Г. М. Кнорринг
И. М. Фадин
В. Н. Сидоров

СПРАВОЧНАЯ КНИГА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

2-е издание, переработанное
и дополненное



Санкт-Петербург
ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ
Санкт-Петербургское отделение
1992

ББК 31 294
К53
УДК 628.931 (035.5)

Рецензент *Е А Лесман*

Кнорринг Г. М. и др.

К53 Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г. М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отд-ние, 1992. — 448 с.: ил.

ISBN 5-283-04464-5

Книга содержит рекомендации по выбору нормируемых показателей искусственного освещения и методов их расчета, а также сведения об источниках света, световых приборах, электроустановочных и электромонтажных изделиях, применяемых в осветительных установках производственных, общественных и жилых зданий и для наружного освещения Первое издание вышло в 1976 г Второе издание переработано и дополнено с учетом новых нормативных документов

Для инженерно-технических работников, занятых проектированием и эксплуатацией осветительных установок Может быть полезна студентам вузов

К $\frac{2202100000-112}{051(01)-92}$ 132—90 **ББК 31.294**

Справочное издание

Кнорринг Глеб Михайлович
Фадин Игорь Михайлович
Сидоров Валерий Николаевич

СПРАВОЧНАЯ КНИГА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Редактор *Ю В Долгополова*
Художник обложки *В Т Левченко*
Художественный редактор *Т Ю Теплицкая*
Технический редактор *Н А Минеева*
Корректор *Н Д Быкова*

ИБ № 2450

Сдано в набор 20 08 90 Подписано в печать 24 04 92 Формат 70×100 $^{1}/_{16}$ Бумага офсетная № 2 Гарнитура литературная Офсетная печать Усл печ л 36,4 Усл кр отт 36,4 Уч изд л 41,25 Тираж 3000 экз Заказ № 3349 С 112

Энергоатомиздат, Санкт Петербургское отделение
191065 Санкт Петербург Д 65 Марсово поле 1

Санкт Петербургская типография № 1 ВО «Наука»
199034, Санкт Петербург, В 34, 9 линия, д 12

ISBN 5-283-04464-5

© Энергия, 1976
© Г М Кнорринг, И М Фадин, В Н Сидоров, дополнения и исправления, 1992

зак 3349 стр 2 Зубова
ъъ

ПРЕДИСЛОВИЕ

В течение нескольких десятилетий (с 1938 г.) одной из самых популярных книг по светотехнике являлся «Справочник для проектирования электрического освещения» Г. М. Кнорринга Он периодически переиздается. Последнее, шестое, издание вышло в 1968 г.

В 1976 г. на базе «Справочника» была издана «Справочная книга для проектирования электрического освещения» под редакцией Г. М. Кнорринга.

В связи с кончиной Г. М. Кнорринга (1979 г.) до настоящего времени «Справочная книга» не переиздавалась. Авторы согласились на предложение редакции переиздать эту книгу, руководствуясь исключительно соображениями необходимости сохранить для читателей «Справочную книгу» с той направленностью, которую разработал Г. М. Кнорринг.

Несмотря на то, что материал второго издания «Справочной книги для проектирования электрического освещения» подготавливался другими авторами, основная идея и направленность продолжает традиции, заложенные Г М. Кноррингом, и он, безусловно, является одним из ее авторов.

С 1976 г. коренным образом изменились все нормативно-технические документы по проектированию электрического освещения: СНиП, ПУЭ, ПТЭ и ПТБ, стандарты. За период с 1976 по 1989 г. в области светотехники введено более 80 государственных стандартов и пересмотрено более 100, около 80 % световых приборов снято с производства и начат выпуск новых и т. д. Поэтому второй выпуск «Справочной книги для проектирования электрического освещения» представляется своевременным.

В отличие от первого издания здесь авторы попытались представить материал в логической связи между главами, которая являлась бы руководством для поэтапного проектирования электрического освещения. С целью осуществления такой логической последовательности введена новая (первая) глава «Общие сведения о проектировании электрического освещения», в которой приводятся исходные данные, необходимые для проектирования классификация помещений и зон по степени взрыво- и пожароопасности, по степени опасности поражения электрическим током и по задачам выполняемой зрительной работы, описаны системы и виды освещения, а также порядок расчета освещения с учетом материалов, изложенных в книге

Полностью новой является глава 10 «Установка искусственного ультрафиолетового облучения» и глава 14 «Монтаж и эксплуатация осветительных установок». Глава 10 включена исходя из рекомендаций журнала «Светотехника», опубликованных в период с 1983 по 1989 г., а глава 14 — в связи с необходимостью отражения вопросов охраны труда.

