоединения чугунной арматуры

Таблица 6-3

Дефекты швов, выполненных электродуговой или газовой сваркой; их причины и способы ликвидации

Характер дефекта	Основная причина	Способ ликвидации
Непровар корня шва более допускаемого правилами	Неправильная разделка кромок, малый зазор; неправильный режим	Вырубить дефектный участок шва и заварить его вновь При длине дефектного участка свыше $^1/_3$ окружности стыка последний вырезается полностью После исправления или заварки качество стыка подлежит повторной проверке
Трещины	Повышенное содержание углерода или серы в металле сварочной проволоки или труб	Высверлить концы трещины
	Ведение сварки при чрезмерно низких температурах и быстрое охлаждение стыка	Вырубить трещину на всем ее протяжении. Заварить дефектный участок заново
Пористость наплавленного металла	Плохая зачистка кромок и наличие на них влаги или масла	Вырубить дефектные участки
	Чрезмерная скорость сварки	Вести сварку с нормальной скоростью
Крупные или многочисленные шлаковые включения	Плохо зачищен шлак между слоями Невнимательная работа сварщика	При протяженности дефектных участков до $^1/_2$ длины окружности стыка вырубить эти участки При большей протяженности дефектных участков стык вырезать
Местный протек металла с ослаблением сечения или прожог	Чрезмерно большие зазоры. Большая сила тока	Зачистить протеки вырубкой, если это возможно. Ослабленные места и прожоги подварить
Подрез кромок	Большая сила тока Низкое напряжение на дуге. Небрежность сварщика	Зачистить и подварить места подрезов и незаделанных кратеров
Чрезмерное усиление шва	Сила тока не соответствует скорости сварки. Напряжение на дуге недостаточно	Срубить излишнее усиление шва зубилом

на трубопроводах 4-й категории с условным проходом не более 100 мм и температурой теплоносителя не выше 100° С.

При изготовлении и монтаже трубопроводов должны применяться стыковые сварные соединения. При приварке к деталям и элементам трубопроводов штуцеров (труб, патрубков), а также фланцев и других плоских изделий допускается применение угловых и тавровых сварных соединений. При толщине стенки деталей и элементов трубопроводов более 15 мм угловые сварные соединения допускаются только с разделкой кромок.

Размещение сварных швов на гнутых участках труб не допускается. Разрешается применение штампо-сварных колен (отводов) и развилок с двумя продольными сварными швами при условии проведения 100%-ного контроля сварных соединений ультразвуковой дефектоскопией или просвечиванием. Для трубопроводов 3-й и 4-й категорий допускается применение сварных секторных отводов конструкций. Геометрические размеры сварных тройников из труб, а также штуцеров (труб, патрубков), вваривaемых на прямых участках трубопроводов, должны удовлетворять требованиям отраслевых стандартов, нормалей и технических условий.

Вварка штуцеров, дренажных труб, бобышек и других деталей в сварные швы, а также в гнутые элементы (в местах гибов) трубопроводов не допускается. В табл. 6-3 приведены дефекты швов, их причины и способы ликвидации.

Сварка нержавеющей стали. Сварка нержавеющей стали выполняется только на постоянном токе.

При толщине листа металла до 3 мм зазор стыка допускается не более 0,5 мм. При толщине листа более 4 мм в случае односторонней сварки снимаются фаски на кромках.

Прихватка выполняется электродами ЭНТУ-3, ЦЛ-11, УОНИ-НЖ или электродами из тех же материалов, которые применяются при основной сварке. Сварочная проволока выбирается в соответствии с химическим составом основного металла по ГОСТ 2246—70. При автоматической сварке применяются только специальные флюсы марок АНФ-6, АН-26 и др.

Для уменьшения выгорания легирующих элементов, предотвращения трещин и коробления металла при сварке воздуховоды из нержавеющей стали свариваются на слабых токах. Ток должен быть на 25% ниже, чем при сварке малоуглеродистой стали.

Гидравлические испытания трубопроводов тепловых сетей — опрессовка. Гидравлическое испытание трубопроводов тепловых сетей (опрессовка) производится водой с температурой не ниже +5° С.

Трубопроводы и их детали должны подвергаться гидравлическому испытанию пробным давлением, равным 1,25 рабочего давления, но не меньше 1,57 МПа (16 кгс/см^2) для подающих труб и 1,18 МПа (12 кгс/см^2) для обратных.

По Правилам технической эксплуатации (ПТЭ) тепловых сетей и тепловых пунктов МЖКХ РСФСР водяные тепловые сети от котельных, оборудованных чугунными котлами, испытываются давлением, равным 1,25 рабочего давления в подающем коллекторе, но не менее 0,59 МПа (6 кгс/см^2). Давление должно измеряться по двум проверенным манометрам класса точности не ниже 1,5.

Гидравлические испытания тепловых сетей при канальной и бесканальной прокладках производятся за два этапа (предварительный и окончательный). Предварительное испытание делается на небольших участках — до 1 км, окончательное — при выполнении всех строительно-монтажных работ. То и другое производится после установки на место и приварки подвижных опор, монтажа и засыпки неподвижных опор, но до покрытия труб и фасонных частей тепловой изоляцией. При монтаже трубопроводов из бесшовных труб гидравлическое испытание трубопроводов может производиться и после изолирования труб, но при условии, чтобы сварные стыки были свободны от изоляции, не покрыты гидроизоляцией и находились в местах, доступных для осмотра.

Если во время испытаний пробным давлением не будет обнаружено падения давления, давление в испытуемом участке трубопровода снижается до рабочего и при этом давлении сварные стыки простукиваются молотком с закругленным бойком массой не более 1,5 кг при длине ручки не более 500 мм; удары должны наноситься на расстоянии не менее 150 мм от сварного шва с обеих сторон.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если во время их проведения не понизилось давление, а в сварных швах труб не были обнаружены признаки разрыва, течи или потения.

Спуск воды после испытаний или обнаружения дефектов должен производиться немедленно с окончательной продувкой воздухом опорожненных теплопроводов, причем следует проверить, не осталась ли вода в нижних точках трубопровода.

Гидравлическое испытание отдельных труб производится по ГОСТ 3845—75. Для гидравлических испытаний труб небольших диаметров и протяженности участков используются ручные гидравлические насосы, а для больших диаметров применяются поршневые насосы с механическим и электрическим приводом.

Пневматические испытания трубопроводов. Согласно СНиП III-30-74, испытание трубопроводов на прочность и герметичность взамен гидравлического может производиться пневматическим способом по усмотрению строящей организации (предприятия тепловых сетей) при затруднении проведения гидравлического испытания (зимнее время, отсутствие воды на месте испытания и др.). Пневматические испытания должны

выполняться в соответствии с правилами СН 298-65 Госстроя СССР. По правилам пневматическое испытание трубопроводов тепловых сетей с температурой теплоносителя выше 120° С, паропроводов с давлением выше 0,098 МПа (1 кгс/см²) должно производиться пробным давлением, равным рабочему с коэффициентом 1,25, но не менее 1,57 МПа (16 кгс/см²) для подающих и 0,98 МПа (10 кгс/см²) для обратных трубопроводов. Учитывая, что в монтажных условиях создать такое испытательное давление практически невозможно, а также то, что при таком большом испытательном давлении воздухом создавалась бы большая опасность для персонала, а в городских условиях и для населения, замены гидравлического испытания пневматическим следует по возможности избегать. При отсутствии воды допускается производить предварительное испытание трубопроводов воздухом давлением 0,59 МПа (6 кгс/см²). Под этим давлением трубопровод выдерживается в течение 30 мин, затем давление снижается до 0,29 МПа (3 кгс/см²) и трубопроводы осматриваются. Утечка воздуха выявляется путем обмыливания стыков, по звуку, одоризацией или задымлением воздуха в трубопроводе. После предварительного пневматического испытания окончательное испытание производится гидравлическим способом.

Гидравлические испытания тепловых пунктов, элеваторных узлов и систем теплоснабжения. Оборудование тепловых пунктов и все подземные, подвальные, надземные трубопроводы тепловых сетей вторичного теплоносителя, а также трубопроводы и оборудование систем теплопотребления подвергаются гидравлической опрессовке при избыточном давлении, равном 1,25 рабочего, но не ниже: 1,57 МПа (16 кгс/см²) — для тепловых пунктов; 1,18 МПа (12 кгс/см²) — для теплоцентров и элеваторных узлов; 0,98 МПа (10 кгс/см²) — для водоподогревателей систем отопления и горячего водоснабжения; 1,18 МПа (12 кгс/см²) — для трубопроводов вторичного теплоносителя; 0,74 МПа (7,5 кгс/см²) — для систем водяного отопления с чугунными отопительными приборами в нижней точке системы и 0,98 МПа (10 кгс/см²) — в конвекторных системах; 0,88 МПа (9 кгс/см²) — для калориферов систем отопления и вентиляции; 0,74 МПа (7,5 кгс/см²) — для систем горячего водоснабжения, подсоединенных к открытым тепловым сетям, на плотность и до 0,98 МПа (10 кгс/см²) — на прочность с подкачкой.

Паровые системы отопления следует испытывать при избыточном давлении в верхней точке системы 0,25 МПа (2,5 кгс/см²), а если рабочее (избыточное) давление системы больше 0,068 МПа (0,7 кгс/см²),— при давлении, равном рабочему плюс 0,1 МПа (1 кгс/см²), но не менее 0,29 МПа (3 кгс/см²) в верхней точке системы. В зимнее время гидравлические испытания вновь смонтированных систем разрешается производить в период их наладочной эксплуатации.

Результаты гидравлических испытаний считаются удовлетворительными, если во время их проведения в течение 5 мин падение давления не превышало 0,02 МПа (0,2 кгс/см^2).

При испытании систем панельного отопления падение давления в течение 15 мин допускается не более 0,0098 МПа (0,1 кгс/см^2). В зимнее время приемка систем центрального отопления с открытой прокладкой стояков допускается без гидравлического испытания, если система удовлетворительно проработала не менее двух месяцев, а системы со скрытой прокладкой принимаются без гидравлического испытания в целом, но с обязательным гидравлическим испытанием всех стояков. Испытание стояков проводится после прогрева здания. Испытание на тепловой эффект следует производить при температуре теплоносителя, соответствующей температуре наружного воздуха (но не менее 50° С), и при значении циркуляционного давления в системе согласно проекту.

Испытание на максимальную температуру. Водяные тепловые сети должны испытываться на максимальную температуру (расчетную) не реже одного раза в два года. Для проведения испытания на предприятии тепловых сетей организуется специальная бригада во главе с руководителем испытаний. Испытание проводится по программе с тщательной разработкой режимов испытания согласно инструкции, ПТЭ и ПТБ; при этом должно проверяться все оборудование наружных тепловых сетей, как магистральных так и внутриквартальных. Расчетный расход сетевой воды определяется из условий обеспечения турбулизации потока. Минимальный расход воды при испытании для трубопроводов различных диаметров следующий:

$D_у$, мм . . .	100	125	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000	1200
G, м^3/ч . . .	10	15	60	100	125	150	250	350	450	600	850	950	1300

Температура воды в обратном трубопроводе не должна превышать 100° С. При испытании в любой точке водяной тепловой сети должно поддерживаться давление, обеспечивающее невскипание воды при расчетной температуре.

Обход тепловых сетей производится по верху трассы, спуск в камеру разрешается только для аварийных отключений сети.

Промывка тепловых сетей. Для сдачи в эксплуатацию согласно СНиП III-30-74 все вновь построенные трубопроводы тепловых сетей и систем теплопотребления должны быть тщательно отмыты от песка, монтажной грязи, окалины, а находящиеся в эксплуатации промываются не реже одного раза в два года с составлением акта о наполнении и промывке тепловых сетей и систем теплопотребления.

Для повышения качества промывку следует производить с применением сжатого воздуха (гидропневматическим способом).

Организация, эксплуатирующая тепловые сети, составляет совместно со строительно-монтажной организацией программу промывки тепломагистрали, которая должна быть согласована с ответственным представителем теплоэлектроцентрали или районной котельной.

Теплосеть _____

АКТ

о наполнении и промывке тепловой сети и систем теплопотребления

от _____ 19____ г.

Абонент № _____ Адрес _____

Мы, нижеподписавшиеся, представитель района теплосети и представитель абонента _____

_____ составили настоящий акт в том, что _____ 19____ г. произведены наполнение, промывка трубопроводов тепловой сети и системы теплопотребления абонента сетевой водой при температуре t_2 _____° С, на что израсходовано воды G $\frac{\text{наполнение} = _____}{\text{промывка} = _____}$

Количество теплоты, содержащейся в воде, израсходованной на наполнение, промывку трубопроводов сети (систем) при температуре исходной воды на ТЭЦ (в котельной) $t_{х\ в}$ _____° С, составляет

$$Q = G\,(t_2 - t_{х.\,в}) \cdot 10^{-3} = _____ \text{ГДж (Гкал)}.$$

Настоящий акт является основанием для предъявления счета потребителю за тепло и воду, израсходованные при наполнении, промывке сети и систем.

Представитель теплосети _____

Представитель абонента _____

Проектирующая организация должна заранее выдать рабочие чертежи и схемы промывки тепломагистрали с указанием мест подключения воды, часового расхода воды, мест установки компрессоров, их типа и производительности, мест подключения воздуха, арматуры и выпуска промываемой воды, расположения дренажей, колодцев, водостоков или канализационных колодцев, а при их отсутствии — других возможных мест выпуска воды, а также контрольных пунктов проверки качества осветления промывочной воды.

Результаты промывки подтверждаются справкой санэпидстанции (СЭС) района.

Расход воды при промывке систем теплоснабжения приведен в табл. 6-4.

Нормы расхода воды действительны при условии соблюдения инструкции по гидропневматической промывке тепловых сетей и систем отопления, обязательного замера давления по манометру, установленному на спускной линии по ходу воды за задвижкой.

Таблица 6-4

Расход воды при промывке систем теплоснабжения, т/ч

Манометрическое давление смеси в сбросной линии, МПа (кгс/см²)	Диаметр сбросной линии, мм					
	32	40	50	70	80	100
0,02 (0,2)	0,4	9,4	14,7	20,1	39,7	58,9
0,04 (0,4)	9,1	13,3	20,8	39,6	56,1	83,3
0,06 (0,6)	11,1	16,3	25,5	48,7	68,7	102
0,08 (0,8)	12,8	18,8	28,4	56,1	79,2	118
0,1 (1,0)	14,3	21,1	32,9	62,8	88,6	132
0,11 (1,2)	15,7	23,2	36,1	68,7	97,1	144
0,14 (1,5)	17,6	25,3	40,2	76,9	109	161
0,2 (2,0)	20,3	29,9	46,5	87,6	125	186

Расчет количества воды производится на основании табл. 6-4, диаметра сбросной линии, давления в сбросной линии и времени промывки. Промежуточные значения давления, не указанные в табл. 6-4, находятся интерполированием.

6-4. Изоляция трубопроводов и оборудования

Перед устройством тепловой изоляции на поверхность трубопроводов должно быть нанесено противокоррозионное покрытие в соответствии с требованиями проекта. Трубопроводы с температурой теплоносителя выше 45° С, расположенные в помещениях или вне их, но в зоне, доступной для обслуживания, а также их фланцевые соединения и арматура должны иметь тепловую изоляцию. Тепловую изоляцию должны иметь также трубопроводы, расположенные вне помещений, с температурой теплоносителя выше 60° С. Запрещается применение изоляционных материалов — огнеопасных, подверженных гниению, содержащих сернистые соединения или способных выделять кислоты и крепкие щелочи. Не рекомендуется использовать минераловатные изоляционные материалы для подземных прокладок тепловых сетей, а также надземных и подвальных без предварительного гидроизоляционного слоя.

Для предохранения металлических конструкций тепловых сетей от коррозии их надо окрашивать. Периодичность окраски

устанавливается в зависимости от местных условий. Тепловому изолированию подлежат трубы тепловой сети, корпуса сальниковых компенсаторов и задвижек диаметром более 200 мм, фланцевые соединения, оборудование тепловых пунктов потребителей (подогреватели, элеваторы с № 3 и выше, баки, аккумуляторы и т. п.).

Таблица 6-5

Характеристика теплоизоляционных материалов и изделий

Наименование изоляции	Плотность, кг/м³	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·°С), при T=20 °С и различной объемной влажности			Допускаемая температура применения, °С
		абсолютно сухой	W=10%	W=20%	
Минеральная вата	150 200 250	0,045 0,05 0,06	0,08 0,095 0,105	0,13 0,15 0,17	600
Минеральная пробка	250—400	0,06—0,12	—	—	120
Минеральные маты	200—250	0,06	0,105	0,17	—
Пенобетон автоклавный	280 380 400	0,08 0,105 0,12	0,095 0,12 0,14	0,16 0,185 0,20	500
Пеностекло	250 300 400	0,07 0,08 0,105	0,095 0,10 0,13	—	450
Стекловолокно (маты)	100—170	0,04	—	—	450
Совелитовые плиты	400	0,08	—	—	500
Вспученный перлит	60	0,04	—	—	—
Термоторф (обработанный, фрезерный)	250	0,06	—	—	—
Торф при T = 300 ÷ 400 °С	250	0,045—0,075	0,08	0,09	200
Монолитный автоклавный пенобетон	400	—	—	0,16	—
Монолитный фенольный поропласт	120	—	—	0,07	—
Монолитный газосиликат	400	—	0,09	—	—
Самоспекающийся асфальтоизол:					
плотный слой	1000	0,14	—	—	—
пористый слой	600	0,12	—	—	—
порошкообразный слой	500	00,9	—	—	—
монолитный битумоперлитовый	300	0,08—0,105	—	—	—
перлитобетон	400	0,09—0,105	—	—	—

Арматура и фасонные части горячих трубопроводов должны быть изолированы мастиками или специальными штучными изделиями. Толщина изоляционного слоя должна быть равна толщине изоляции труб. Выбор конструкции изоляции зависит от способа прокладки тепловой сети. Толщина слоя тепловой изоляции обратного теплопровода, а также отказ от изоляции должны иметь соответствующее технико-экономическое обоснование. Данные по теплоизоляции трубопроводов приведены в табл. 6-5 и 6-6.