Главы 3, 4, 5, 11 по своему содержанию являются полностью новыми Остальные главы изложены с учетом новых материалов по светотехнике, имеющихся в литературе.

Новое издание «Справочной книги» как по своей структуре, так и по приведенным материалам является книгой, написанной заново с учетом современных требований. Главы 1, 2, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15 подготовлены кандидатом техн.

наук доцентом И. М. Фадиным, главы 3, 4, 5, 10, 12, 13 — кандидатом техн. наук доцентом В. Н. Сидоровым

Авторы выражают благодарность Ю. В. Давыдову, оказавшему огромную помощь в подготовке материалов рукописи и обобщении данных по технико-экономическим расчетам, а также В. Л. Малкову, Е С Никитиной и Л. В. Барановой, проделавшим большую работу по оформлению текста.

Авторы признательны профессорам И. М Ткалину и Н. И. Иванову за помощь, оказанную при подготовке рукописи и глубоко благодарят кандидата техн. наук Е. А. Лесмана за ценные замечания и рекомендации, отмеченные в рецензии, учет которых способствовал пересмотру и улучшению рукописи.

Отзывы о книге, замечания и пожелания просьба присылать по адресу: 191065, Санкт-Петербург, Д-65, Марсово поле, д. 1, Санкт-Петербургское отделение Энергоатомиздата.

Авторы

ОСНОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АО — аварийное освещение
АЭО — аварийное и эвакуационное освещение
ВД — высокое давление, например, лампа ВД и т п
ГЛН — галогенная лампа накаливания
ИЗУ — импульсное зажигающее устройство
ИК — инфракрасное, например, излучение
ИЛ — импульсная лампа
ИС — источник света
КЕО — коэффициент естественной освещенности
КОУ — комплектное осветительное устройство
КПД — коэффициент полезного действия
КСС — кривая силы света
ЛЛ — люминесцентная лампа
ЛН — лампа накаливания
МГЛ — металлогалогенная лампа
МО — местное освещение
НД — низкое давление, например, лампа НД и т п
НЛ — натриевая лампа
НО — наружное освещение
ОП — осветительный прибор
ОСУ — облучательная светотехническая установка
ОУ — осветительная установка
ПРА — пускорегулирующий аппарат, аппаратура
РЛ — разрядная лампа
РО — рабочее освещение
СВД — сверхвысокое давление, например, лампа СВД
СП — световой прибор
УФ — ультрафиолетовое, например, излучение
ЭО — освещение безопасности
ЭУ — электроустановочное устройство

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

S — площадь, м^2
A, a — длина, м
B, b — ширина, м
H, h — высота, м
$h_р$ — расчетная высота от условной рабочей поверхности до выходного отверстия светильника (фонаря), м
E — освещенность, лк
$E_в$ — освещенность в вертикальной плоскости, лк
$E_г$ — освещенность в горизонтальной плоскости, лк
$E_{р\ п}$ — освещенность рабочей поверхности, лк
$E_н$ — нормируемые значения освещенности, лк
$K_з$ — коэффициент запаса
$K_п$ — коэффициент пульсации освещенности, %
$K_{п\ и}$ — коэффициент пульсации светового потока источника света
L — яркость, кд/м^2
$L_н$ — нормируемая яркость, кд/м^2
l — расстояние, м
$l_{св}$ — расстояние между светильниками, м
$N_{св}$ — число светильников
P — показатель ослепленности, мощности

$P_л$ — мощность ламп в светильнике

$Ф$ — световой поток, лм

$Ф_л$ — световой поток источника света

U — коэффициент использования светового потока

$U_{св}$ — коэффициент использования светового потока светильника

$U_{и\ с}$ — коэффициент использования светового потока источника света

U_E — коэффициент использования светового потока источника света по освещенности (дорожного покрытия)

U_L — коэффициент использования светового потока источника света по яркости (дорожного покрытия)

ρ — коэффициент отражения

$\rho_{ср}$ — средневзвешенный коэффициент отражения внутренних поверхностей помещения

β — коэффициент яркости

η — коэффициент полезного действия

Глава первая

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

1.1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Приступая к проектированию электрического освещения, необходимо иметь перечень объектов, для которых ведется проектирование, с указанием их основного назначения, площади и высоты помещений, этажности зданий. Для проектирования внутреннего освещения необходимы архитектурно-строительные планы и разрезы зданий с указанием назначения отдельных помещений, чертежи металлических конструкций, технологические планы и разрезы, чертежи санитарно-технических коммуникаций, сведения о характере среды в помещениях, данные об особенностях технологического процесса и прочие данные, влияющие на устройство освещения.

Для расчета наружного освещения необходимо знать площадь и назначение освещаемой территории, рабочие чертежи генплана освещаемых участков с обозначением дорог, железнодорожных путей, линий ограды, контуров зданий и сооружений, мест производства открытых работ, открытых складов с нанесенными подземными коммуникациями, влияющими на выбор мест установки опор, прожекторных мачт и прокладку кабелей В отдельных случаях подземные коммуникации указываются на отдельных планах, называемых чертежами геоподосновы.

Знание объемов и площадей помещений, дорог, территорий необходимо для выбора и расчета нормируемого уровня их освещенности. В свою очередь нормируемая освещенность определяет выбор типа осветительных приборов, тип и мощность используемых в них электроламп. Выбор напряжения питания, схемы электропитания и вида электропроводки, марки проводов осветительной сети, способа прокладки проводов сети и степень ее защиты определяются характером производства, взрыво- и пожароопасностью веществ, которые используются в данном производстве. Правилами устройства электроустановок устанавливаются отдельные требования к выбору и установке электрооборудования во взрывоопасных и пожароопасных зонах.

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН

Выбор и установка электрооборудования (машин, аппаратов, распределительных устройств), электропроводок и кабельных линий для взрывоопасных зон производятся в соответствии с ПУЭ—86, гл. 7.3 [1]. Классификация взрывоопасных смесей приведена в ГОСТ 12.1.011—78, классификация и маркировка взрывозащищенного электрооборудования приведена в ГОСТ 12.2.020—76. Класс взрывоопасной зоны, в соответствии с которым производится выбор электрооборудования, определяется технологами совместно с электриками проектной организации.

При определении взрывоопасных зон принимается, что:

а) взрывоопасная зона в помещении занимает весь объем помещения, если объем взрывоопасной смеси превышает 5 % свободного объема помещения;

б) взрывоопасна зона в помещении в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического аппарата, из которого возможно выделение горючих

газов или паров легко воспламеняющейся жидкости (ЛВЖ), если объем взрывоопасной смеси равен или меньше 5 % свободного объема помещения.

Помещение за пределами взрывоопасной зоны следует считать невзрывоопасным, если нет других факторов, создающих в нем взрывоопасность.

Взрывоопасные зоны подразделяются на следующие классы:

В-I — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т. п.

В-Iа — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

В-Iб — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей и которые отличаются одной из следующих особенностей:

1. Горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (16 % и более) и резким запахом при предельных допустимых концентрациях по ГОСТ 12.1.005—88 (например, машинные залы аммиачных компрессорных и холодильных абсорбционных установок).

2. Помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения. Взрывоопасная зона условно принимается от отметки 0,75 общей высоты помещения, считая от уровня пола, но не выше кранового пути, если таковой имеется (например, помещения электролиза воды, зарядные станции тяговых и стартерных аккумуляторных батарей).

Пункт 2 не распространяется на электромашинные помещения с турбогенераторами с водородным охлаждением при условии обеспечения электромашинного помещения вытяжной естественной вентиляцией; эти электромашинные помещения имеют нормальную среду.

К классу В-Iб относятся также зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5 % свободного объема помещения, и в которых работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени. Эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа с горючими газами и ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

В-Iг—пространства у наружных установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ, наземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т. п. К зонам класса В-Iг также относятся: пространства у проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-I, В-Iа и В-II (исключение — проемы окон, заполненные стеклоблоками); пространства у наружных ограждающих конструкций, если на них расположены устройства для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений со взрывоопасными зонами любого класса или если они находятся в пределах наружной взрывоопасной зоны; пространства у предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами и ЛВЖ.

Для наружных взрывоопасных установок зона класса В-Iг считается взрывоопасной в пределах до:

а) 0,5 м по горизонтали и вертикали от проемов за наружными ограждающи-

ми конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-I, В-Iа, В-II,

б) 3 м по горизонтали и вертикали от закрытого технологического аппарата, содержащего горючие газы или ЛВЖ; от вытяжного вентилятора, установленного снаружи (на улице) и обслуживающего помещения со взрывоопасными зонами любого класса;

в) 5 м по горизонтали и вертикали от устройств для выброса газов и паров через предохранительные и дыхательные клапаны емкостей или технологических аппаратов с горючими газами или ЛВЖ, от устройств для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции в помещениях со взрывоопасными зонами любого класса;

г) 8 м по горизонтали и вертикали от резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры); при наличии обвалования — в пределах всей площади, обнесенной валом;

д) 20 м по горизонтали и вертикали от места открытого слива и налива для эстакад с открытым сливом и наливом ЛВЖ.