Окраска трубопроводов и надписи на них. Трубопроводы пара и горячей воды должны окрашиваться по всей длине; помимо этого, на них наносятся цветные кольца. Трубопроводы, уложенные в помещениях насосных, тепловых пунктах, а также проложенные надземной прокладкой по городским проездам, мостам, эстакадам, должны быть поверх асбоцементной корки оклеены тканью (марлей) и окрашены масляной краской с опознавательными кольцами через 2—2,5 м или заключены в металлический кожух.

Трубопроводы в пределах камер окрашиваются полностью.

Ниже приведен расход материалов (в килограммах) на 1 м^2 и 1 м^3 изоляции трубопроводов:

Расход материалов на 1 м^2 изоляции

Битумный лак № 177	0,07
Грунт 138-А	0,10
Алюминиевая краска АЛ-177	0,09
Изол или бризол толщиной 2 мм	1,15 м^2
Битумно-резиновая мастика толщиной 5 мм	6,80
Асбоцементные полуцилиндры	1,2 м^2
Стеклоткань толщиной 0,2 мм	1,10 м^2
Асбоцементная штукатурка — асбест марки К-6-30 /цемент марки 300 при толщине:	
10 мм	3,02/12,10
15 мм	4,55/18,20
20 мм	8,10/24,20
Металлическая сетка № 12-1,2	1,80
Масляная краска в два слоя	0,45
Клеевая краска	0,39
Крепление к плоским поверхностям:	
штыри диаметром 4 мм и длиной 100 мм (8 шт)	0,08
стальная лента 20×0,7 мм для бандажей	0,2

Расход материалов на 1 м^3 изоляции

Скорлупы минераловатные на синтетической связке	300—370
Скорлупы вулканитовые	400—500
Скорлупы минераловатные прошивные	360—376
Маты минераловатные на синтетической связке	150—300
Маты минераловатные прошивные	290—330
Монолитный армобетон по ТУ Ленгазтеплостроя	450—500
Жгут минераловатный или стекловатный	180—300

Диаметр трубопровода, мм		Площадь наружной поверхности изоляции, м², при толщине изоляции, мм									
$D_у$	$D_н$	10	30	40	50	60	70	80	90	100	110
15	20	6,3	25,1	31,4	37,7	43,9	50,2	56,6	—	—	—
20	25	7,9	26,7	33,0	39,3	45,5	51,8	58,2	—	—	—
25	32	10,0	28,9	35,2	41,4	47,7	54,0	60,3	—	—	—
32	40	12,6	31,4	37,7	43,9	50,2	56,5	62,8	69,1	75,4	—
40	48	15,1	33,9	40,2	46,5	52,7	59,0	65,3	71,6	77,9	84,2
50	57	17,9	36,7	43,0	49,3	55,6	61,9	68,1	74,4	80,7	87,0
70	76	23,8	42,7	49,0	55,3	61,5	67,8	74,1	80,4	86,7	92,9
80	89	27,9	46,8	53,1	59,3	65,6	72,0	78,2	84,4	90,7	97,0
100	108	33,9	52,8	59,0	65,3	71,6	78,0	84,1	90,4	96,7	103,0
125	133	41,8	60,6	66,9	73,2	79,4	85,7	92,0	98,3	104,6	110,8
150	159	49,9	68,8	75,0	81,3	87,6	93,9	100,2	106,4	112,7	119,0
200	219	68,8	87,6	94,0	100,2	106,4	112,7	119,0	125,3	131,6	137,8
250	273	85,7	104,6	110,8	117,1	123,4	129,7	136,0	142,2	148,5	154,8
300	325	102,0	120,9	127,2	133,4	139,7	146,0	152,3	158,6	164,9	171,1
350	377	118,4	137,2	143,5	149,8	156,1	162,3	168,6	174,9	181,2	187,5
400	426	133,8	152,6	158,2	165,2	171,0	177,7	184,0	190,3	196,6	202,8
450	478	149,5	168,3	174,6	180,9	187,2	193,4	199,7	206,0	212,3	218,6
500	529	166,1	185,0	191,2	197,5	203,8	210,1	216,3	222,6	228,9	235,2
600	630	198,1	217,0	223,3	229,5	235,8	242,1	248,4	254,6	260,9	267,2
700	720	226,1	244,9	251,2	257,5	263,7	270,0	276,3	282,6	288,9	295,2
800	820	257,5	276,3	282,6	289,0	295,2	301,4	307,7	314,0	320,3	326,6
900	920	288,9	307,7	314,0	320,3	326,6	332,8	339,1	345,4	351,7	358,0
1000	1020	320,3	339,1	354,4	351,7	357,6	364,2	370,5	376,8	383,1	389,4
1200	1220	383,1	401,9	408,2	414,5	420,8	427	433,3	439,6	445,9	452,2

6-5. Организация труда, охрана труда и техника безопасности

Организация труда должна соответствовать СНиП III-А.Г-62 «Организация труда. Основные положения». Правила техники безопасности изложены в СНиП III-А.11-70. Правильная организация труда — хорошее использование механизмов, своевременное и бесперебойное обеспечение материалами, изделиями, инструментами, широкое применение аккордной, а в необходимых случаях и аккордно-премиальной системы оплаты труда — обеспечивает рост производительности труда, перевыполнение норм выработки и скорейший ввод в эксплуатацию строящихся тепловых сетей.

Строительство тепловых сетей осуществляется в основном комплексными бригадами, в состав которых включаются трубоукладчики, бетонщики, изолировщики, сварщики и т. д. Каждому рабочему, входящему в состав комплексной или спе-

Таблица 6-6

золяции на 100 м длины трубопровода

	Объем изоляции, м³, при толщине изоляции, мм									
120	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
—	0,47	0,15	1,10	1,51	1,98	2,51	—	—	—	—
—	0,52	0,82	1,18	1,60	2,09	2,64	—	—	—	—
—	0,58	0,90	1,29	1,73	2,24	2,81	—	—	—	—
—	0,66	1,00	1,41	1,89	2,42	3,01	3 67	4,40	—	—
90,4	0,73	1,11	1,54	2,03	2,59	3,22	3,90	4,65	5,46	6,33
93,3	0,82	1,22	1,68	2,20	2,79	3,44	4,15	4,93	5,77	6,67
99,2	1,00	1,46	1,98	2,56	3,21	3,92	4,69	5,53	6,42	7,39
103,3	1,18	1,62	2,18	2,81	3,50	4,25	5,06	5,93	6,87	7,88
109,3	1,30	1,86	2,48	3,17	3,91	4,72	5,60	6,53	7,58	8,59
117,1	1,54	2,17	2,87	3,64	4,46	4,35	6,30	7,32	8,39	9,53
125,3	1,78	2,50	3,28	4,13	5,02	6,00	7,04	8,13	9.29	10,51
144,1	2,35	3,25	4,22	5,26	6,35	7,51	8,73	10,02	11,36	12,77
161,1	2,85	3,93	6,07	6,27	7,54	8,87	10,26	11,71	13,23	14,81
177,4	3,34	4,58	5,89	7,25	8,68	10,17	11,73	13,35	15,02	16,77
193,7	3,83	5,24	6,70	8,23	9,83	11,48	13,20	14,98	16,82	17,73
209,1	4,30	5,85	7,47	9,16	10,90	12,71	14,58	16,52	18,51	20,57
224,8	4,77	6,48	8,26	10,11	12,00	13,97	16,00	18,09	20,24	22,46
241,5	5,27	7,15	9,09	11,11	13,17	15,30	17,49	19,76	22,07	24,45
273,5	6,23	8,43	10,69	13,02	15,41	17,86	20,37	22,96	25,59	28,30
301,4	7,07	9,55	12,09	14,70	17,36	20,10	22,89	25,75	28,67	31,66
332,8	8,01	10,80	13,66	16,54	19,56	22,61	25,72	28,89	32,12	35,42
364,2	8,95	12,06	15,23	18,47	21,76	25,12	28,54	32,03	35,58	39,19
395,6	9,89	13,31	16,80	20,36	23,96	27,63	31,37	35,17	39,03	42,96
458,4	11,78	15,83	19,94	24,12	28,35	32,66	37,02	41,46	45,94	50,49

циализированной бригады, необходимы знания смежных профессий. Так, например, электросварщику надо обладать знаниями профессии газорезчика, электромонтера и моториста, газосварщику — электросварщика и слесаря-трубоукладчика, изолировщику — бетонщика, трубоукладчику — такелажника, стропальщика и т. д. Руководителям и инженерно-техническим работникам строительно-монтажных организаций, старшим производителям работ (начальникам участков), производителям работ и мастерам участков необходимо знать:

1. Правила, изложенные в главе СНиП III-А.11-70 «Техника безопасности в строительстве».

2. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды Госгортехнадзора СССР.

3. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов Госгортехнадзора СССР.

4. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, Госгортехнадзора СССР.

5. Технические условия, правила производства работ и инструкции Госстроя СССР, Строительные нормы и правила (СНиП).

Проверка знаний ИТР производится раз в три года комиссиями, назначаемыми вышестоящими организациями, возглавляемыми главным инженером, старшим инженером по технике безопасности и представителем комиссии охраны труда или технической инспекции совета профессиональных союзов. Проверка знаний оформляется протоколом, и выдается соответствующее удостоверение.

6-6. Сдача и приемка в эксплуатацию тепловых сетей

По окончании строительства отдельных участков главных магистралей, квартальных и разводящих тепловых сетей, насосных станций производится их сдача строительно-монтажной организацией (с генеральным подрядчиком) организации, эксплуатирующей тепловые сети (заказчику). Приемно-сдаточная рабочая и Государственная комиссии образуются в соответствии с указаниями СНиП III-3-76 и III-30-74.

Комиссия осматривает объект строительства тепловых сетей в натуре, знакомится с технической документацией, предъявляемой строительно-монтажной организацией, и при условии отсутствия недоделок, препятствующих нормальной эксплуатации объекта, положительной оценки качества главных видов работ (строительные, монтажные и изоляционные) оформляет соответствующий акт сдачи-приемки. К акту сдачи-приемки работ должны быть приложены исполнительные чертежи.

Организация и функции технадзора при строительстве тепловых сетей.

1. Работы, подлежащие приемке представителем технического надзора в процессе строительства и монтажа тепловых сетей: а) разбивка трассы тепловой сети; б) устройство оснований для прокладки трубопроводов; в) устройство каналов и камер; г) сварка трубопроводов и закладных частей сборных конструкций; д) укладка трубопроводов на опоры; е) очистка внутренней полости труб; ж) растяжка и установка компенсаторов; з) антикоррозионная изоляция трубопроводов; и) тепловая изоляция трубопроводов; к) покрытие каналов и камер, монтаж строительных конструкций, заделка и монолитность стыков, установка люков и т. п.; л) устройство сопутствующих дренажей; м) устройство электрозащиты; н) промывка трубопроводов.

Кроме того, представитель технического надзора обязан присутствовать при а) гидравлических испытаниях арматуры (краны и задвижки), устанавливаемой в камерах и на тепловых пунктах; б) гидравлических испытаниях трубопроводов; в) ревизии и гидравлическом испытании оборудования тепло-

вых пунктов (элеваторные узлы, водоводяные подогреватели систем отопления или горячего водоснабжения и т. п.); г) гидравлической опрессовке систем теплопотребления.

Поузловая приемка указанных работ, проведенные испытания, промывка сети записываются в журнале и оформляются актом.

2. Документация, передаваемая теплосети строительно-монтажной организацией (заказчиком) или потребителем тепла при сдаче в эксплуатацию вновь построенных тепловых сетей и оборудования тепловых пунктов,— исполнительная документация:

а) рабочие чертежи проекта тепловых сетей и теплового пункта с нанесенными на них изменениями, допущенными в процессе строительства и согласованными с проектной организацией (сличительная ведомость треста ГРИИ);

б) акты промежуточной приемки работ;

в) заключения о проверке сварных стыков физическими методами контроля и копии паспортов сварщиков;

г) копии сертификатов на трубы, сварочные материалы и фасонные части заводского изготовления;

д) паспорта на установленную арматуру, приборы контроля и учета и автоматические регуляторы;

е) гарантийное письмо об оплате за теплоэнергию;

ж) паспорта с характеристикой тепловой сети по форме, указанной в Правилах устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды (вып. 1973 г.).

3. Правила составления исполнительных чертежей тепловых сетей.

Исполнительные чертежи должны составляться в следующем объеме:

а) план трассы в масштабе 1 : 500;

б) профиль трассы в вертикальном масштабе 1 : 50 и горизонтальном 1 : 500;

в) схема стыков подземных трубопроводов;

г) чертежи камер в масштабе 1 : 20;

д) чертежи тепловых пунктов в объеме проекта;

е) чертеж прокладки по подвалам зданий.

В теплосеть исполнительные чертежи должны представляться на кальке с двумя копиями на синьке.

В исполнительных чертежах должны быть отражены:

В плане трассы:

а) наименование улиц или номера проектируемых проездов, по которым проложена построенная теплотрасса;

б) все строения, присоединяемые к тепловой сети (затушевываются), с указанием их почтового адреса или строительных номеров;

в) все узлы поворота трассы, расположение неподвижных опор, компенсаторов, тепловых камер и дренажных колодцев

с привязкой их к существующим зданиям или к люкам существующих подземных сооружений (водопровод, канализация, телефон и т. д.);

г) расположение рельсовых путей и питающих подстанций электрифицированного транспорта, электрозащитных установок, контрольно-измерительных пунктов и других элементов, связанных с защитой тепловой сети от электрохимической коррозии;

д) все пересекающие теплотрассу надземные сооружения;

е) камера присоединения к существующей тепловой сети с указанием ее эксплуатационного номера или проектируемая точка с указанием номера проекта, расстояние от вновь проектируемой камеры до ближайшей неподвижной опоры на существующем трубопроводе;

ж) расположение тепловых пунктов в зданиях и длина теплопроводов от наружной стены до отключающих задвижек на тепловом пункте.

Примечание. Число привязок каждой узловой точки должно быть не менее трех, а длина привязки — не более 20 м.

В профиле трассы:

а) фактические отметки земли и красные отметки;

б) фактические отметки подошвы щебеночной подготовки каналов и камер;

в) фактические отметки верха перекрытия каналов и камер;

г) фактические отметки оси труб;

д) расстояние между характерными точками сети (камеры, неподвижные опоры, повороты, компенсаторы и т. п.);

е) все подземные сооружения, пересекающие трассы теплопроводов, с указанием их отметок и расстояний от характерных точек;

ж) величина и направление уклона трассы;

з) диаметры трубопроводов и места их перехода;

и) места поворотов;

к) отметки оси дренажных трубопроводов и лотков дренажных колодцев;

л) тип прокладки теплопроводов.

В схеме стыков:

а) схема трубопроводов с указанием характерных точек трассы (камеры, повороты, неподвижные опоры и т. п.);

б) длина отдельных участков труб между сварными стыками на подающем и обратном трубопроводах;

в) диаметр трубопровода и толщина стенок труб.

В чертежах камер:

а) планы и разрезы камер, монтажные схемы с подробным указанием установленных оборудования и арматуры (задвижки, компенсаторы) и их линейных размеров, а также воздушных и спусковых кранов, контрольно-измерительных приборов и т. п.;

б) габариты камер;

в) толщина строительных конструкций с указанием материала и типа конструкции, раскладка балок и плит перекрытия.

В чертежах тепловых пунктов и узлов:

а) план и разрез управления пункта с указанием установленного оборудования и привязок его по месту;

б) принципиальная схема оборудования теплового пункта с нумерацией запорной и регулировочной арматуры и контрольно-измерительных приборов.

В чертежах прокладок по подвалам зданий:

а) планы и разрезы с указанием расстановки опор, компенсаторов, направления уклонов и привязки осей трубопроводов и арматуры;

б) перечисление назначений всех помещений, по которым проходят трубопроводы.

В штампе исполнительных чертежей следует указать наименование объекта строительства, названия проектной и строительно-монтажной организаций, номер и дату согласования проекта с предприятием тепловых сетей, а также с органом местного Совета, ведающим учетом подземных сооружений.

Исполнительные чертежи должны быть подписаны руководителем строительно-монтажной организации, производителем работ и геодезистом, производившим привязку и нивелировку построенной сети, а также заверены технадзором заказчика.

На исполнительных чертежах должна быть отметка органа, ведающего учетом подземных сооружений, о получении одного экземпляра чертежей для учета.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

7-1. Организация эксплуатации

Основной задачей эксплуатации тепловых сетей является организация централизованной, надежной, бесперебойной подачи потребителям тепла требуемых параметров.

В крупных городах и промышленных районах для эксплуатации тепловых сетей создаются при энергетических управлениях или энергосистеме предприятия тепловых сетей (теплосеть). Принадлежащие абонентам узлы распределения (тепловые пункты, теплоцентры и т. д.), системы отопления, вентиляции, кондиционирования и горячего водоснабжения эксплуатируются абонентами.