Эстакады с закрытыми сливно-наливными устройствами, эстакады и опоры под трубопроводы для горючих газов с ЛВЖ не относятся к взрывоопасным, за исключением зон в пределах от 3 м по горизонтали и вертикали от запорной арматуры и фланцевых соединений трубопроводов, в пределах которых электрооборудование должно быть взрывозащищенным для соответствующей категории и группы взрывоопасной смеси.

В-II — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке технологических аппаратов).

В-IIа — зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния, указанные для помещений класса В-II, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Зоны в помещениях и зоны наружных установок в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от аппарата, в котором присутствуют или могут возникнуть взрывоопасные смеси, но технологический процесс ведется с применением открытого огня, раскаленных частей, либо от аппаратов, имеющих поверхности, нагретые до температуры самовоспламенения горючих газов, паров ЛВЖ, горючих пылей или волокон, не относятся в отношении их электрооборудования к взрывоопасным; классификацию среды в помещениях или среды наружных установок за пределами указанной 5-метровой зоны следует определять в зависимости от технологических процессов, применяемых в этой среде.

Зоны в помещениях и зоны наружных установок, в которых твердые, жидкие и газообразные горючие вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания, не относятся к взрывоопасным в отношении их электрооборудования.

В помещениях отопительных котельных, встроенных в здания и предназначенных для работы на газообразном топливе или на жидком топливе с температурой вспышки 61 °С и ниже, требуется предусматривать необходимый минимум взрывозащищенных светильников, включаемых перед началом работы котельной установки. Выключатели для светильников устанавливаются вне помещения котельной.

Электродвигатели вентиляторов, включаемых перед началом работы котельной установки, и их пускатели, выключатели и тому подобные устройства, если они размещены внутри помещений котельных установок, должны быть взрывозащищенными и соответствовать категории и группе взрывоопасной смеси. Проводка к вентиляционному электрооборудованию и светильникам должна соответствовать классу взрывоопасной зоны.

При применении для окраски материалов, которые могут образовывать взрывоопасные смеси, когда окрасочные и сушильные камеры располагаются в общем технологическом потоке производства при соблюдении требований

Таблица 1.1

Класс взрывоопасной зоны	Класс зоны помещения, смежного со взрывоопасной зоной другого помещения и отделенного от нее	
	стеной (перегородкой) с дверью, находящейся во взрывоопасной зоне	стеной (перегородкой) без проемов или с проемами, оборудованными тамбур шлюзами, или с дверями, находящимися вне взрывоопасной зоны
В-I	В-Iа	Невзрыво- и непожароопасная
В-Iа	В-Iб	
В-Iб	Невзрыво- и непожароопасная	
В-II	В-IIа	
В-IIа	Невзрыво- и непожароопасная	

ГОСТ 12.3.005—75, зона относится к взрывоопасной в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от открытых проемов камер, если общая площадь этих камер не превышает 200 м^2 при общей площади помещения до 2000 м^2 или 10 % при общей площади помещения более 2000 м^2.

При бескамерной окраске изделий в общем технологическом потоке на открытых площадках при условии соблюдения требований ГОСТ 12.3.005—75 зона относится к взрывоопасной в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от края решетки и от окрашиваемых изделий, если площадь решеток не превышает 200 м^2 при общей площади помещения до 2000 м^2 или 10 % при общей площади помещения более 2000 м^2.

Как уже говорилось, помещение за пределами взрывоопасной зоны следует считать невзрывоопасным, если нет других факторов, создающих в нем взрывоопасность.

Зоны внутри окрасочных и сушильных камер следует приравнивать к зонам, расположенным внутри технологических аппаратов.

Зоны в помещениях вытяжных вентиляторов, обслуживающих взрывоопасные зоны любого класса, относятся к взрывоопасным зонам того же класса, что и обслуживаемые ими зоны.

Для вентиляторов, установленных за наружными ограждающими конструкциями и обслуживающих взрывоопасные зоны классов В-I, В-Iа, В-II, электродвигатели применяются как для взрывоопасной зоны класса В-Iг, а для вентиляторов, обслуживающих взрывоопасные зоны классов В-Iб и В-IIа,— согласно табл. 1.1 для этих классов. Взрывоопасные зоны, содержащие легкие несжиженные газы или ЛВЖ, при наличии признаков класса В-I допускается относить к классу В-Iа при следующих условиях:

а) система вентиляции содержит несколько вентиляционных агрегатов; при аварийной остановке одного из них остальные агрегаты должны полностью обеспечить требуемую производительность системы вентиляции, а также достаточную равномерность вентиляции по всему объему помещения, включая подвалы, каналы и их повороты;

б) автоматическая сигнализация срабатывает при возникновении в любом пункте помещения концентрации горючих газов или паров ЛВЖ, не превышающей 20 % нижиего концентрационного предела воспламенения, а для вредных взрывоопасных газов — также при приближении их концентрации к предельной допустимой по ГОСТ 12.1.005—88. Число сигнальных приборов, их расположение, а также система их резервирования должна обеспечить надежную сигнализацию.

Для производственных помещений без взрывоопасной зоны, отделенных стенами (с проемами или без них) от взрывоопасной зоны смежных помещений, следует принимать взрывоопасную зону, класс которой определяется в соответствии с табл. 1.1, размер зоны — до 5 м по горизонтали и вертикали от проема двери.

Общие требования по выбору электрооборудования для взрывоопасных зон изложены в ПУЭ—86 (пп. 7.3.54—7.3.143), а также в гл 13 данной справочной книги.

1.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЖАРООПАСНЫХ ЗОН

Выбор и установка электрооборудования (машин, аппаратов, устройств) и сетей для пожароопасных зон выполняются в соответствии с гл. 7.4 ПУЭ—86 на основе классификации горючих материалов (жидкостей, пыли, волокон).

Пожароопасной зоной называется пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества и в котором они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях.

Пожароопасные зоны разделяются на классы:

П-I — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С.

П-II — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м^3.

П-IIа — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества.

П-III — расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С или твердые горючие вещества.

Зоны в помещениях и зоны наружных установок в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от аппаратов, в которых постоянно или периодически обращаются горючие вещества, но технологический процесс ведется с применением открытого огня, раскаленных частей, либо от аппаратов, имеющих поверхности, нагретые до температуры самовоспламенения горючих паров, пылей или волокон, не относятся в отношении их электрооборудования к пожароопасным. Класс среды в помещениях или среды наружных установок за пределами указанной 5-метровой зоны следует определять в зависимости от технологических процессов, применяемых в этой среде.

Зоны в помещениях и зоны наружных установок, в которых твердые, жидкие и газообразные горючие вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания, не относятся в отношении их электрооборудования к пожароопасным.

Зоны в помещениях с вытяжными вентиляторами, а также в помещениях с приточными вентиляторами (если приточные системы работают с рециркуляцией воздуха), обслуживающими помещения с пожароопасными зонами класса П-II, относятся также к пожароопасным зонам класса П-II.

Зоны в помещениях вентиляторов местных отсосов относятся к пожароопасным зонам того же класса, что и обслуживаемая ими зона.

Для вентиляторов, установленных за наружными ограждающими конструкциями и обслуживающих пожароопасные зоны класса П-II и любого класса местных отсосов, электродвигатели выбираются как для пожароопасной зоны класса П-III.

Определение границ и класса пожароопасных зон должно производиться технологами совместно с электриками проектной или эксплуатационной организации.

При установке в помещении или вне его единичного пожароопасного оборудования, когда специальные меры против распространения пожара не предусмотрены, зона в пределах до 3 м по горизонтали и вертикали от этого оборудования является пожароопасной.

При выборе электрооборудования, устанавливаемого в пожароопасных зонах, необходимо учитывать также условия окружающей среды (химическую активность, атмосферные осадки и т. п.).

1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Напряжение питания электроустановок, в том числе и напряжение питания электроосветительных приборов, зависит от степени опасности поражения людей в различного рода помещениях. В отношении опасности поражения людей электрическим током различают (ПУЭ—86, п. 1.1.13):

1. Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий: а) сырость или токопроводящая пыль; б) токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т. п.); в) высокая температура; г) возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям здания, технологическим аппаратам, механизмам, с одной стороны, и к металлическим частям электрооборудования — с другой.

2. Особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одиого из следующих условий: а) особой сырости; б) химически активной или органической среды, в) одновременно двух или более условий помещений с повышениой опасностью.

3. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

4. Территории размещения наружных электроустановок в отношении поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Открытыми или наружными электроустановками называются электроустановки, размещенные вне зданий и не защищенные от атмосферных воздействий.