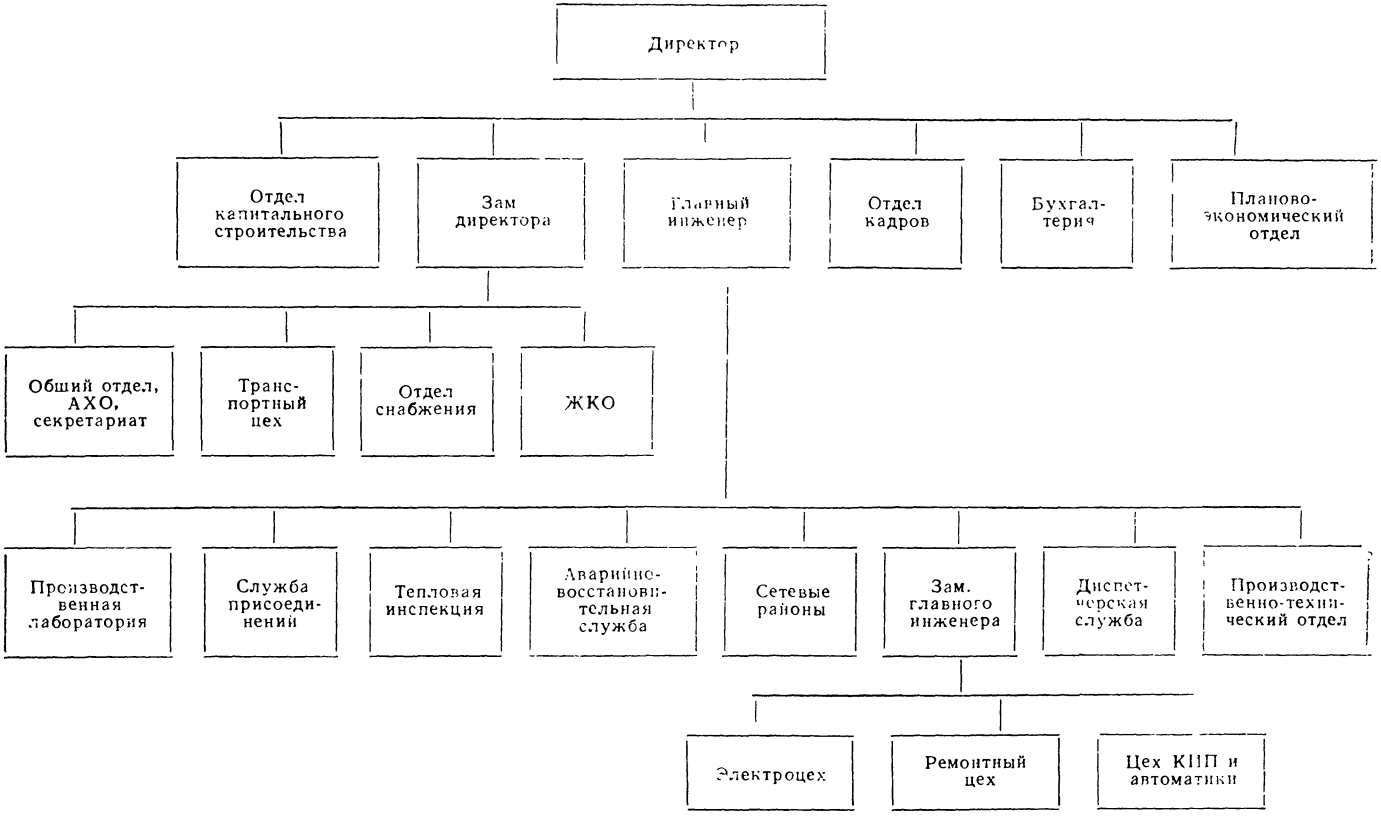


Рис. 7-1. Примерная организационная структура предприятия теплосети

На рис. 7-1 приведена примерная организационная структура теплосети районного (городского) энергетического управления.

Предприятие тепловых сетей состоит из трех основных подразделений: административно-управленческого аппарата, производственных отделов, цехов и служб, эксплуатационных (сетевых) районов.

Эксплуатационный район является основным производственным подразделением предприятия тепловых сетей. Он осуществляет всю эксплуатацию сетей, выполняет профилактические и текущие ремонты, производит распределение и учет тепла, проводит тепловой надзор за потребителями с выдачей предписания.

7-2. Содержание трубопроводов тепловых сетей

Регистрация. На все трубопроводы тепловых сетей, на которые распространяются Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды, предприятиями — их владельцами[1] — на основании документации, представляемой заводами-изготовителями и монтажными организациями, должны быть составлены паспорта установленной формы. Трубопроводы тепловых сетей четвертой категории (пар перегретый и насыщенный с температурой 115—250° С, давлением не более 1,57 МПа = 16 кгс/см^2, горячая вода с температурой не менее 115° С, давлением не более 1,57 МПа = 16 кгс/см^2) и другие, не подлежащие регистрации в органах Госгортехнадзора, регистрируются на предприятии, являющемся владельцем трубопровода тепловой сети.

Разрешение на эксплуатацию. Разрешение на эксплуатацию трубопроводов тепловых сетей, не подлежащих регистрации в местных органах Госгортехнадзора, записывается в паспорт трубопровода лицом, ответственным за исправное состояние и безопасную эксплуатацию их.

Техническое освидетельствование. Трубопроводы тепловых сетей перед пуском в эксплуатацию и в процессе эксплуатации должны подвергаться техническому освидетельствованию, наружному осмотру и гидравлическому испытанию. Техническое освидетельствование трубопроводов тепловых сетей должно производиться технической администрацией предприятия в следующие сроки:

а) наружный осмотр — не реже одного раза в год;

б) наружный осмотр и гидравлическое испытание трубопроводов тепловых сетей — перед пуском в эксплуатацию после монтажа, ремонта, связанного со сваркой, а также после

---

[1] Владельцем трубопровода тепловой сети считается предприятие (организация), на балансе которого находится трубопровод.

нахождения их в состоянии консервации свыше шести месяцев (СНиП III-30-74).

Наружный осмотр трубопроводов тепловых сетей, проложенных открытым способом или в проходных и полупроходных каналах, может производиться без снятия изоляции, а трубопроводов в непроходных каналах или при бесканальной прокладке — путем вскрытия грунта на отдельных участках и снятия изоляции не реже чем через каждые два километра труб тепловых сетей.

При контроле качества соединительного сварного стыка, а также при контроле не более двух сварных соединений, выполненных на трубах тепловых сетей при ремонте, строительстве, гидравлическое испытание может быть заменено просвечиванием сварных соединений рентгеновскими лучами или гамма-лучами.

Надзор и обслуживание. Администрация предприятия — владельца трубопровода тепловой сети — обязана обеспечить исправное состояние и безопасность эксплуатации его путем организации обслуживания, ремонта и надзора в полном соответствии с правилами и инструкциями.

Для обеспечения безопасной эксплуатации трубопровода руководство предприятия обязано назначить приказом необходимое число инженерно-технических работников и обслуживающего персонала. Из числа инженерно-технических работников приказом по предприятию должно быть назначено лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную эксплуатацию трубопровода тепловой сети, имеющее соответствующую техническую квалификацию и практический опыт.

Инженерно-технические работники, имеющие непосредственное отношение к эксплуатации трубопроводов, должны подвергаться проверке знаний правил и инструкций перед назначением их на должность и периодически — не реже одного раза в три года в порядке, установленном типовым положением, утвержденным Госгортехнадзором СССР. На предприятии и в других подразделениях, имеющих тепловые сети, на видном месте должны быть вывешены схемы трубопроводов, выполненные в условных цветах. Инструкции по пуску, обслуживанию и ремонту тепловых сетей должны находиться на рабочих местах обслуживающего персонала.

Ремонтные работы в каналах и камерах трубопроводов должны проводиться только по наряду-допуску, выдаваемому администрацией предприятия — владельца трубопровода тепловых сетей. На предприятии должен быть ремонтный журнал, в который за подписью лица, ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию трубопроводов тепловых сетей, вносятся сведения о выполненных ремонтных работах, не вызывающих досрочного освидетельствования. Сведения о ремонтных работах, вызывающих необходимость освидетельствования, а так-

же данные о материалах и качестве сварки, применяемых при ремонте, должны заноситься в паспорт.

Ответственность за нарушение Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. Правила безопасности и специальные инструкции обязательны для исполнения всеми должностными лицами, инженерно-техническими работниками и рабочими, имеющими отношение к проектированию, изготовлению, монтажу, ремонту и эксплуатации тепловых сетей горячей воды. Должностные лица на предприятиях, в организациях, а также инженерно-технические работники проектных и конструкторских институтов и организаций, виновные в нарушении правил, несут личную ответственность независимо от того, привело ли это нарушение к аварии или несчастному случаю. Они отвечают также за нарушения, допущенные их подчиненными. Выдача должностными лицами указаний или распоряжений, принуждающих подчиненных нарушать правила безопасности и инструкции, самовольное возобновление работ, остановленных органами Госгортехнадзора СССР или технической инспекцией профсоюзов, а также непринятие мер по устранению нарушений правил и инструкций, которые допускаются рабочими или другими подчиненными в присутствии должностных лиц, являются грубейшими нарушениями правил и инструкций. В зависимости от характера нарушений и их последствий все указанные лица несут ответственность в дисциплинарном, административном или судебном порядке.

Рабочие несут ответственность за нарушение требований правил и специальных инструкций, относящихся к выполняемой ими работе, в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка, установленными на предприятиях, и уголовными кодексами союзных республик.

Расследование аварий и несчастных случаев должно производиться в порядке, установленном Госгортехнадзором СССР, технической инспекцией профсоюзов и инструкцией энергетических управлений.

7-3. Испытание тепловых сетей

Все тепловые сети до ввода в постоянную эксплуатацию должны подвергаться:

а) опрессовке — для определения плотности и механической прочности трубопроводов и арматуры;

б) гидравлическим испытаниям — для определения гидравлических характеристик трубопроводов;

в) тепловым испытаниям — для определения фактических тепловых потерь сети;

г) испытаниям на расчетную температуру — с целью проверки работы компенсационных устройств сети и фиксации их нормального положения.

Находящиеся в эксплуатации тепловые сети должны подвергаться контрольным испытаниям в следующие сроки:

а) опрессовке — ежегодно, после окончания отопительного периода, для выявления дефектов, подлежащих устранению при капитальном ремонте, а также после окончания ремонта, перед включением сети в эксплуатацию;

б) гидравлическим и тепловым испытаниям — один раз в три-четыре года;

в) испытаниям на расчетную температуру — один раз в два года.

Перед испытанием тепловых сетей на расчетную (максимальную) температуру должны проводиться их опрессовка и устранение всех обнаруженных дефектов независимо от времени последней проверки сети на плотность. Все виды испытаний теплосети проводятся отдельно. Совмещение во времени двух видов испытаний не допускается.

Испытания тепловой сети на расчетную температуру, опрессовку, тепловые и гидравлические потери производятся согласно инструкциям и программам по наряду.

Для проведения каждого испытания на предприятии организуется специальная бригада во главе с руководителем испытаний; в состав бригады должны обязательно входить обходчики сети, участки которых испытываются.

Пуск водяных теплопроводов. Заполнение, промывка, включение циркуляции, прогрев и другие операции по пуску водяных тепловых сетей должны производиться в соответствии с местной инструкцией, в которой приведены необходимые меры безопасности персонала пусковой бригады. Участки теплопровода, включаемого в действующую сеть, должны заполняться через обратную линию.

Повышение температуры в тепловой сети должно осуществляться постепенно и равномерно со скоростью, не превышающей 30° С в час. Заполнение тепловой сети водой с температурой выше 70° С не допускается. Заполнение должно производиться при отключенных системах со скоростью, установленной энергоснабжающей организацией. Воздушная арматура должна иметь отводы, направляемые вниз в сторону, противоположную рабочему месту наблюдающего.

Производство всех видов работ и нахождение лиц, не участвующих в пуске, вблизи трубопроводов, запрещаются.

7-4. Требования по защите тепловых сетей от электрохимической коррозии

Строящиеся и существующие тепловые сети должны быть защищены от наружной электрохимической коррозии, которая в зависимости от способов прокладки и условий эксплуатации может обусловливаться:

а) электрохимическим взаимодействием металла труб с увлажненной тепловой изоляцией или иной окружающей средой;

б) наличием блуждающих токов, стекающих с трубы в грунт через увлажненную тепловую изоляцию.

Наибольшую опасность в отношении электрокоррозии представляют устойчивые анодные зоны; устойчивые катодные зоны безопасны.

Все трубопроводы тепловых сетей как при подземной, так и надземной прокладке необходимо защищать от коррозии. Защита от коррозии трубопровода не может быть обеспечена с помощью какого-либо одного мероприятия. Она должна осуществляться применением комплекса технических мероприятий; необходимость каждого из них устанавливается на основе изучения местных условий и проекта антикоррозионной защиты, составляемого проектной организацией. Проектировать защиту тепловых сетей от блуждающих токов должна организация, проектирующая тепловые сети.

Мероприятия по защите от блуждающих токов строящихся и действующих тепловых сетей осуществляются организациями и предприятиями, в ведении которых находятся эти сети.

До ввода теплосети в эксплуатацию должны быть выполнены следующие мероприятия:

а) при канальной прокладке — антикоррозионная защита труб и оборудования при помощи покрытий, электроизоляция подвижных и неподвижных опор, установка шунтирующих и токопроводящих уравнительных электроперемычек, создание контрольно-измерительных пунктов (КИП) для измерения потенциалов на трубопроводах согласно СНиП II-36-73.

б) при бесканальной прокладке — антикоррозионная защита труб и оборудования при помощи покрытий, установка электроперемычек и создание КИП.

Полный комплекс мероприятий должен быть спроектирован и осуществлен в течение первого года эксплуатации с учетом результатов коррозионных измерений. При проведении работ по защите от блуждающих токов в первую очередь необходимо осуществлять единые системы защиты тепловых сетей совместно со смежными подземными металлическими сооружениями (газопроводы, водопроводы и т. д.).

При электрических методах защиты тепловых сетей от коррозии (электродренажной или катодной) на фланцевых соединениях тепловых сетей и сальниковых компенсаторах должны быть установлены электроперемычки.

Для уравнивания потенциалов подающий и обратный трубопроводы должны быть соединены поперечными электроперемычками с интервалом не более 200 м.

Сечение перемычек (продольных и поперечных) должно быть не менее 50 мм^2 по меди.

На вводах тепловой сети в здание депо трамвая, метрополитена и электрифицированных железных дорог и другие здания, имеющие установки постоянного тока, для ограничения значения блуждающих токов должны быть установлены электроизолирующие фланцы, которые следует располагать в камерах или подвальных помещениях.

При защите тепловых сетей от наружной коррозии должны быть выдержаны следующие абсолютные значения защитных потенциалов: при изоляции минеральной ватой — не ниже 0,4 В по отношению к стальному электроду сравнения и 0,95 В по отношению к медносульфатному электроду, а при изоляции автоклавным пенобетоном — соответственно —0,5 и —1,1 В.

Внутренняя защита труб от коррозии осуществляется путем химической или термической обработки воды.

Измерения на трубопроводах. Для определения степени опасности коррозии как на строящихся, так и на эксплуатирующихся теплопроводах производятся измерения различных показателей. К таким показателям относятся: сопротивление грунта на различных участках трассы, разность потенциалов между трубопроводом и землей и между землей и рельсом, сила тока на работающих и опробуемых дренажах и др.

За внутренней коррозией водяных тепловых сетей необходимо вести систематический контроль путем анализов сетевой воды, а также установки индикаторов коррозии в наиболее характерных точках. Для контроля за внешней коррозией трубопроводов от блуждающих токов тепловая сеть не реже одного раза в три года должна быть проверена электроразведкой; при обнаружении электрокоррозии должны быть приняты меры по защите от блуждающих токов. Контрольная проверка участков, на которых обнаружена коррозия, должна производиться не реже одного раза в год.

7-5. Допуск к эксплуатации новых теплоиспользующих установок

Согласно правилам пользования тепловой энергии, все вновь присоединяемые теплоиспользующие установки потребителей должны быть выполнены в соответствии с проектной документацией, согласованной с энергоснабжающей организацией и с действующими правилами. Разрешение на постоянную эксплуатацию теплоиспользующих установок потребителей выдается после двухнедельного опробования и устранения потребителем выявленных при этом дефектов. При неустранении дефектов энергоснабжающая организация имеет право отключить установку. Присоединение к тепловым сетям энергоснабжающей организации теплоиспользующих установок, не имеющих расчетных контрольно-измерительных приборов, предусмотренных проектом, запрещается. Контрольно-измерительные приборы

приобретаются и устанавливаются самим потребителем. Учет отпуска тепловой энергии должен производиться на границе раздела тепловых сетей энергоснабжающей организации и потребителя. При установке приборов, измеряющих отпуск энергии, не на границе раздела расчет за тепловую энергию производится с учетом потерь на участке сети от границы раздела до места установки расчетных приборов. Расчет потерь осуществляет энергоснабжающая организация совместно с потребителем.

Эксплуатация теплоиспользующих установок. Граница ответственности потребителей и энергоснабжающей организации за состояние и обслуживание тепловых установок определяется их балансовой принадлежностью и фиксируется в договоре и схеме на отпуск тепловой энергии. На теплопроводах, принадлежащих энергоснабжающей организации, не должно быть устройств или оборудования, принадлежащего потребителю. В одной камере (колодце) на теплопроводе не должно быть оборудования, обслуживаемого разными организациями. Потребитель несет ответственность:

а) за техническое состояние и эксплуатацию находящихся в его ведении теплоиспользующих установок, экономное расходование тепловой энергии и соблюдение оперативно-диспетчерской дисциплины, а также за сохранность сооружений и коммуникаций тепловых установок, находящихся на его территории, но принадлежащих энергоснабжающей и другим организациям;

б) за недопущение на трассах магистральных теплопроводов возведения построек, складирования материалов, производства земляных работ и постоянного нахождения людей (за исключением дежурного персонала) в помещениях, по которым проходят теплопроводы;

а) за беспрепятственный допуск на предприятие в любое время суток инспекторов энергоснабжающей организации (имеющих соответствующее удостоверение) для надзора и контроля за техническим состоянием и эксплуатацией теплоиспользующих установок и сетей.