Электроустановки, защищенные только навесами или сетчатыми ограждениями, рассматриваются как наружные

Закрытыми или внутренними электроустановками называются электроустановки, размещенные внутри здания, защищающего их от атмосферных воздействий.

Электропомещениями называются помещения и отгороженные, например, сетками части помещения, доступные только для квалифицированного обслуживающего персонала, в которых расположены электроустановки.

Сухими помещениями называются такие помещения, в которых относительная влажность воздуха ие превышает 60%.

Влажными помещениями называются помещения, в которых пары или коиденсирующая влага выделяются лишь кратковременно в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60 %, но не превышает 75 %.

Сырыми помещениями называются помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %.

Особо сырыми помещениями называются помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

Жаркими помещениями называются помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут) $+35\,^{\circ}C$ (например, помещения с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т. п.).

Пыльными помещениями называются помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п.

Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью.

Помещениями с химически активной или органической средой называются помещения, в которых постоянно или длительиио содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

1.5. ВИДЫ И СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

В соответствии со СНиП II-4-79 [2] искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное (аварийное освещение для эвакуации), охранное. При необходимости часть светильников того или иного вида освещения может использоваться для дежурного освещения.

Рабочее освещение обеспечивает необходимые условия при нормальном режиме работы осветительной установки.

Аварийное освещение — освещение, включающееся при аварийном отключении рабочего освещения для продолжения работы.

Эвакуационное освещение (аварийное освещение для эвакуации) — освещение, включающееся при аварийном отключении рабочего освещения для эвакуации людей из помещения.

Охранное освещение — разновидность рабочего освещения, устраивается по периметру территории предприятия, а также территории некоторых общественных зданий.

Дежурное освещение — освещение в нерабочее время.

Рабочее освещение обязательно во всех помещениях и на открытых пространствах.

Аварийное освещение (в помещениях и на местах производства наружиых работ) следует предусматривать, если отключение рабочего освещения и связанное с этим иарушение нормального обслуживания оборудования и механизмов может вызвать:

взрыв, пожар, отравление людей;

длительное нарушение технологического процесса;

нарушение работы таких объектов, как электрические станции, узлы радиопередачи и связи, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплофикации, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение работ, и т. п.;

нарушение обслуживания больных в операционных блоках, кабинетах неотложной помощи, реанимационных, в приемных пунктах лечебных учреждений, родильных отделениях больниц;

нарушение режима детских учреждений независимо от числа находящихся в них детей.

Эвакуационное освещение в помещениях или местах производства работ вне зданий следует предусматривать:

в местах, опасных для прохода людей;

в проходах и иа лестницах, служащих для эвакуации людей, при числе эвакуирующихся более 50 чел.;

по основным проходам производственных помещеиий, в которых работают более 50 чел.;

в лестничных клетках жилых домов высотой 6 этажей и более;

в производствеиных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения связан с опасностью травматизма из-за продолжения работы производственного оборудования;

в помещениях общественного здаиия и вспомогательных зданий промышленных предприятий, если в помещении могут одновременно находиться более 100 чел.

В общественных и вспомогательных зданиях выходы из помещений, где могут находиться одновременно более 100 чел., а также выходы из производственных помещений без естественного света, вмещающих одновременно более 50 чел. или имеющих площадь более 150 м^2, должны быть отмечены световыми указателями, присоединенными к сети аварийного освещения.

Охранное освещение (при отсутствии специальных технических средств охраны) должно предусматриваться вдоль границ территорий, охраияемых в ночное время.

Искусственное освещение может быть двух систем: общее и комбинированное. При этом следует учитывать, что экономичнее система комбинированного освещения, но в гигиеническом отношении система общего освещения совершеннее, так как позволяет создать более благоприятное распределение яркости в поле зрения.

Таблица 1 2

Группа помещений по видам зрительной работы

Группа помещений	Вид зрительной работы
I	Различение объектов зрительной работы при фиксированном направлении линии зрения работающих на рабочую поверхность (производственные помещения промышленных предприятий, рабочие кабинеты, конструкторские бюро, кабинеты врачей и операционные лечебных учреждений, групповые комнаты детских дошкольных учреждений, классные комнаты, аудитории, лаборатории, читальные залы и т п)
II	Различение объектов при нефиксированной линии зрения и обзор окружающего пространства (торговые залы магазинов, залы столовых, выставочные залы, картинные галереи, помещения для длительного пребывания детей, кроме групповых помещений в детских яслях-садах, производственные помещения, в которых ведется только иадзор за работой технологического оборудования, и т п)
III	Обзор окружающего пространства при эпизодическом различении объектов (концертные и зрительные залы и фойе театров, клубов и кинотеатров, комнаты ожидания, рекреации, актовые залы, вестибюли, гардеробные общественных зданий и т п)
IV	Общая ориентация в пространстве интерьера (проходы, коридоры, гардеробные производственных зданий, санузлы, закрытые стоянки автомашин и т п)

Система общего освещения предназначена не только для освещения рабочих поверхностей, ио и всего помещения в целом, в силу чего светильники размещают на достаточно большом расстоянии от рабочих поверхностей в верхней зоне помещения на кронштейнах, стойках и т. п. В зависимости от расположения светильииков различают равномерное и локализованиое общее освещение.

При общем равномерном освещении светильники размещают в верхней зоне помещения равномерно, обеспечивая тем самым одинаковую освещенность всего помещения. При общем локализованном освещении светильники размещают исходя из наивыгоднейшего направления светового потока иа рабочие поверхности, т. е. с учетом расположения технологического оборудования.

Комбиинированная система освещения состоит из общего и местного освещения. Общее освещение предназначено для освещения проходов и участков, где работы ие производятся, и одновременно для выравнивания яркости в поле зрения работающих. Местное освещение обеспечивается светильниками, располагаемыми иепосредствеино на рабочих местах.

В условиях системы комбинированного освещеиия светильники местного освещения, устанавливаемые на рабочих местах посредством шарнирных кронштейнов, позволяют в широких пределах изменять как освещенность, так и направление светового потока, от которого в значительной степени зависит контраст объекта различения с фоном. Кроме того, подбором соответствующего спектрального состава излучения электрического источника света возможно значительное повышение контраста в условиях различения цветных объектов на цветном фоне. Вследствие всего указанного повышается видимость объектов зрительной работы, что особенно важно при обращении с рельефными изделяями.

С точки зрения удобства эксплуатации, система комбинированного освещения также имеет ряд преимуществ перед общей, поскольку значительно упрощается чистка, замена перегоревших ламп, а также систематический надзор и текущий ремонт легкодоступных светильников местного освещения. Следует учитывать также возможность выключения освещения на рабочих местах, на которых в данный момент работа не производится, что исключает непроизводительный расход электроэнергии.

Одно местное освещение в производственных условиях запрещено, так как

создает большую разность освещенности рабочих поверхностей и окружающего пространства, что может привести к травматизму и способствует профзаболеваниям.

В общем случае при выборе системы освещения нужно исходить из характера зрительной работы, выполняемой в помещении, учитывая вероятность отраженной блесткости и затенения рабочих поверхностей технологическим оборудованием и самим работающим.

Помещения по задачам зрительной работы подразделяются на четыре группы, характеристики которых систематизированы в табл. 1.2.

1.6. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ОСВЕЩЕНИЮ И ПОРЯДОК ЕГО РАСЧЕТА

Нормы освещенности, ограничение слепящего действия светильников, пульсации освещенности и другие качественные показатели осветительных установок, виды и системы освещения должны приниматься в соответствии с требованиями СНиП II-4-79, с отраслевыми нормамн искусственного освещения, ПУЭ и другими нормативными документами, утвержденными Госстроем в установленном порядке.

Правилами устройства электроустановок (седьмое издание, проект) [3] предъявляются следующие требования к установкам электрического освещения зданий, помещений и сооружений различного назначения и наружного освещения.

Для электрического освещения должны применяться разрядные лампы низкого давления (например, люминесцентные, натриевые типа ДНаО), лампы высокого давления (например, ртутные типа ДРЛ, металлогалогенные типа ДРИ, ДРИЗ, натриевые типа ДНаТ, ксеноновые типа ДКсТ, ДКсТЛ, ртутно-вольфрамовые) и лампы накаливаиия.

Ксеноновые лампы типа ДКсТ допускаются для внутреиего освещения с разрешения Госсанинспекции и при условии, что горизонтальная освещенность иа всех уровнях, где возможно длительное пребывание людей, не превышает 150 лк, а в помещениях, оборудованных грузоподъемными кранами, места нахождения крановщиков экранированы для прямого света ламп. Данные требования не относятся к ксеноновым лампам ДКсТЛ, у которых отсутствует ультрафиолетовое излучение.

Для аварийного и эвакуационного освещения должны применяться люминесцентные лампы и лампы накаливания. При применении люминесцентных ламп должны соблюдаться следующие условия: питание ламп во всех режимах должно осуществляться переменным током, температура окружающей среды должна быть не ниже $+5\,^{\circ}$C; напряжение на осветительных приборах должно быть не ниже 90 % номинального.