Теплопроводы к одиночному потребителю начиная от границы раздела с энергоснабжающей организацией, тепловые вводы и все внутренние тепловые установки находятся на балансе и в эксплуатации потребителя.

Энергоснабжающая организация имеет право, предварительно предупредив потребителя, прекратить полностью или частично подачу ему тепловой энергии в случаях:

а) неоплаты счета за теплоэнергию в течение 14 дней со дня подключения потребителя;

б) самовольного подключения субабонентов;

в) неудовлетворительного состояния теплоиспользующих установок;

г) недопущения инспекторов в помещения установок потребителя или к приборам учета теплоэнергии.

Об этом потребителю выдается предписание.

ПРЕДПИСАНИЕ

Предприятие теплосети ____

Абоненту ____

Адрес ____

На основании правил пользования электрической и тепловой энергии и действующих решений и положений для обеспечения нормальной работы тепловых сетей и систем теплоснабжения в отопительном сезоне ____ предлагаем Вам под личную ответственность сроком до ____ произвести следующее:

____

____

____

____ (предприятие теплосети) предупреждает Вас, что при невыполнении вышеперечисленных мероприятий Ваша теплоустановка может быть отключена без предупреждения.

Подпись: Главный инженер ____ (предприятие теплосети)

Предписание принял ____

Предписание вручил ____

Дата

Потребитель предупреждается о прекращении ему подачи тепла за 10 дней. Если потребитель в течение пятидневного срока не согласует время перерыва в подаче тепловой энергии, энергоснабжающая организация имеет право самостоятельно установить это время. При ликвидации аварии или ее предупреждении энергоснабжающая организация имеет право отключить установку потребителя с последующим сообщением ему о причинах отключения. Энергоснабжающая организация в течение 6 мес не несет материальной ответственности перед потребителем за недоотпуск тепловой энергии от тепловых сетей, находящихся во временной эксплуатации. При пользовании тепловой энергией в виде горячей воды потребитель обязан обеспечить температуру обратной воды в соответствии с графиком. При повышении температуры обратной воды более чем на 3° С против графика энергоснабжающая организация вправе снизить отпуск тепла потребителю или произвести расчет по температурному перепаду, предусмотренному графиком. Расчеты с субабонентами за тепловую энергию, полученную от энергоснабжающей организации, производятся основным потребителем (абонентом).

Для всех потребителей, получающих тепловую энергию, установлены одноставочные тарифы. Количество тепловой энергии, отпущенной потребителю, учитывается на границе раздела тепловых сетей энергоснабжающей организации и потребителя. Граница раздела определяется по балансовой принадлежности сетей. Все другие затраты (обслуживание, ремонт и т. д.) и потери тепловой энергии после границы раздела сетей относятся на потребителя.

7-6. Обслуживание тепловых сетей

Тепловые сети разрешается обслуживать бригадой слесарей-обходчиков (не менее двух). За каждой парой слесарей-обходчиков распоряжением по предприятию должен быть закреплен определенный участок тепловой сети, с точным указанием границ обслуживания. До выхода на участок старший слесарь-обходчик должен ознакомиться со схемой работы тепловых сетей и параметрами теплоносителей. После этого он должен получить разрешение начальника или мастера на обход участка по утвержденному графику.

Слесарь-обходчик должен иметь набор исправного инструмента, спецодежду и обувь, соответствующие условиям обслуживания.

Площадки и лестницы в камерах должны устраиваться также и для обслуживания арматуры, расположенной на высоте более 1,5 м.

В полупроходных каналах все работы должны производиться при отключенных трубопроводах и при температуре теплоносителя не более 80° С, а температура в канале не должна превышать 50° С. Подтягивать болты фланцевой чугунной арматуры разрешается при температуре теплоносителя не выше 90° С и давлении не более 0,33 МПа (3 кгс/см²).

Подтягивание сальниковых стальных компенсаторов может производиться при давлении не более 1,18 МПа (12 кгс/см²). Подтягивать муфтовую арматуру и контрольно-измерительную аппаратуру (устранение течи) можно только гаечными ключами при давлении не более 0,33 МПа (3 кгс/см²); применение газовых ключей и других приспособлений запрещается. Для освещения должна применяться взрывобезопасная арматура напряжением 12 В. Использование открытого огня в подземных сооружениях запрещается. При откачке горячей воды из камер тепловой сети персонал обязан организовать сток откачиваемой воды в ливневую канализацию или другой водосток. Нельзя допускать людей в зону откачки на участке, где температура воды выше 40° С.

7-7. Ремонт тепловых сетей

К ремонту тепловых сетей могут допускаться рабочие, знакомые с оборудованием тепловых сетей и прошедшие специальное обучение. До начала работ ответственный руководитель должен лично проинструктировать всех рабочих ремонтных бригад об особенностях предстоящего ремонта, обратив внимание на соблюдение правил техники безопасности. Запрещается производство ремонтных работ на оборудовании, находящемся под давлением и напряжением, без наряда и принятия соответствующих мер безопасности.

Ремонт тепловых сетей представляет собой комплекс технических мероприятий, направленных на поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств, а также на модернизацию как отдельных конструкций и элементов, так и тепловой сети в целом, что обеспечивает надежность и повышение экономичности ее в эксплуатации.

Ремонт тепловых сетей подразделяется на текущий и капитальный.

Ремонтные работы, которые по своему характеру не отличаются от текущего ремонта, но производятся на данном участке тепловой сети одновременно с капитальным ремонтом, относятся к капитальному ремонту. Капитальный ремонт и выполняемые одновременно с ним работы по текущему ремонту, как правило, должны производиться в летний период по заранее составленному для каждой магистрали и теплосети в целом плану-графику, утвержденному главным инженером предприятия и согласованному с местными органами власти.

График ремонтных работ должен, как правило, составляться из условия поочередного ремонта магистральных теплопроводов. Ремонт ответвлений следует осуществлять одновременно с ремонтом соответствующей магистрали.

Текущий и капитальный ремонты тепловых пунктов и систем теплоснабжения абоненты должны производить по плану-графику, увязанному по срокам выполнения с графиком ремонта тепловой сети; план-график должен быть согласован с предприятием теплосети. В графике должны быть указаны минимальные сроки отключения тепловых сетей, чтобы не допустить длительных перерывов горячего водоснабжения. Максимальная длительность отключения потребителей горячего водоснабжения не должна превышать 12—15 дней (табл. 7-1). При больших объемах работ сроки отключения согласовываются с местными органами власти в каждом отдельном случае.

Для обнаружения утечки воды из сети и систем теплопотребления, а также для замены приборов учета и регулировочной аппаратуры допускается отключать участки сети или тепловых пунктов при температуре наружного воздуха не ниже —15° С на срок до 4 ч. Отключать отдельные участки сети и абонентские

системы для проведения мелких профилактических ремонтов можно при наружной температуре выше —10° С на срок не более 8 ч; отключение при более низких наружных температурах допускается лишь в аварийных случаях.

Таблица 7-1

Нормы простоя оборудования в ремонте (в днях)

Ремонтируемое оборудование	Диаметр ввода, мм		
	до 150	до 250	300 и выше
Элеваторный узел	2	—	—
Насосный узел подмешивания	4	5	7
Отопительный пункт:			
с подогревателем	5	6	9
без подмешивания	2	3	5
Тепловой пункт:			
с элеваторным узлом и подогревателями горячего водоснабжения	7	10	12
с узлом смешения для непосредственного водоразбора	5	7	9
Тепловой пункт паровой сети	5	7	9

Для производства ремонтных работ районы теплосети должны иметь в своем распоряжении механизмы и оборудование, примерный перечень которых (в штуках) приведен ниже:

Насос центробежный диаметром 80—100 мм с электродвигателем, соединительными рукавами и электрокабелем длиной 40—50 м	1
Насос самовсасывающий с автономным двигателем внутреннего сгорания и комплектом соединительных резиновых рукавов	2
Насос диафрагмовый или поршневой ручной переносный с рукавом	1
Домкрат грузоподъемностью 50—100 кН (5—10 тс)	2
Таль грузоподъемностью 10—30 кН (1—3 тс)	2
Электросварочный агрегат с автономным двигателем внутреннего сгорания	1
Электросварочный агрегат переменного тока с электрокабелем длиной 50—60 м	1
Газосварочный аппарат переносный	1
Пресс гидравлический с механическим приводом	1
Станок токарный	1
Станок сверлильный	1
Тиски:	
параллельные	2—3
прижимные трубные	2—3
Точило наждачное с электроприводом	1
Горн кузнечный переносный	1
Тележка для перевозки баллонов	1

При наличии в составе теплосети службы ремонта с ремонтным цехом и механической мастерской оборудование и механизмы, как правило, находятся в ведении этой службы.

Кроме оборудования и механизмов, перечисленных выше, теплосеть должна иметь в своем распоряжении: а) машины АВМ — 2 шт. (радиофицированные с диспетчерской службой); б) автомашину-самосвал; в) автокран грузоподъемностью 50 кН (5 тс); г) экскаватор с ковшом вместимостью 0,23—0,5 м³; д) другие транспортные средства и механизмы (тракторы, бульдозеры и т. п.).

В зависимости от местных условий количество и номенклатура оборудования и механизмов в ремонтной службе или в районах могут изменяться по усмотрению главного инженера теплосети.

Ремонт трубопроводов. Капитальный и текущий ремонты тепловых сетей производятся специально комплектуемыми ремонтными бригадами, включающими в состав помимо ремонтного персонала теплосети весь эксплуатационный персонал района, высвобождающийся от обычной работы по текущей эксплуатации сетей и тепловых пунктов. При комплектации бригад следует по возможности использовать эксплуатационный персонал на обслуживаемых им участках. Руководство ремонтной бригадой в зависимости от характера и значительности работ возлагается на мастера района тепловой сети или на наиболее квалифицированных рабочих, обладающих организаторскими навыками. Общее руководство ремонтными работами в каждом районе теплосети осуществляет начальник теплосети (ответственный за эксплуатацию тепловых сетей).

В теплосети на ремонтные работы и связанные с ними отключения должна быть заведена система нарядов. Наряды выдаются начальником теплосети, в ведении которого находится ремонтируемый участок с оборудованием.

В наряде должны быть указаны: а) место работы; б) условия работы; в) конкретное содержание работы; г) время выполнения; д) порядок отключения и дренирования сети; е) последовательность операций по ремонту; ж) меры по технике безопасности при выполнении работы.

Допуск к работе по нарядам производит мастер района, обслуживающий данный участок сети или оборудования, с разрешения дежурного диспетчера теплосети.

Допускающий (мастер) обязан проинструктировать ответственного руководителя и персонал ремонтной бригады, с записью в журнале, об условиях и порядке производства работ, указанных в наряде.

В случаях, когда отключающие задвижки и вентили не имеют необходимой плотности, перед началом работ ремонтируемый участок тепловой сети должен быть отсоединен установкой заглушек. Толщина заглушек должна соответствовать

давлению рабочей среды (пара или воды). Заглушки должны иметь ясно видимые хвостовики и устанавливаться, как правило, ими вверх.

Ответственный руководитель и производитель работ до начала работ должны лично убедиться в плотном закрытии задвижек и вентилей и отсутствии давления в трубопроводах. При наличии избыточного давления в трубопроводе приступать к ремонтным работам запрещается.

Проверку совпадения болтовых отверстий фланцевых соединений следует производить только с помощью ломиков или оправок. Выполнять эту работу пальцами запрещается.

При работах в камерах с параллельно действующими теплопроводами ответственный руководитель и производитель работ должны принять меры по охране людей от ожогов и воздействия высокой температуры (ограждения действующего оборудования, вентиляция, спецодежда и т. п.). Ремонт тяжелого оборудования в камерах и туннелях должен производиться с использованием подъемных механизмов (тали, домкраты и т. п.) и с применением мер безопасности, соответствующих особо стесненным условиям. Вывезенные на трассу трубы должны быть разложены вдоль траншеи на расстоянии не менее 1 м от ее бровки.

Запрещается выполнять монтаж и сварку труб в подвешенном состоянии без установки подкладок в местах соединений.

Ремонтные работы в камерах, туннелях, котлованах, шурфах и траншеях, в которых возможно наличие газа, должны выполняться по наряду и в соответствии с указаниями правил «Работа в резервуарах, колодцах и дренажных каналах». Добивку сальников компенсаторов допускается производить при избыточном давлении в трубах 19,62 кПа (2 м вод. ст.) и при температуре теплоносителя не более 45° С. Во всех остальных случаях добивка сальников должна выполняться только после опорожнения трубопроводов. Замена сальниковой набивки компенсаторов может осуществляться только после полного опорожнения трубопровода.

На выполненные и принятые ремонтные работы составляется приемочный акт, в котором отражаются объем и характер произведенного ремонта по отдельным элементам оборудования.

Акты приемки со всей технической документацией по ремонту и экземпляром чертежей должны храниться в районе или в производственном отделе теплосети вместе с паспортами соответствующего оборудования и теплопроводов.

Включение теплопроводов после ремонта производится по распоряжению дежурного диспетчера тепловой сети после закрытия наряда и получения им личного сообщения от производителя работ (мастера или бригадира) об окончании ремонтных работ и снятии людей. Включение теплопроводов после

ремонта в определенный, обусловленный заранее час без получения сообщения об окончании работ и о снятии людей не допускается. При производстве ремонтных работ персонал, участвующий в ремонте, должен руководствоваться «Правилами технической эксплуатации и правилами техники безопасности теплоиспользующих установок и тепловых сетей».

Теплосеть_____

АКТ

на приемку сетей и оборудования из капитального ремонта

« » _____ 19____г.

Настоящий акт составлен в том, что в соответствии с планом работ по капитальному ремонту тепловых сетей по объекту_____

_____

выполнены следующие работы_____
(краткое описание работ и характеристика объекта)

_____

_____

_____

Работы следует считать законченными и выполненными в соответствии с проектом_____
(наименование проекта, составитель проекта)

с предварительной оценкой качества работ_____
(хорошо, удовлетворительно)

Данный объект принят в эксплуатацию

Сдал:

Начальник ремонтного цеха

_____
(название предприятия)

Приняли:

Главный инженер теплосети_____

Начальник района_____

Начальник ПТО_____

СПРАВКА

1. Сметная стоимость ремонта по утвержденному расчету_____ руб.

Начальник планового отдела_____ (подпись)

2. Фактическая себестоимость ремонта_____ руб.

Главный бухгалтер_____ (подпись)

Перечень работ, проводимых при текущем ремонте тепловых сетей.

А. Каналы, камеры, павильоны, опоры и эстакады.

1. Устранение отдельных свищей в стенах проходных каналов и камер и заделка отдельных выпадающих кирпичей.

2. Смена отдельных лестниц (ходовых скоб).

3. Ремонт лестниц, площадок и ограждений с подваркой металлоконструкций.

4. Восстановление окраски металлоконструкций.

5. Очистка ершами дренажных трубопроводов от отложений ила.

6. Восстановление и заделка разрушенных люков.

Б. Трубопроводы, арматура и оборудование сетей, насосных станций и тепловых пунктов.

1. Смена отдельных труб.

2. Сварка или подварка отдельных стыков труб.

3. Частичный ремонт тепловой изоляции (до 5% общей длины трубопроводов) с восстановлением антикоррозионных покрытий и окраски.

4. Вскрытие и ревизия запорной, дренажной, воздухо-спускной и регулирующей арматуры (задвижки, вентили, регулирующие, обратные, предохранительные и редукционные клапаны), ремонт этой арматуры со сменой отдельных деталей; притирка дисков или золотников; набивка или смена сальниковых уплотнений; смена прокладок и подтяжка болтов сальниковых и фланцевых соединений.

5. Ревизия и мелкий ремонт насосов: вскрытие, осмотр дисков, смена набивки сальниковых уплотнений, смена подшипников.

6. Ревизия и мелкий ремонт электрических, электромагнитных и гидравлических приводов запорной и регулирующей арматуры, электродвигателей насосов и пусковой аппаратуры к ним без смены деталей.

7. Смена и ремонт гильз для термометров и кранов для контрольно-измерительных приборов.

8. Вскрытие и очистка грязевиков, фильтров, конденсационных и аккумуляторных баков.

9. Мелкий ремонт автоматической аппаратуры и самопишущих приборов контроля и учета: разборка и очистка импульсных линий диафрагм.

Перечень работ, проводимых при капитальном ремонте тепловых сетей.

А. Каналы, камеры и опоры воздушных прокладок.

1. Восстановление поврежденных или смена пришедших в негодность строительных конструкций каналов, камер, смотровых колодцев, павильонов и опор воздушных прокладок.

2. Восстановление поврежденных, смена пришедших в негодность или прокладка дополнительных дренажей из камер и каналов, а также попутных дренажей для понижения уровня грунтовых вод в действующих сетях.

3. Восстановление или устройство нового защитного слоя в железобетонных конструкциях каналов, камер, опор воздушных прокладок, а также штукатурка кирпичных конструкций.

4. Полная или частичная смена гидроизоляции каналов и камер.

5. Восстановление или смена подвижных и неподвижных опор, а также системы креплений трубопроводов при воздушных прокладках, на эстакадах и искусственных сооружениях (мосты, путепроводы и т. п.).

6. Вскрытие и очистка каналов от заливания с восстановлением гидроизоляции.

7. Смена металлических спускных лестниц в камере и на эстакадах или более 50% ходовых скоб.

8. Смена люков.

Б. Трубопроводы, арматура и оборудование сетей, насосных станций и тепловых пунктов.

1. Смена отдельных участков пришедших в негодность трубопроводов с модернизацией (в необходимых случаях) прокладки путем увеличения диаметра труб (не более чем на два типоразмера), применения компенсаторов, задвижек и других устройств более совершенных конструкций, изоляции более совершенных типов, а также путем отклонения при необходимости от существующего направления.

2. Восстановление или нанесение вновь на действующие трубопроводы гидроизоляции.

3. Полная или частичная смена тепловой изоляции.

4. Смена или установка дополнительных задвижек или другой запорной арматуры, компенсаторов и фасонных частей или их ремонт со сменой изношенных деталей.

5. Смена пришедших в негодность регулировочной и предохранительной аппаратуры и автоматических устройств, а также средств автоматики, телемеханики и связи или ремонт со сменой основных изношенных деталей.

6. Смена или ремонт со сменой деталей электрических, электромагнитных, гидравлических и других приводов задвижек, авторегуляторов, насосов, вентиляторов, а также пусковой аппаратуры к ним.

7. Смена или ремонт со сменой деталей силовой и осветительной аппаратуры и шкафов рабочего освещения в камерах, каналах, коллекторах, павильонах, на эстакадах и насосных станциях.

8. Смена или ремонт со сменой деталей насосов, грязевиков, пароводяных или водоводяных подогревателей, конденсатоотводчиков, элеваторов, аккумулирующих емкостей и другого тепломеханического оборудования насосных и аккумуляторных станций и тепловых пунктов.

9. Ремонт, дооборудование и смена тепловых щитов и теплоизмерительных приборов.

10. Ремонт со сменой негодных деталей или установка вновь на действующих сетях устройств для защиты от электрокоррозии.

11. Ликвидация перекосов арматуры, образовавшихся в результате осадок трубопроводов при бесканальной прокладке, связанная с переваркой конструкций трубопровода (компенсаторы, фланцевые соединения, ответвления) или несущих и направляющих опор.

12. Очистка внутренней поверхности труб и тепломеханического оборудования от накипи и продуктов коррозии механическим или химическим путем, или гидропневматической промывкой.

В табл. 7-2 приведены сроки ликвидации повреждений на трубопроводах тепловых сетей.

Таблица 7-2

Примерные сроки ликвидации повреждений на подземных трубопроводах тепловых сетей (в часах)

Этап работы	Диаметр трубы, мм				
	100—200	250—400	500—700	800—900	1000—1400
Отключение участка сети со спуском воды	1	2,5	3,5	5	6
Вызов представителей, подвоз механизмов	3	3	3,5	3,5	4
Вскрытие дефектного участка	2,5	5	6,5	9	14
Вырезка старой трубы, подгонка и сварка новой одним (двумя) сварщиками	1,5	3	5 (3)	6 (3)	10 (5)
Наполнение и включение участка сети с восстановлением теплоснабжения	1	1,5	2,5	4,5	6
Всего:	9	15	21 (19)	28 (25)	40 (35)

Примечание. Время, указанное в табл. 7-2 для ликвидации дефектов, реально при хорошей организации труда и обеспечении бригады спецмеханизмами в достаточном количестве.

Ниже приведены нормы минимального аварийного запаса материалов на 1000 м уложенных труб и 100 шт. установленной арматуры соответствующего диаметра:

А. Для района теплосети

Трубы стальные, м, диаметром:
15—150 мм 5
200—1200 мм 3
Болты с гайками М12—М3, кг 10
Муфты газовые диаметром 15—50 мм, шт. 10
Контргайки диаметром 15—50 мм, шт. 10
Отводы крутозагнутые диаметром 50—400 мм, шт. 2
Краны пробковые диаметром 15—30 мм, шт. 5
Краны трехходовые 15 мм, шт. 20

Задвижки стальные, шт., диаметром:
50—350 мм 2
400—1000 мм 1
Компенсаторы сальниковые, шт., диаметром:
100—350 мм 1
400—1000 мм 1
Гильзы для термометров диаметром 200 мм, шт. 2
Элеваторы водоструйные № 1—7, компл. 1
Люки чугунные с крышками диаметром 630 мм, компл. . . . 3
Колеса рабочие на 10 установленных насосов, шт. 1
Подшипники к насосам, шт. 2
Фланцы стальные на каждую единицу запасной фланцевой арматуры, пары 1

Б. Для дежурного персонала района теплосети

Прокладки паронитовые круглые, каждого размера, шт., диаметром:
50—150 мм 4
200—300 мм 3
350—1200 мм 2
Прокладки для крышек задвижек каждого размера, шт. . 2
Набивка сальниковая толщиной 12,5—25 мм, кг 10
Резина термостойкая диаметром 10—25 мм, кг 25
Болты с гайками М9—М25 каждого размера, шт. 10
Заглушки стальные каждого размера, шт., диаметром:
50—200 мм 2
250—1200 мм 1
Лен, кг 0,5
Сурик, кг 1,0
Графит, кг 1,0
Масло машинное, кг 2,0
Фонари аккумуляторные, компл. 3
Противогазы промышленные, компл. 2
Очки предохранительные, пары 2
Респираторы, шт. 2
Сапоги резиновые, пары 2
Костюмы ватные, компл. 2
Костюмы брезентовые, компл. 3
Костюмы прорезиненные, компл. 1
Рукавицы брезентовые, пары 4
Предохранительные пояса с веревкой, компл. 2
Газоанализаторы, компл. 1

В. То же (соответствующего размера), на 1000 м² материальной характеристики уложенных сетей ($D_н \times l$)

Набивка сальниковая асбестовая, кг 25
Резина термостойкая, кг 30
Паронит листовой, кг 10
Графит, кг 3
Лен, кг 1
Сталь, кг:
полосовая 10
круглая 10
листовая 25
Сурик, кг 2
Тавот (солидол), кг 5
Масло машинное (автол), кг 5
Керосин, л 2
Кислород, баллоны 1

Ацетилен, баллоны	1
Карбид кальция, кг	100
Лесоматериал крепежный, м³	1
Гвозди разные, кг	5

Нормы расхода материалов, деталей, приборов для ремонта измерительных приборов и автоматических устройств тепловых пунктов абонентов тепловой сети (годовой расход на 100 абонентов):

Манометры пружинные на 10 ат, шт.	20
Гильзы для термометров, шт.	10
Водомеры Вольтмана, кг:	
латунь — пруток диаметром 4—7 м	7,2
латунь листовая толщиной 1—2 мм	6,3
бронза в чушках	17,5
Термореле, кг:	
биметалл листовой	1,8
сталь Ст. 3	80,0
латунь Л-62	17,5
Сильфоны, шт., диаметром:	
40 мм	2
50 мм	3
80 мм	1
100 мм	1
Клапаны, шт.	10
Болты с гайками диаметром 16 и длиной 80 мм, шт.	160
Пружины, шт.	4
Сталь круглая Ст. 4 диаметром 30—50 мм, кг	10

Нормы расхода деталей и материалов для ремонта оборудования подкачивающих насосных подстанций тепловых сетей (годовой расход на 1 насос):

Тип насоса	4НДВ	5НДВ	6НДВ	8НДВ
Вал (сталь 35), шт.	0,3	0,3	0,3	0,3
Уплотняющие кольца (СЧ15-32), шт.	2	2	2	2
Грундбуксы (СЧ 15-32), шт.	2	2	2	2
Сальниковые втулки (СЧ15-32), шт.	2	2	2	2
Защитные кольца (С 15-32), шт.	2	2	2	2
Подшипники шариковые, шт.	2	2	2	2
Электроды, кг	0,7	0,9	1,0	2,0
Болты с гайками диаметром 16—20 мм, кг	1,5	2,0	2,0	2,0
Шкурка на бумажной основе, м²	0,2	0,3	0,3	0,4
Кислород, баллоны	0,4	0,5	0,5	0,8
Карбид кальция, кг	4,0	5,0	5,0	7,0
Паронит, кг	1,5	2,0	2,0	3,0
Шнур асбестовый диаметром 8—20 мм, кг	0,2	0,3	0,3	0,4
Набивка асбестовая диаметром 8—20 мм, кг	0,7	1,0	1,0	1,5

Керосин, л	4,0	5,0	5,0	6,0
Графит чешуйчатый, кг	0,4	0,5	0,5	0,6
Шнур резиновый диаметром 8—20 мм, кг	0,15	0,20	0,20	0,30
Тряпки, кг (ветошь)	2,0	2,5	2,5	3,0
Карбид бора, кг	0,15	0,20	0,20	0,30
Паста 2,04 (ГОИ), тюбики	0,15	0,20	0,20	0,30
Электропровод ПЭВ-2 и другие обмотки статора и ротора электродвигателя, км	2	4	7	16

Примечание. Для насосов других типов, производительность которых близка к производительности указанных, можно брать эти же данные.

Нормы расхода материалов (в килограммах) для антикоррозионного покрытия 1 м^2 поверхности стальных баков тепловых сетей:

Наружная поверхность	
Двухслойное покрытие:	
1-й слой — алюминиевая краска АЛ-177 с 15% алюминиевой пудры ПАК-4 (по массе)	0,100
2-й слой — то же, с 10% алюминиевой пудры ПАК-4 (по массе)	0,100
Трехслойное покрытие:	
1-й слой — грунт № 138	0,075
2-й слой — алюминиевая краска АЛ-177 с 15% алюминиевой пудры ПАК-4 (по массе)	0,100
3-й слой — то же, с 10% алюминиевой пудры ПАК-4 (по массе)	0,1000
Внутренняя поверхность	
Лак этиноль	1,150
Асбест V—VI	0,490
Диабазовая мука	0,160

Временные нормы расхода материалов на ремонт тепловых сетей (вып. 1973 г.). Расчет нормативов расхода материалов на капитальный ремонт произведен исходя из следующей продолжительности ремонтных циклов (время между двумя капитальными ремонтами) в месяцах:

Водоводяные и пароводяные водоподогреватели	36
Насосы вихревые, центробежно-вихревые поршневые, роторные	24
Наружные тепловые сети водяные двухтрубные и паропроводы:	
при прокладке в проходных каналах и на эстакадах	360
при прокладке в непроходных каналах	300
при бесканальной прокладке	240
Оборудование химводоочистки и водоподготовки	24

Настоящие нормы являются временными и подлежат уточнению и дополнению предприятиями, эксплуатирующими отопительные котельные и тепловые сети, исходя из особенностей эксплуатации оборудования на предприятиях.

Нормы расхода материалов на средний и малый ремонты устанавливаются путем введения к нормам расхода материалов на капитальный ремонт следующих коэффициентов: a — коэффициента, характеризующего соотношение между количествами материала, расходуемого при среднем и капитальном ремонтах; β — коэффициента, характеризующего соотношение между количествами материала, расходуемого при малом и капитальном ремонтах.

Расход материалов на осмотры и межремонтное обслуживание определяется путем введения коэффициента λ к общему расходу материалов на капитальный, средний и малый ремонты.

Общий годовой расход материалов на ремонт и обслуживание оборудования может быть подсчитан по формуле

$$\Sigma H = \lambda (\Sigma H_к + \Sigma H_с + \Sigma H_м),$$

где ΣH — общий расход материалов на ремонты и обслуживание основного оборудования; $\Sigma H_к$ — расход материалов на капитальный ремонт; $\Sigma H_с$ — на средний ремонт; $\Sigma H_м$ — на малый ремонт.

Общий расход материалов на каждый из видов ремонта определяется путем умножения норм расходов материалов на количество оборудования, содержащегося в перечне, подлежащего тому или иному виду ремонтных работ и обслуживания.

В табл. 7-3 и 7-4 приведены нормы расхода материалов на капитальный ремонт соответственно наружных тепловых сетей и трубопроводной арматуры, а в табл. 7-5 и 7-6 — коэффициенты к ним.

7-8. Научная организация труда (НОТ)

Непрерывный рост производительности труда, повышение качества эксплуатации и ремонтов тепловых сетей, увеличение продолжительности сроков их службы возможны только при правильной организации труда рабочих-эксплуатационников.

По мере повышения технического уровня эксплуатации и ремонтов тепловых сетей организация труда постоянно совершенствуется. В дальнейшем совершенствовании организации труда большое значение имеет НОТ.

Научная организация труда — это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на повышение эффективности труда, получение максимальных производственных результатов при минимальных затратах труда. Основными из таких мероприятий являются: установление наиболее совершенных трудовых процессов, внедрение прогрессивных форм разделения труда и рациональных трудовых приемов, улучшение технической оснащенности рабочих мест, повышение квалификации рабочих, улучшение технического нормирования, применение более эффективных систем оплаты труда, рациональных методов

Нормы расхода материалов на капитальный ремонт 1 км

№ пп.	Материал	Диаметр			
		25	50	75	100
	Водяная двухтрубная сеть в непроходных				
1	Трубы стальные, м	87	87	87	87
2	Антикоррозионное покрытие труб:				
	изольная мастика, кг	12,3	14,8	20,9	22,2
	битумный праймер, кг	2,5	3	4,2	4,4
	крафт-бумага, м²	12,3	14,8	20,9	22,2
	бризол (2 слоя по 2 мм), м²	20,5	24,6	34,8	37
3	Изоляция:				
	минераловатные скорлупы, м³	0,25	0,3	0,4	0,8
	минераловатные маты, кг	—	—	—	—
	металлическая сетка № 12, кг	38,7	46,4	65,8	74
	проволока стальная диаметром 0,8—1,2 мм, кг	2,2	2,6	3,1	3,5
	асбест, кг	90	108	153	197
	цемент марки 300, кг	448	556	825	1122
4	Задвижки стальные (на 10 км трассы), шт.	2	2	2	2
5	Сальниковые компенсаторы (на 10 км трассы), шт.	—	—	—	—
6	Электроды, кг	2	2,5	3,7	4,5
7	Кислород, л	120	144	168	182
8	Ацетилен, л	20	24	28	32
9	Цемент марки 300, кг	90	90	90	100
10	Кирпич обожженный красный, шт.	100	100	100	100
11	Пиломатериалы, м³	0,1	0,1	0,1	0,1
12	Сталь разного профиля, кг	–	–	—	35
13	Строительные материалы для сборных железобетонных каналов (плиты перекрытий):				
	бетон марки 200, м³	1	1	1	1
	» » 300, м³	—	—	—	—
	сталь марки Ст.3, кг	55,4	55,4	55,4	55,4
	Водяная двухтрубная сеть в проходных,				
14	Трубы стальные, м	73	73	73	73
15	Антикоррозионное покрытие труб:				
	изольная мастика, кг	10	12	17,	18,5
	битумный праймер, кг	2,1	2,5	3,6	3,7
	крафт-бумага, м²	10	12	17	18,5
	бризол (2 слоя по 2 мм), м²	17	20,4	28,9	30,9
16	Изоляция:				
	минераловатные скорлупы, м³	1,2	1,4	2	2,3
	минераловатные маты с двусторонней металлической сеткой, кг	—	—	—	—
	металлическая сетка № 12, кг	38	46	65	81
	проволока стальная диаметром 0,8 и 1,2 мм, кг	2,2	2,6	3,7	4,8
	асбест, кг	102	122	173	210
	цемент марки 300, кг	—	—	—	632

Таблица 7-3

наружных тепловых сетей и сетевых сооружений в год

труб, мм								
150	200	250	300	350	400	450	500	600
каналах с подвесной тепловой изоляцией								
87	87	73	73	73	73	73	73	73
32,8	45	46,8	55,8	64,6	73	88,6	90,8	108
6,6	9	9,4	11,2	12.9	14,6	18	18.2	21,6
32,8	45	46,8	55,8	64,6	73	88,6	90,8	108
54,5	75	78	93	107.9	121.3	147,6	151	180
1,3	1,9	2,5	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1053	1219	1335	1364	1192	1420
98	135	134	—	—	—	—	—	—
3,9	4,8	4,4	14.7	16,1	17,6	20,1	20,1	24,9
249	333	328	372	419	463	648	718	842
1425	1900	1842	2110	2365	2610	3754	4100	4760
2	2	2	2	2	2	2	2	2
—	1	1	1	1	1	1	1	1
7,5	13,7	16,7	22,8	26.5	33,8	37,9	42	50
273	545	568	662	790	890	1100	1310	1570
48	69,5	72	84	100	113	136	160	192
100	100	110	110	110	120	120	120	120
100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
35	40	45	50	55	60	65	65	70
1	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1,24	1,24	1,6	1,6	2,8	2,8	2,8	2,7
55,4	98,4	98,4	136	136	241	241	241	241
полупроходных каналах и открытых местах								
73	73	60	60	60	60	60	60	60
27,4	37,6	38,9	46,3	53,6	60.6	70,4	75,4	89,6
5,5	7,5	7,8	9,2	10,7	12.1	14,1	15,1	17,9
27,4	37,6	38,9	46,3	53.6	60.6	70,4	75,4	89,6
45,5	62,6	64,8	77,2	89,5	101	117	125,5	149
3	4,2	4,2	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1965	1606	1775	2000	2145	2660
101	134	120	—	—	—	—	—	—
4,8	5,8	4,2	12,7	13,9	15,1	16 5	17 9	21,8
260	484	473	324	363	393	592	634	738
780	1446	1477	1805	2070	2245	3374	3615	4230

№ пп.	Материал	Диаметр			
		25	50	75	100
17	Задвижки стальные (на 10 км трассы), шт.	2	2	2	2
18	Сальниковые компенсаторы (на 10 км трассы), шт.	1	1	1	1
19	Электроды Э42, кг	1,3	1,7	2,5	3
20	Кислород, л	70	89	129	150
21	Ацетилен, л	11,6	14,9	21,5	26,4
22	Цемент марок 200 и 300, кг	90	90	90	100
23	Кирпич обожженный красный, шт.	100	100	100	100
24	Пиломатериалы, м³	0,1	0,1	0,1	0,1
25	Сталь разного профиля марок Ст.3 и Ст.4, кг	35	35	35	35
	Водяная двухтрубная сеть при бесканальной прокладке				
26	Трубы стальные, м	109	109	109	109
27	Армопенобетонная изоляция:				
	цемент марок 300, 400, кг	570	684	969	1050
	песок маршалит, кг	570	684	969	1050
	сталь круглая диаметром 3—5 мм марки Ст.3 кг	86	110	159	196
28	Гидроизоляция:				
	бризол теплоустойчивый (два слоя), м²	86	103	146	210
	битуморезиновая мастика, кг	104	125	177	260
	Асбестоцементная корка:				
	цемент марки 250, кг	416	534	772	950
	асбест сорта VI, кг	158	190	269	385
	Металлическая сетка № 12, кг	60	72	102	143
	Проволока оцинкованная диаметром 1,2 мм, кг	4,3	5	6	6
29	Задвижки стальные (на 10 км трассы), шт.	2	2	2	2
30	Сальниковые компенсаторы (на 10 км трассы), шт.	—	—	—	—
31	Электроды Э42, кг	1,6	2	2,9	3,6
32	Кислород, л	100	128	185	228
33	Ацетилен, л	17,5	22,5	32,5	40
34	Цемент марок 200, 300, кг	90	90	90	100
35	Кирпич обожженный красный, шт.	100	100	100	100
36	Пиломатериалы, м³	0,1	0,1	0,1	0,1
37	Сталь разного профиля марок Ст.3 и Ст.4	35	35	35	35

труб, мм

150	200	250	300	350	400	450	500	600
2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	9	11,1	15,2	17,7	22,5	26,1	28	33
228	462	467	545	648	725	1008	1080	1300
40	58,5	59	69	82,5	92	123,2	132	158
100	100	110	110	110	120	120	120	130
100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
35	40	45	50	55	60	60	65	70
с изоляцией из армированного пенобетона								
109	109	91	91	91	91	91	91	91
1470	2110	2020	2400	3130	3500	3500	4420	—
1470	2110	2020	2400	3130	3500	4420	4420	—
207	218	191	200	214	232	263	282	—
262	332	312	354	410	445	466	500	—
315	400	380	425	490	535	564	605	—
1150	1500	1400	1550	1800	1950	2050	2200	—
490	610	580	650	750	820	868	930	—
180	246	214	242	280	303	321	344	—
6	6	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	—
2	2	2	2	2	2	2	2	—
—	1	1	1	1	1	1	1	—
6	11	13,4	18,3	21,2	27	31,3	33,6	40
342	685	708	830	980	1105	1529	1640	1970
60	87	89,5	105	124	140	186	200	240
100	100	110	110	110	120	120	120	120
100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
35	40	45	50	55	60	65	65	70

Таблица 7-4

Нормы расхода материалов на капитальный ремонт 1 шт. трубопроводной арматуры в год

№ пп.	Материал	Диаметр оборудования, мм												
		25	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
	Задвижки													
1	Набивка сальниковая (прографиченная), кг	—	0,06	0,09	0,1	0,12	0,15	0,16	0,19	0,22	0,25	0,31	0,38	0,46
2	Прокладочные материалы (паронит, резина техническая), кг	—	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1,2
3	Болты и гайки, кг	—	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1,2
4	Бронза (латунь), кг	—	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9
5	Порошок притирочный, кг	—	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,12	0,15	0,18	0,22
6	Масло индустриальное, кг	—	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9
7	Керосин, л	—	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,8
8	Ветошь обтирочная, кг	—	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9
	Краны муфтовые и фланцевые													
9	Набивка сальниковая (прографиченная), кг	0,08	0,12	0,18	0,25	0,31	—	—	—	—	—	—	—	—
10	Прокладочные материалы (паронит, резина техническая), кг	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—
11	Болты и гайки, кг	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—
12	Бронза (латунь), кг	0,15	0,24	0,36	0,48	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
13	Порошок притирочный, кг	0,04	0,06	0,09	0,12	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—
14	Масло индустриальное, кг	0,15	0,24	0,36	0,48	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
15	Керосин, л	0,3	0,5	0,7	1	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—
16	Ветошь обтирочная, кг	0,15	0,24	0,36	0,48	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
	Вентили запорные и регулирующие													
17	Набивка сальниковая (прографиченная), кг	0,08	0,09	0,12	0,14	0,15	0,19	—	—	—	—	—	—	—
18	Прокладочные материалы (паронит, резина техническая), кг	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 7-4

№ пп.	Материал	Диаметр оборудования, мм												
		25	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
19	Бронза (латунь), кг	0,15	0,18	0,22	0,27	0,31	0,38	—	—	—	—	—	—	—
20	Порошок притирочный, кг	0,04	0,04	0,06	0,07	0,07	0,09	—	—	—	—	—	—	—
21	Масло индустриальное, кг	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,38	—	—	—	—	—	—	—
22	Керосин, л	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	—	—	—	—	—	—	—
23	Ветошь обтирочная, кг	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,38	—	—	—	—	—	—	—
24	Метизы, кг	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	—	—	—	—	—	—	—
	Клапаны обратные													
25	Набивка сальниковая (прографиченная), кг	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09
26	Резина техническая термостойкая, кг	0,15	0,18	0,22	0,27	0,33	0,36	0,46	0,55	0,64	0,73	0,76	0,82	0,91
27	Порошок притирочный, кг	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09
28	Масло индустриальное, кг	0,14	0,18	0,22	0,27	0,32	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,76	0,81	0,9
29	Смазка универсальная, кг	0,07	0,09	0,1	0,13	0,16	0,17	0,22	0,26	0,3	0,35	0,37	0,39	0,43
30	Краска масляная, кг	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,1	0,13	0,15	0,18	0,2	0,21	0,23	0,25
31	Бронза, кг	0,12	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,37	0,45	0,52	0,6	0,63	0,67	0,75
32	Болты и гайки, кг	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,26	0,29	0,31	0,33	0,36
33	Манжеты сальниковые, шт	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
34	Керосин, л	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,26	0,29	0,31	0,33	0,36
35	Ветошь обтирочная, кг	0,12	0,15	0,18	0,22	0,27	0,3	0,37	0,45	0,52	0,6	0,63	0,67	0,75
	Клапаны редукционные (18ч2бр)													
36	Набивка сальниковая (прографиченная), кг	1,4	1,9	2,8	3,8	4,7	—	—	—	—	—	—	—	—
37	Паронит, кг	1,4	1,9	2,8	3,8	4,7	—	—	—	—	—	—	—	—
38	Асбест шнуровой, кг	0,7	0,9	1,4	1,9	2,3	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл 7-4

№ пп.	Материал	Диаметр оборудования, мм												
		25	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
39	Графит (порошок), кг	0,7	0,9	1,4	1,9	2,3	—	—	—	—	—	—	—	—
40	Олифа натуральная, кг	1,4	1,9	2,8	3,8	4,7	—	—	—	—	—	—	—	—
41	Болты и гайки, кг	3,5	4,7	7,1	9,4	11,8	—	—	—	—	—	—	—	—
42	Пружины, шт.	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
43	Бронза, кг	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
44	Порошок притирочный, кг	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—
45	Масло индустриальное, кг	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
46	Керосин, л	0,9	1,2	1,8	2,4	3	—	—	—	—	—	—	—	—
47	Ветошь обтирочная, кг	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
	Клапаны предохранительные													
48	Набивка сальниковая (прографиченная), кг	0,7	0,9	1,2	1,5	1,9	—	—	—	—	—	—	—	—
49	Паронит, кг	0,7	0,9	1,2	1,5	1,9	—	—	—	—	—	—	—	—
50	Асбест шнуровой, кг	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—
51	Графит (порошок), кг	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—
52	Олифа натуральная, кг	0,7	0,9	1,2	1,5	1,9	—	—	—	—	—	—	—	—
53	Болты и гайки, кг	1,6	2,4	3,1	3,8	4,7	—	—	—	—	—	—	—	—
54	Пружины (для пружинных клапанов), шт.	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
55	Бронза, кг	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
56	Порошок притирочный, кг	0,05	0,07	0,1	0,12	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—
57	Масло индустриальное, кг	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
58	Керосин, л	0,4	0,6	0,8	1	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—
59	Ветошь обтирочная, кг	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 7-4

№ пп.	Материал	Диаметр оборудования, мм												
		25	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
	Конденсатоотводчики и водоотделители [1]													
60	Сталь тонколистовая оцинкованная, кг	1,5	2,3	3,1	3,8	5,4	6,9	8,5	10	—	—	—	—	—
61	Припой, кг	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004	0,005	—	—	—	—	—
62	Паронит, кг	0,008	0,012	0,016	0,02	0,028	0,036	0,044	0,052	—	—	—	—	—
63	Керосин, л	0,15	0,22	0,29	0,36	0,51	0,66	0,8	0,95	—	—	—	—	—
64	Ветошь обтирочная, кг	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2	—	—	—	—	—
65	Бронза (для конденсатоотводчиков), кг	0,3	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66	Болты и гайки, кг	0,4	0,6	0,8	1	1,4	1,8	2,2	2,6	—	—	—	—	—
	Сальниковые компенсаторы													
67	Набивка сальниковая, кг	—	—	1,9	2,2	2,9	3,7	4,4	—	—	—	—	—	—
68	Болты и гайки, кг	—	—	2,8	3,3	4,3	5,4	6,5	—	—	—	—	—	—
69	Масло индустриальное, кг	—	—	1,6	1,8	2,4	3	3,6	—	—	—	—	—	—
70	Прокладочные материалы, кг	—	—	1,8	2	2,7	3,4	4,1	—	—	—	—	—	—
71	Керосин, л	—	—	0,6	0,7	1	1,2	1,5	—	—	—	—	—	—
72	Ветошь обтирочная, кг	—	—	1,3	1,5	2	2,5	3	—	—	—	—	—	—

[1] Нормы указаны на средний ремонт, так как по структуре ремонтного цикла конденсатоотводчики и водоотделители капитальному ремонту не подлежат.

Таблица 7-5

Значения коэффициентов α, β, λ для наружных теплопроводов (к табл. 7-3)

Коэффициент	Значение коэффициента	Номер позиции в табл. 7-3
При прокладке в непроходных каналах с подвесной тепловой изоляцией		
α	0,5	1—13
β	0,1	7; 8; 9; 10; 11
	0,2	9
	0,4	6
	0,5	10
λ	1,1	7—10
	1,15	9; 11
	1,2	6; 10
При прокладке в проходных, полупроходных каналах и открытых местах		
α	0,5	14—25
β	0,1	19—22
	0,5	23
λ	1,1	19—22
	1,2	23
При бесканальной прокладке с изоляцией из армированного пенобетона		
α	0,5	26—37
β	0,04	27; 32; 33
	0,06	33
	0,1	34
	0,5	34
λ	1,03	32; 33
	1,04	27; 33; 34
	1,2	34

Таблица 7-6

Значения коэффициентов α, β, λ для трубопроводной арматуры (к табл. 7-4)

Коэффициент	Значение коэффициента	Номер позиции в табл. 7-4
Задвижки, краны, вентили		
α	0,5	6; 7; 14; 15; 22; 23
	0,8	5; 13; 21
	1	1—3; 8; 9—11; 17—19; 16; 24
β	0,2	1; 9; 17
	0,5	6; 14; 22
	1	2; 3; 8; 10; 11; 16; 18; 19; 24
λ	1,3	8; 16; 24
	1,44	2; 3; 10; 11; 18; 19
	1,5	1; 9; 17
	1,8	6; 14; 22
Клапаны обратные		
β	0,4	29
	0,5	32
	0,6	27; 28
	1	25; 33—35
λ	1,2	35
	1,25	32
	1,3	27
	1,4	28
	1,5	25; 33; 34
Клапаны редукционные и предохранительные		
α	0,5	37—40; 45; 46; 49—52; 57; 58
	0,6	41; 53
	0,75	36; 48
	0,8	44; 56
	1	42; 47; 54; 59
λ	1,2	47; 59
	1,25	41; 53
	1,28	36; 48
	1,33	37—40; 49—52
Конденсатоотводчики и водоотделители		
α	1,5	62; 63; 64; 66
Сальниковые компенсаторы		
α	1	67; 69—72
λ	1,25	

управления, а также оздоровление труда, ликвидация травматизма и др.

Основными техническими документами, которыми руководствуются при внедрении НОТ в бригадах, являются карты трудовых процессов (карты организации работ), которые содержат указания о технической последовательности, взаимосвязи и продолжительности всех операций и приемов, составляющих трудовой процесс, о рациональной организации рабочих мест, описание и зарисовки прогрессивных приемов и методов труда, рекомендуемый состав исполнителей, а также другие указания, выполнение которых способствует повышению производительности труда. Карты трудовых процессов строительного производства тепловых сетей разрабатываются как типовые, так и местные.

При внедрении НОТ, кроме карт трудовых процессов, используются технологические карты, проекты производства работ и организации эксплуатации и ремонтов, нормативные материалы.

В состав документации входят также планы мероприятий по внедрению НОТ по бригадам, участкам, эксплуатационным организациям. Существуют типовые планы НОТ, которые можно принять за основу при разработке конкретных планов (см. форму):

№ пп	Мероприятие	Срок исполнения	Затраты на внедрение в руб.	Ожидаемый экономический эффект		Ответственный исполнитель	Отметка о выполнении
				чел.-дн.	руб		

Начальник района _____ Мастер _____

Нормировщик _____ Бригадир _____

Непосредственное исполнение и внедрение планов НОТ в эксплуатационных районах возлагаются на творческие бригады, в состав которых входят начальник района, мастер, нормировщик, один-два бригадира, а также передовые рабочие и рационализаторы этого района тепловых сетей. Творческие бригады оказывают помощь бригадам рабочих, работающим по планам НОТ.

Оправдывает себя создание на эксплуатационных предприятиях районов, работа которых организовывается на научной основе и которые выполняют роль школы передового опыта для всех работников предприятия. Выполнение работ методами НОТ является одним из мероприятий по созданию и внедрению новой

техники. Поэтому работники эксплуатации тепловых сетей, непосредственно участвующие в разработке и внедрении мероприятий по НОТ, могут премироваться за выполнение этих работ в размерах, зависящих от получаемой экономической эффективности. Это повышает материальную заинтересованность работников в создании и внедрении планов НОТ. Экономическая эффективность мероприятий НОТ подсчитывается согласно действующим инструкциям, применяемым при определении экономической эффективности от внедрения новой техники.

Отчетность по труду. Ежемесячно на основании закрытых и принятых бухгалтерией к оплате нарядов анализируются выполнение рабочими норм выработки и системы оплаты труда по участкам, цехам, районам, предприятиям и тресту в целом. Анализ выполнения норм выработки заключается в определении числа рабочих-сдельщиков, повременщиков по профессиям, выполнивших нормы выработки до 100, от 100 до 120, от 120 до 150 и свыше 150%. При ведении работ комплексными бригадами процент выполнения норм выработки определяется в целом по бригаде. Этот процент принимается для рабочих каждой профессии данной бригады.

При анализе систем оплаты труда выделяется сумма заработной платы по аккордным, аккордно-премиальным нарядам, по калькуляциям. Отдельными строками приводится заработная плата рабочих-повременщиков. Определяются число премированных рабочих и сумма премий по аккордно-премиальной и сдельно-премиальной системам оплаты труда. Указываются число хозрасчетных бригад и сумма премии, начисленной бригадам за экономию материалов и сохранность конструкций. Данные анализов используются при составлении статистического отчета по форме № 4-Т о выполнении норм выработки.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ И СЕБЕСТОИМОСТЬ ТРАНСПОРТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

8-1. Технико-экономические показатели тепловой сети

Технико-экономические показатели тепловой сети складываются из приведенных ниже составляющих.

Тепловые потери. Тепловые потери являются важнейшим технико-экономическим показателем работы тепловой сети (табл. 8-1). В большинстве случаев тепловые потери в водяных

сетях находятся путем тепловых испытаний и затем пересчитываются на фактический температурный режим.

Полученные в результате испытаний значения тепловых потерь надо сравнить со средними величинами, характеризующими нормальное состояние теплоизоляционных конструкций. Сравнение может быть проведено по условному коэффициенту теплопередачи.

Таблица 8-1

Нормы потерь тепла изолированными водяными теплопроводами при подземной бесканальной прокладке и прокладке в непроходимых каналах, Вт/м [ккал (м·ч)]

Наружный диаметр теплопровода $D_н$, мм	Температура теплоносителя, °С				
	$t_{o\ ср} = 50$ для обратной линии	$t_{max} = 95$, $t_{min} = 40$, $t_{ср} = 65$		$t_{max} = 150$, $t_{min} = 70$, $t_{ср} = 90$	
		для подающей линии	суммарные для двух труб	для подающей линии	суммарные для двух труб
32	23 [20]	29 [25]	52 [45]	37 [32]	61 [52]
57	29 [25]	36 [31]	64 [56]	42 [40]	76 [65]
76	34 [29]	41 [35]	74 [64]	52 [45]	86 [74]
89	36 [31]	44 [38]	80 [69]	57 [49]	93 [80]
108	40 [34]	59 [42]	88 [76]	63 [54]	102 [88]
159	49 [42]	60 [52]	109 [94]	76 [65]	125 [107]
219	59 [51]	72 [62]	131 [113]	92 [79]	151 [130]
273	70 [60]	84 [72]	154 [132]	105 [90]	174 [150]
325	79 [68]	94 [81]	173 [149]	116 [100]	195 [168]
377	88 [76]	—	—	124 [107]	216 [183]
426	95 [82]	—	—	141 [121]	236 [203]
478	106 [91]	—	—	153 [132]	260 [223]
529	118 [101]	—	—	165 [142]	282 [243]
630	133 [114]		-	190 [163]	322 [277]
720	145 [125]	-	—	210 [181]	356 [306]
820	164 [141]	—	- -	233 [200]	397 [341]
920	180 [155]	—	-	251 [218]	434 [373]
1020	198 [170]	—	—	280 [240]	477 [410]

Примечание. Нормы потерь тепла, приведенные в таблице, соответствуют расчетной среднегодовой температуре грунта, равной +5° С на глубине заложения теплопроводов, для двухтрубной прокладки

Утечки воды. Расход подпиточной воды, связанный с восполнением непроизводительных утечек в сетях и системах, является также немаловажным технико-экономическим показателем и служит надежным критерием оценки культуры эксплуатации. Поэтому большое значение приобретают правильный учет утечек и разработка метода их нормирования.

До недавнего времени учет и нормирование утечек в тепловых сетях производились в процентах от расхода циркулирующей воды от источника тепла (котельная, ТЭЦ). Утечка воды из

сети зависит от технического состояния трубопровода и оборудования тепловой сети.

Отнесение утечек к расходу циркулирующей воды совершенно непоказательно. Нормирование утечек в процентах от объема сети и систем (или в литрах на кубический метр в час) позволяет более объективно сравнивать между собой показатели работы различных тепловых сетей. Учету подлежат все утечки независимо от их причин (за исключением ежегодного заполнения сетей после ремонта).

Правила технической эксплуатации устанавливают, что величина среднегодовой утечки не должна превышать 0,25% в час от объема, т. е. 2,5 л/ч на 1 м³ объема тепловых сетей и местных систем. При хорошо поставленной эксплуатации тепловых сетей и абонентских систем указанная величина вполне достижима.

Если объем системы за отчетный период менялся, например из-за включения новых участков тепловой сети, то средняя утечка определяется по формуле

$$q = \frac{V_{\text{подп}}}{\Sigma_n V_x},$$

где $V_{\text{подп}}$ — количество подпиточной воды за отчетный период, израсходованной на компенсацию утечек; n — число часов работы системы с объемом V_x.

Расход энергии на перекачку. При максимальных расходах циркулирующей воды в мощных водяных сетях расход энергии на перекачку воды составляет ощутимую величину. Сокращение расхода энергии на перекачку является совместной задачей эксплуатационного персонала сети и источника тепла (котельная, ТЭЦ).

Значительное сокращение расхода циркулирующей воды может быть достигнуто за счет хорошей регулировки отопительных систем.

Фактический средний удельный расход циркулирующей воды на 1,163 МВт (1 Гкал/ч) отпущенного тепла характеризует работу, проведенную персоналом по наладке гидравлического режима тепловой сети и местных систем.

Многие тепловые сети в течение начального периода развития не загружены полностью. В этих условиях напор сетевых насосов оказывается неиспользованным, и его можно понизить без ухудшения гидравлической устойчивости тепловой сети. Это обычно производится путем подрезки рабочих дисков насосов. Для летней работы тепловых сетей, как правило, должен быть специальный летний насос, рассчитанный на соответствующие условия работы. Большую экономию расхода электрической энергии на перекачку теплоносителя дает повышение расчетных температур воды. Чем выше расчетная температура воды, тем при прочих равных условиях меньше расход циркулирующей воды. Нагрузка горячего водоснабжения в зависимости от ее ве-

личины и расчетных параметров воды в сети может также влиять на расход циркулирующей воды в сети. Переводу тепловой сети на повышенный температурный график должно предшествовать проверочное испытание всей тепловой сети.

Себестоимость транспорта тепла. Себестоимость транспорта тепла складывается из следующих составляющих:

а) отчислений на амортизацию основных средств (теплопроводы, подстанции, теплоподготовительные установки и пр.);

б) расходов по обслуживанию и текущему ремонту тепловых сетей и установок;

в) стоимости тепловых потерь;

г) стоимости перекачки теплоносителя;

д) стоимости восполнения утечек теплоносителя.

По ряду причин полная себестоимость транспорта тепла в тепловых сетях обычно не определяется.

8-2. Основные производственные фонды и оборотные средства

В своей деятельности предприятия тепловых сетей руководствуются принципами хозяйственного расчета, в основу которого положены самоокупаемость, хозяйственно-оперативная самостоятельность, материальная заинтересованность и ответственность. При организации предприятий тепловых сетей за ними закрепляются основные и оборотные средства, образующие уставный фонд.

Предприятию предоставляется право пользования оборотными средствами, списания непригодных для дальнейшей эксплуатации основных фондов, получения банковского кредита, заключения договоров с поставщиками топлива, материалов, оборудования и запасных частей и потребителями тепла, вырабатываемого котельными. Нормативы оборотных средств по основным и вспомогательным материалам, топливу, запасным частям, абонентской задолженности в днях, по малоценным и быстроизнашивающимся предметам и спецодежде выражаются в рублях на одного работающего. Неправильный расчет нормативов оборотных средств отражается на финансовом положении предприятия и приводит к ухудшению экономических показателей.

Износ и амортизация основных фондов. Физический износ основных фондов предприятия тепловых сетей зависит от состояния наружных теплопроводов, условий их работы (уровень и агрессивность грунтовых вод) и их конструкции (прокладка в проходных, полупроходных и непроходных каналах, бесканальная прокладка, эстакады, вид теплоизоляции). Помимо физического, основные фонды подвергаются моральному износу. Моральный износ тепловых сетей выражается в своеобразной форме: пропускная способность сетей оказывается явно

недостаточной, хотя физическое состояние позволяет продлить срок их службы до полного износа. Такие тепловые сети, как правило, используются частично за счет прокладки дублирующих трубопроводов.

Нормами амортизационных отчислений называются размеры ежегодных отчислений от стоимости основных фондов на восстановление и капитальный ремонт. Для тепловых сетей годовой процент амортизации установлен в размере 3,5%, в том числе 1% — на капитальный ремонт и 2,5% — на полное восстановление, от стоимости основных фондов предприятия тепловых сетей (по разделу «Тепловые сети»).

При определении норм амортизационных отчислений учитываются следующие поправочные коэффициенты к общей норме: 1,3 — для трубопроводов тепловых сетей с диаметром труб до 250 мм; 0,7 — для теплопроводов, прокладываемых в проходных и полупроходных каналах; 1,3 — при бесканальной прокладке и прокладке в непроходных каналах без воздушного зазора.

Норма амортизационных отчислений может быть определена по формуле

$$H = \frac{(Ф + Р + М - Л)\cdot 100}{ВФ} = \frac{(Ф - Л)\cdot 100}{ВФ} - \frac{(Р + М)\cdot 100}{ВФ},$$

где H — норма амортизации; $Ф$ — балансовая стоимость основных фондов; $Р$ — затраты на капитальный ремонт в течение срока службы основных фондов; $М$ — затраты на модернизацию основных фондов в течение срока их службы; $Л$ — ликвидационная стоимость основных фондов к концу срока службы; $В$ — срок службы основных фондов, принимаемый при расчете нормы; $(Ф - Л)\cdot 100/(ВФ)$ — норма амортизационных отчислений на полное восстановление и $(Р+М)\cdot 100/(ВФ)$ — на капитальный ремонт (с учетом модернизации) основных фондов.

Убытки от ликвидации неполностью амортизированных основных фондов относятся на результаты хозяйственной деятельности предприятия тепловых сетей, за исключением случаев, когда замена оборудования производится по плану внедрения новой техники.

8-3. Определение объема работ слесарей-обходчиков

Необходимое число слесарей-обходчиков тепловых сетей и абонентских вводов рекомендуется принимать из следующего расчета.

1. По сетям:

а) сети должны проверяться в среднем 4 раза в месяц;

б) для обхода 1 км трассы требуется 0,6 чел.-ч;

в) для проверки оборудования в камере и проведения мелкого ремонта в ней — 1 чел.-ч.

Таблица 8-2

Число условных единиц на единицу измерения при обслуживании подземных теплопроводов

Оборудование и сооружения тепловых сетей	Единица измерения	Сети	
		паровые	водяные
Трубопроводы диаметром, мм:			
до 300		1	0,75
300—500		1,3	1
500—600		1,7	1,4
более 600		2	1,7
Трубопроводы с продольным дренажем для грунтовых вод диаметром, мм:	1 км трассы двухтрубной сети		
до 300		1,2	0,9
300—500		1,6	1,2
500—600		2	1,7
более 600		2,5	2
Камеры для трубопровода диаметром, мм:			
до 300		0,7	0,5
300—500		1	0,7
500—600	1 камера	1,2	1
более 600		1,5	1,2
Камеры, имеющие сдвоенные компенсаторы, для трубопроводов диаметром, мм:			
до 300		1	0,7
300—500	1 камера	1,3	0,9
500—600		1,6	1,3
более 600		2	1,6
Узел присоединения системы отопления в городе	1 узел	0,5	
Узел присоединения системы с горячим водоснабжением		0,75	
Тепловой пункт предприятия или групповой квартальный	1 пункт	2	1
Узел присоединения системы теплоснабжения на территории потребления		0,6	0,3
Автоматы в тепловых узлах и сетях; регуляторы расхода, температуры, давления; клапаны отсечки	1 автомат	—	0,5
Контрольно-измерительные приборы в узлах теплосети с передачей показаний на расстояние	1 прибор	1	

Продолжение табл. 8-2

Оборудование и сооружения тепловых сетей	Единица измерения	Сети	
		паровые	водяные
Перекачивающие и смесительные насосные подстанции:	1 подстанция		
неавтоматизированные		—	25
автоматизированные		—	10
Максимальная присоединенная тепловая мощность потребителя	1,163 МВт (1 Гкал/ч)	1	

2. По абонентам:

а) контрольный обход каждого абонента должен осуществляться 4 раза в месяц;

б) при проверке основного теплового пункта (элеваторный узел, бойлерная и насосная) требуется 0,75 чел.-ч;

в) при проверке узла непосредственного присоединения (без водомеров) — 0,4 чел.-ч;

г) на специальный обход для замера расхода воды по приборам — 0,3 чел.-ч.

Согласно типовому положению о премировании, утвержденному Государственным Комитетом Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы и секретариатом ВЦСПС постановлением от 9 сентября 1964 г. (№ 400/24), рабочие теп-

Таблица 8-3

Часовые тарифные ставки (в копейках) для рабочих, занятых на ремонте оборудования тепловых сетей

Условия работы	Разряд рабочего					
	I	II	III	IV	V	VI
Горячие тяжелые работы и работы с вредными условиями труда:						
для повременщиков	35,8	37,2	39,3	45,1	52,5	61
для сдельщиков	38,7	39,5	45,1	51,8	60,2	70
Работы с нормальными условиями труда:						
для повременщиков	34,4	35,8	37,2	38,9	45,2	52,6
для сдельщиков	35,8	37,2	39,3	45,1	52,5	61

ловых сетей, непосредственно обслуживающие оборудование, при условии обеспечения надежной и бесперебойной его работы премируются в размере до 30% от тарифной ставки (оклада).

Число условных единиц при обслуживании подземных тепло-

проводов приведено в табл. 8-2, а часовые тарифные ставки для рабочих, занятых на ремонте оборудования тепловых сетей,— в табл. 8-3.

8-4. Прейскурантные цены на прокладку тепловых сетей с монтажом оборудования и конструкций

Прейскурантные цены на прокладку тепловых сетей с монтажом оборудования и конструкций (для ориентировочных расчетов) приведены в табл. 8-4 и 8-5, а в табл. 8-6 даны укрупненные затраты труда.

Сооружения на тепловых сетях (колодцы, камеры) оплачиваются по соответствующим прейскурантам (табл. 8-7 и 8-8).

Ниже приведены добавки к прейскурантным ценам на устройство теплофикационных монолитных железобетонных камер при прокладке тепловых сетей в Ленинграде:

Установка в камере круглого люка, металлической лестницы и водосборника с сеткой	51—20
То же, квадратного люка	50—40 106—00
То же, стальных каркасов (металлоконструкции для скользящих и неподвижных опор):	104—00
без бетонирования каркаса	316—00
с бетонированием каркаса	371—00

Примечание. Размер добавки указан в руб—коп на единицу (1 комплект с люком и 1 т каркаса). В числителе — при прокладке в каналах, в знаменателе — при бесканальной прокладке.

8-5. Показатели категорирования предприятий тепловых сетей, цехов тепловых сетей, районов и участков эксплуатации тепловых сетей (приказ министра энергетики и электрификации СССР от 18 ноября 1972 г. № 245)

Предприятия тепловых сетей организуются для централизованного обеспечения теплом потребителей от ТЭЦ, районных или квартальных котельных. В табл. 8-9 приведена их типовая структура. При экономической целесообразности в состав предприятия тепловых сетей на правах производственных подразделений могут быть включены ТЭЦ, районные или квартальные котельные.

Критерием категорирования предприятий тепловых сетей, районов и участков эксплуатации является объем эксплуатационно-ремонтного обслуживания, выраженный в условных единицах по действующей системе (табл. 8-10).

В составе района эксплуатации тепловых сетей участки эксплуатации не организуются.

Таблица 8-4

Прейскурантные цены (в рублях) на прокладку 1 м трассы распределительных и внутриквартальных тепловых сетей

Условный диаметр трубы D_y, мм	Вид прокладки											
	подземная бесканальная			отдельные участки в футлярах			в песчано-гравийной отсыпке (с дренажем)		в непроходных каналах			в технических подвалах новых зданий
	с теплоизоляцией обратной трубы	без теплоизоляции обратной трубы	с добавкой на устройство дренажа	с теплоизоляцией обратной трубы	без теплоизоляции обратной трубы	с добавкой на устройство дренажа	с теплоизоляцией обратной трубы	без теплоизоляции обратной трубы	с теплоизоляцией обратной трубы	без теплоизоляции обратной трубы	с добавкой на устройство дренажа	
50	26,70			65,00			33,80		55,50			16,30
65 (70)	28,50			67,00			34,50		56,90			20,40
80	31,70			68,00			38,70		58,90			21,70
100	35,00			71,00			41,30		74,00		7,90	24,60
125	38,20	—	8,90	85,00	—	8,90	45,00	—	77,00	—		28,50
150	43,70			89,00			49,50		80,00			35,80
200	59,10			112,00			62,00		112,00		8,70	43,70
250	66,00			128,00			69,00		119,00			53,70
300	80,00	71,00		149,00	146,00			83,00	130,00	128,00	11,10	64,00
350	92,00	83,00	15,60	174,00	162,00	15,60		94,00	176,00	174,00		73,00
400	100,00	91,00	15,60	180,00	177,00	15,60		101,00	178,00	176,00	13,80	79,00
450	117,00	107,00	19,70	213,00	203,00	107,00	—	118,00	192,00	190,00		—
500	120,00	109,00	20,60	225,00	214,00	109,00		123,00	193,00	191,00		—
600	—	141,00	21,00	—	254,00	141,00		158,00	—	280,00	16,20	—
700	—	154,00	21,60	—	284,00	154,00		174,00	—	288,00		—

Примечания: 1. В табл. 8-4 приведены основные (минимально допустимые по СНиП) показатели. Поправки, например на увеличение глубины заложения тепловых сетей, — см. в табл. 8-5. 2. В прейскурантные цены включены цены на весь комплекс работ по устройству линейной части (земляные, укладочные и изоляционные работы, испытания), а также накладные расходы и дополнительные затраты.

Таблица 8-5

Поправки и дополнения к прейскурантным ценам на прокладку городских тепловых сетей в рублях за 1 м трассы, трубы, 1 единицу

Условный диаметр трубы D_y, мм	Увеличение глубины траншей по сравнению с минимальной по прейскуранту, см										Прокладка 1 м изолированной трубы		Установка и изоляция 1 единицы			
	для всех видов бесканальной прокладки					для канальной прокладки					в камере (одна труба)	в техническом подвале (две трубы)	стальной задвижки	чугунной задвижки	чугунного вентиля	стального компенсатора
	25	50	75	100	125	25	50	75	100	125						
50	0,54	4,90	6,00	7,80	10,90	1,80	4,0	8,10	9,80	12,10	7,00	16,30	—	26,10	26,60	—
65 (70)											7,80	20,40	—	—	—	—
80											8,80	21,70	—	39,40	48,50	—
100											9,50	24,60	165	50,39	—	—
125											10,90	28,50	—	60,40	—	—
150											12,10	35,80	223	82	—	76
200						2,45	6,70	9,00	11,20	12,20	18,10	43,70	337	108	—	105
250											22,67	53,00	471	152		129
300	4,70	6,50	8,50	12,80	14,80						27,92	64,00	908	194	—	154
350											32,30	73,00	—	—	—	186
400	2,15	5,60	7,60	12,20	14,20	2,30	4 90	7,80	11,30	15,70	34,80	79,00	1025	—	—	235
450											41,60	—	—	—	—	276
500											42,20	—	1740	—	—	347
600											55,20	—	2857	—	—	402
700											60,00	—	—	—	—	446

Примечания. 1. Настоящая таблица служит дополнением к табл. 8-4 2. Освобождение трассы от мешающих сооружений, снос и перекладка их и электрозащита, выполняемые по особым проектам, в показатели настоящей таблицы не включены

Таблица 8-6

Укрупненные затраты труда (в человеко-часах) и стоимость рабочей силы (в рублях) на укладку 1 м трубопровода тепловых сетей (для расчета с комплексными бригадами)

Условный диаметр трубопровода D_y, мм	Виды прокладки					
	бесканальная		в непроходных каналах		в подвалах (изоляция на месте)	
	затраты труда	стоимость	затраты труда	стоимость	затраты труда	стоимость
50	6,55	3,36	7,90	4,21	2,99	1,65
100	7,40	3,79	9,04	4,83	3,96	2,31
150	7,94	4,19	9,45	5,09	4,87	2,74
200	8,38	4,33	10,68	5,71	6,72	3,73
250	8,72	4,52	10,84	5,82	8,10	4,64
300	11,16	5,75	14,45	7,92	9,35	5,37
350	11,63	6,01	15,78	8,62	—	—
400	13,11	6,82	16,04	8,89	—	—
500	16,65	8,70	18,46	10,20	—	—
600	18,88	10,03	21,09	11,78	—	—
700	21,34	11,89	25,12	13,99	—	—
800	24,73	13,17	28,74	15,60	—	—
900	27,18	14,55	32,40	17,97	—	—
1000	28,66	14,99	35,49	19,24	—	—
В том числе дренаж						
50—150	1,88	0,94	1,88	0,94	—	—

Примечание. Тепловые сети (50% крепления траншей) с дренажем.

Таблица 8-7

Прейскурантные цены на устройство теплофикационных камер при прокладке тепловых сетей в Ленинграде (в рублях за 1 камеру)

Тип и внутренние размеры (в метрах) теплофикационных камер	Вид прокладки		Тип и внутренние размеры (в метрах) теплофикационных камер	Вид прокладки	
	бесканальная	в непроходных каналах		бесканальная	в непроходных каналах
Сборные железобетонные			Монолитные железобетонные		
1,8×1,8×1,8	508	500	1,8×1,8×1,8	275	271
2,2×2,2×1,8	619	609	2,2×2,2×1,8	446	440
2,6×2,6×1,8	782	770	2,6×2,6×1,8	585	576
3,0×3,0×1,8	975	960	3,0×3,0×1,8	709	698
3,0×3,5×1,8	1165	1148	3,5×3,0×1,8	823	810
4,0×4,0×1,8	2156	2124	3,5×3,0×2,0	857	844
4,0×2,5×2,2	1912	—	4,0×3,0×1,8	885	872
4,0×4,0×2,2	2672	—	4,0×3,0×2,0	929	915
4,0×5,5×2,2	3368	—	4,0×4,0×1,8	1184	1166
4,0×7,0×2,2	4063	—	4,0×4,0×2,0	1248	1229
			4,0×5,0×1,8	1517	1494
			4,0×5,0×2,0	1587	1563

Таблица 8-8

Прейскурантные цены на устройство дренажных колодцев, промежуточных и на выпусках, при прокладке тепловых сетей в Ленинграде (за 1 место в руб-коп)

Наименование колодцев	Глубина до дна колодца, м, до					
	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Уличные						
Дождеприемники . . .	98—00	137—00	—	—	—	—
Контрольные осадочные и смотровые колодцы	95—00	134—00	172—00	203—00	244—00	270—00
Внутриквартальные						
Дождеприемники . . .	95—00	133—00	—	—	—	—
Контрольные осадочные и смотровые колодцы	86—00	130—00	166—00	195—00	—	—

Таблица 8-9

Типовая организационная структура предприятий тепловых сетей

Наименование подразделений и должностей	Категория предприятий			
	1	2	3	4
А. Управление:				
Директор	+	+	+	+
Главный инженер	+	+	+	—
Зам. директора по административно-хозяйственной и финансовой работе	+	—	—	—
Зам. главного инженера	+	—	—	—
Ст. инженер по кадрам и гражданской обороне, мобилизационной и спецработе [1]	—	+	—	—
Ст. инженер по кадрам и гражданской обороне	+	—	—	—
Инженер по мобилизационной и спецработе	+	—	—	—
Ст. инженер-инспектор по эксплуатации и технике безопасности	—	—	+	+
Ст. инженер-инспектор по эксплуатации	+	+	—	—
Ст. инженер-инспектор по технике безопасности	+	+	—	—
Производственно-технический отдел	+	+	+	+
Планово-экономический отдел (группа) [2]	+	+	—	—
Бухгалтерия	+	+	+	+
Отдел (группа) материально-технического снабжения	+	+	+	+
Административно-хозяйственная группа [3]	+	—	—	—

Продолжение табл. 8-9

Наименование подразделений и должностей	Категория предприятий			
	1	2	3	4
Б. Районы или участки эксплуатации	+	+	+	+
В. Производственные службы:				
Диспетчерская служба	+	+	+	+
Служба измерений, наладки и испытания	+	+	+	—
Служба электрохозяйства	+	—	—	—
Служба ремонтов[4]	+	+	+	—
Служба ремонтов и наладки	—	—	—	+

[1] Работы по кадрам, гражданской обороне, мобилизационная и спецработа на предприятиях тепловых сетей 1, 3 и 4-й категорий выполняются производственно-техническим отделом.

[2] Работы по планированию, труду и заработной плате на предприятиях тепловых сетей 3 и 4-й категорий осуществляются производственно-техническим отделом.

[3] Работы по административно-хозяйственному обслуживанию на предприятиях тепловых сетей 2, 3 и 4-й категорий производятся отделом (группой) материально-технического снабжения.

[4] На предприятиях тепловых сетей 4-й категории службы измерений, наладки, испытаний и ремонтов не организуются; соответствующие работы выполняются службой ремонтов и наладки.

Примечание. Знак (+) обозначает наличие структурных подразделений или должностей, знак (—) — их отсутствие.

Таблица 8-10

Категории предприятий, районов и участков тепловых сетей

Категория	Наименование	Объем в условных единицах
1	Предприятие	10 001—25 000
	Район	Более 4000
	Участок	751—1000
2	Предприятие	4001—10 000
	Район	2501—4000
	Участок	501—750
3	Предприятие	2501—4000
	Район	1001—2500
	Участок	Не более 500
4	Предприятие	1001—2500

8-6. Нормативы численности промышленно-производственного персонала на предприятиях, районах и участках эксплуатации тепловых сетей

По нормативам определяется численность персонала предприятия в целом. Распределение персонала по структурным подразделениям (табл. 8-11) производится руководством

Таблица 8-11

Численность персонала рабочих районов и участков эксплуатации тепловых сетей

Наименование элементов обслуживания или профессий персонала	Вид обслуживания	Единица измерения	Численность на единицу измерения
Теплотрассы (на балансе предприятия) двухтрубных тепловых сетей [1] диаметром, мм:	Эксплуатационно-ремонтное		
до 300		5,0 км	1
300—500		4,5 км	1
500—900		4,0 км	1
свыше 900		3,5 км	1
Абонентские узлы присоединений систем центрального отопления		150 узлов	1
То же, с горячим водоснабжением		100 узлов	1
Абонентские центральные тепловые пункты (ЦТП), групповые тепловые пункты и теплофикационные вводы промышленных предприятий с теплоносителем — горячей водой	Контроль и регулирование	50 тепловых пунктов или вводов	1
То же, с теплоносителем — паром		40 тепловых пунктов или вводов	1
Автоматизированные ЦТП на балансе предприятия тепловых сетей [2]		10 тепловых пунктов	1
Неавтоматизированные ЦТП на балансе предприятия тепловых сетей	Эксплуатационно-ремонтное	5 тепловых пунктов	1
Неавтоматизированные насосные станции на балансе предприятия тепловых сетей [3]		1 станция	4,5
Оператор района (дежурный слесарь)[4]	Оперативное	1 район 1-й категории	4,5
Кладовщик		1 район или участок	1

[1] Численность определена для подземных и надземных водяных двухтрубных тепловых сетей. Для участков теплопроводов, отличающихся от вышеуказанных сетей, численность принимается с поправочным коэффициентом k, равным: 1,2 — для паропроводов; 0,75 — для однотрубных сетей; 1,25 — для трехтрубных сетей; 1,50 — для четырехтрубных сетей; 1,05 — при разности геодезических отметок 50—100 м; 1,1 — при 100—180 м; 0,2 — свыше 180 м; 1,05 — при расчетной температуре наружного воздуха от —30 до —39° С; 1,1 — при —40° С и ниже.

[2] Автоматизированные ЦТП оснащены регуляторами температуры, расхода и давления.

[3] Автоматизированные насосные имеют автомат включения резерва насосов (АВР), регуляторы расхода и давления, регулятор смешения и рассечки; систему блокировки и сигнализации.

[4] Районное эксплуатационное управление (РЭУ) может разрешить предприятию дополнительное рабочее место оператора для района, удаленного от диспетчерского пункта на расстоянии более 20 км, независимо от категории района.

предприятия тепловых сетей исходя из местных условий. Ниже приведены нормативы численности персонала в зависимости от объема:

Объем в условных единицах	10 000—25 000	4000—10 000	1000—4000
Удельная численность, чел/100 усл. ед. . . .	2,5—1,8	3,2—2,5	4,0—3,2

Промежуточные значения укрупненных нормативов определяются интерполяцией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Витальев В. П.** Бесканальные прокладки тепловых сетей. — М.: Энергия, 1971.

2. **Временная инструкция** о составе и оформлении строительных рабочих чертежей зданий и сооружений. СН 460-74. Тепловые сети.— М.: Стройиздат, 1977.

3. **Временные нормы** расхода материалов на ремонт основных видов оборудования предприятий объединенных котельных и тепловых сетей.—М.: Стройиздат, 1973.

4. **Громов Н. К.** Городские теплофикационные системы.— М.: Энергия, 1974.

5. **Грингауз Ф. И.** Санитарно-технические работы.— М.: Высшая школа, 1971.

6. **Гушул М. М.** Справочник инженера производственно-технического отдела. Киев: Будивельник, 1971.

7. **Журавлев Б. А., Лисицын С. Н.** Справочник мастера-сантехника.— М.: Стройиздат, 1964.

8. **Захаренко С. Е., Захаренко Ю. С., Пищиков М. А.** Справочник строителя тепловых сетей.— М.: Энергия, 1967.

9. **Инструкция** по эксплуатации тепловых сетей.— М.: Энергия 1972.

10. **Инструкция** по защите тепловых сетей от электрохимической коррозии.— М.: Стройиздат, 1975.

11. **Инструкция** по учету отпуска тепла электростанциями и предприятиями тепловых сетей.— М.: Энергия, 1976.

12. **Кулаков Н. Г., Бережнов И. А.** Справочник по эксплуатации систем теплоснабжения. Киев: Будивельник, 1977.

13. **Лопатин Е. Д., Зуевский В. А.** Оплата труда работников объединенных районных и квартальных котельных с тепловыми сетями.— М.: Стройиздат, 1968.

14. **Мадорский Б. М., Шмидт В. А.** Эксплуатация центральных тепловых пунктов, систем отопления и горячего водоснабжения.— М.: Стройиздат, 1971.

15. **Мельников О. Н., Ежов В. Т., Блоштейн А. А.** Справочник монтажника сетей теплогазоснабжения.— Л.: Стройиздат, 1973.

16. **Насосы.** Каталог-справочник.— М.-Л.: Машгиз, 1960.

17. **Правила** технической эксплуатации тепловых сетей и тепловых пунктов.— М.: Стройиздат, 1973.

18. **Правила** устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды.— М.: Недра, 1970.

19. **Правила** пользования электрической и тепловой энергией.— М.: Энергия, 1977.

20. **Рекомендации** по выбору и применению запорной арматуры для тепловых сетей.— М.: Информэнерго, 1973.

21. **Синягин Н. Н., Афанасьев Н. А., Новиков С. А.** Система планово-предупредительного ремонта энергооборудования промышленных предприятий.— М.: Энергия, 1975.

22. **Соколов Е. Я.** Теплофикация и тепловые сети.— М.: Энергия, 1975.

23. **Строительные нормы** и правила. СНиП III-30-74. Правила производства и приемки работ.— М.: Стройиздат, 1974.

24. **Строительные нормы** и правила. СНиП II-36-73. Тепловые сети.— М.: Стройиздат, 1974.

25. **Строительные нормы** и правила. СНиП II-34-76. Горячее водоснабжение.— М.: Стройиздат, 1976.

26. **Справочник** прораба-сантехника / М. А. Артюшенко, Я. И. Беркман, В. В. Досужий и др.— Киев: Будивельник, 1969.

27. **Справочник** по специальным работам. Монтаж технологического оборудования / М. Б. Гуревич, М. П. Демат, И. В. Иоселовский и др.— М.: Стройиздат, 1970.

28. **Теплотехническое оборудование** и теплоснабжение промышленных предприятий / Б. П. Голубков, О. А. Данилов, Л. В. Зосимовский и др.— М.: Энергия, 1972.

29. **Шубин Е. П.** Проектирование городских тепловых сетей.— М.: Минкомхоз РСФСР, 1952.

30. **Экскаваторы** и стреловые краны. Каталог-справочник.— М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1973.

31. **Энергетические насосы.** Каталог. - М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1974.

32. **Эрез П. Л.** Консультации и разъяснения по сметной документации в строительстве. Киев: Будивельник, 1972.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава первая. **Основные понятия и справочные определения** 5

1-1. Единицы физических величин . . . . . —
1-2. Основные определения и обозначения 10

Глава вторая. **Материалы. Оборудование тепловых сетей и тепловых пунктов** 13

2-1. Трубопроводы тепловых сетей . . . . . —
2-2. Элементы соединений трубопроводов 20
2-3. Выбор типа присоединений 45
2-4. Трубопроводная арматура 47
2-5. Компенсаторы 55
2-6. Опоры трубопроводов 65
2-7. Люки смотровых колодцев и камер 69
2-8. Прокладочные, уплотнительные и строительные материалы и изделия 71
2-9. Камеры 75
2-10. Насосы 80
2-11. Водоподогреватели . . . . . —
2-12. Контроль параметров теплоносителя и учет тепловой энергии 86

Глава третья. **Средства механизации** 89

3-1. Общие замечания . . . . . —
3-2. Экскаваторы, краны . . . . . —
3-3. Бульдозеры 90
3-4. Такелажные механизмы и приспособления . . . . . —
3-5. Компрессоры, сварочные агрегаты, электростанции, насосы . 103
3-6. Типы резьб 106

Глава четвертая. **Централизованное теплоснабжение** 109

4-1. Системы теплоснабжения . . . . . —
4-2. Удельные тепловые характеристики жилых и общественных зданий 115
4-3. Элеваторное присоединение 116
4-4. Компенсация тепловых потерь в сетях для нормальной работы отопительных систем 124
4-5. Тепловые пункты 127
4-6. Объем систем теплоснабжения . . . . . —
4-7. Вентиляция 129
4-8. Горячее водоснабжение 131
4-9. Системы регулирования отпуска тепловой энергии 140
4-10. Гидравлический режим тепловой сети 143
4-11. Гидравлический расчет 145

4-12. Климатологические данные некоторых городов СССР . . . 155

Глава пятая. **Проектирование и организация работ** 155

5-1. Проектирование городских тепловых сетей . . . . . —
5-2. Исходные материалы для проектирования 158
5-3. Технический проект 161
5-4. Рабочие чертежи . . . . . —
5-5. Пояснительная записка к техническому проекту и рабочим чертежам 162
5-6. Порядок оформления, согласования и утверждения проектных материалов 163
5-7. Проект организации строительства тепловых сетей 164
5-8. Проект производства работ по строительству тепловых сетей —

Глава шестая. **Строительство тепловых сетей** 166

6-1. Подготовка к строительству тепловых сетей . . . . . —
6-2. Прокладка трубопроводов 167
6-3. Сварка стальных трубопроводов 179
6-4. Изоляция трубопроводов и оборудования 187
6-5. Организация труда, охрана труда и техника безопасности . . 190
6-6. Сдача и приемка в эксплуатацию тепловых сетей 192

Глава седьмая. **Эксплуатация тепловых сетей** 195

7-1. Организация эксплуатации . . . . . —
7-2. Содержание трубопроводов тепловых сетей 197
7-3. Испытание тепловых сетей 199
7-4. **Требования по защите тепловых сетей от электрохимической коррозии** 200
7-5. Допуск к эксплуатации новых теплоиспользующих установок 202
7-6. Обслуживание тепловых сетей 205
7-7. Ремонт тепловых сетей 206
7-8. Научная организация труда (НОТ) 217

Глава восьмая. **Технико-экономические показатели эксплуатации тепловой сети и себестоимость транспорта тепловой энергии** 228

8-1. Технико-экономические показатели тепловой сети . . . . . —
8-2. Основные производственные фонды и оборотные средства . . 231
8-3. Определение объема работ слесарей-обходчиков 232
8-4. Прейскурантные цены на прокладку тепловых сетей с монтажом оборудования и конструкций 235
8-5. Показатели категорирования предприятий тепловых сетей, цехов тепловых сетей, районов и участков эксплуатации тепловых сетей (приказ министра энергетики и электрификации СССР от 18 ноября 1972 г. № 245) . . . . . —
8-6. Нормативы численности промышленно-производственного персонала на предприятиях районов и участков эксплуатации тепловых сетей 239

Список литературы 243

Вениамин Андреевич Переверзев
Василий Васильевич Шумов

СПРАВОЧНИК МАСТЕРА ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Редактор *Л. М. Пархоменко*
Художественный редактор *Д. Р. Стеванович*
Технический редактор *А. Г. Рябкина*
Корректор *О. С. Денисенко*

ИБ № 1821

Сдано в набор 07.12.79. Подписано в печать 21.01.80. М-32519. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 15,5. Уч.-изд. л. 15,11. Тираж 50 000 экз. Заказ № 2577. Цена 1 р. 10 к.

Ленинградское отделение издательства «Энергия».
191041, Ленинград, Д-41, Марсово поле, 1.

Ленинградская типография № 4 Ленинградского производственного объединения «Техническая книга» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Ленинград, Д-126, Социалистическая, 14.