Для охранного освещения периметра территории предприятий должны применяться разрядные лампы или лампы накаливания. Разрядные лампы не разрешается использовать для охранного освещения и в случаях, когда охранное освещение нормально не горит, а включается автоматически или вручную от охранной сигнализации или других специальных технических средств.

Для питания отдельных осветительных приборов общего внутреннего и наружного освещения должно применяться напряжение не выше 380/220 В переменного тока при заземлениой нейтрали, не выше 220 В переменного тока при изолированной иейтрали и не выше 220 В постоянного тока.

Для питания отдельных ламп применяют, как правило, напряжение не выше 220 В. В помещениях без повышенной опасности указанное напряжение допускается для всех стационарных светильников вне зависимости от высоты их установки.

Для питания ламп общего внутреиего и наружного освещеиия допускается напряжение не более 380 В, в том числе фазное напряжеиие системы 660/380 В с заземленной нейтралью при соблюдении следующих условий: ввод в светильник и пускорегулирующий аппарат следует выполиять проводами или кабелем с изоляцией, рассчитанной на напряжение не менее 660 В; в помещениях с повышенной опасностью и особо

опасных, а также в установках наружного освещения на светильники должны быть нанесены хорошо различимые знаки с указанием применяемого напряжения (380 В); ввод в светильник двух или трех проводов разных фаз системы 660/380 В запрещается.

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при высоте установки светильников общего освещения с ЛН, ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ, ДНаО над полом или площадкой обслуживания менее 2,5 м необходимо применять светильники, конструкция которых предусматривает доступ к лампе с инструментом (отвертки, плоскогубцев, гаечного или специального ключа), либо предусматривать защитное отключение для линий, питающих светильники, с вводом в светильник в обоих случаях электропроводки в металлических трубах, металлорукавах или с вводом кабелем, либо использовать для питания светильников с лампами накаливания напряжение не выше 42 В.

Светильники с люминесцентными лампами на напряжение 127—220 В разрешается устанавливать на высоте менее 2,5 м от пола при условии недоступности их токоведущих частей для случайных прикосновений.

Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания должны применяться напряжения: в помещениях без повышенной опасности не выше 220 В, а в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных — не выше 42 В. Допускается, как исключение, напряжение до 220 В для светильников, питаемых от линий, защищенных аппаратами защитного отключения, или при питании каждого светильника через разделяющий трансформатор

Для питания светильников местного освещения с люминесцентными лампами разрешается применять напряжение не выше 220 В при условии недоступности токоведущих частей для случайных прикосновений.

В помещениях сырых, особо сырых, жарких и с химической активной средой люминесцентные лампы для местного освещения допускаются только в арматуре специальной конструкции

Лампы ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ и ДНаТ разрешается применять для местного освещения при напряжении не выше 220 В в арматуре, специально предназначенной для местного освещения.

Питание светильников напряжением 42 В и ниже производится от трансформаторов с электрически раздельными обмотками первичного и вторичного напряжения. Применение автотрансформаторов не допускается.

Допустимые колебания напряжения у светильников не должны превышать указанных в ГОСТ 13109—87 «Требования к качеству электрической энергии в сетях общего назначения».

При системах напряжения 380/220 и 660/380 В с заземленной нейтралью питание силовых и осветительных электроприемников рекомендуется, как правило, производить от общих трансформаторов и общих магистральных шинопроводов при условии соблюдения требований к аварийному и эвакуационному освещению.

К аварийному и эвакуационному освещению предъявляются следующие требования

Для помещений, в которых постоянно находятся люди, или предназначенных для постоянного прохода персонала либо сторонних лиц и в которых требуется аварийное эвакуационное освещение, должна быть обеспечена возможность включения указанных видов освещения в течение всего времени, пока включено рабочее освещение; аварийное и эвакуационное освещение должны включаться автоматически при аварийном выключении рабочего освещения.

Питание аварийного и эвакуационного освещения допускается от питающей сети рабочего освещения с автоматическим переключением на соответствующий источник питания при аварийном отключении рабочего освещения

Использование сетей, питающих силовые электроприемники, для питания аварийного и эвакуационного освещения в производственных зданиях без естественного освещения не допускается.

1.7. ПОРЯДОК РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

При проектировании осветительных установок выделяют светотехническую и электротехническую часть проекта.

Выделение светотехнической и электротехнической частей является довольно условным, так как осветительная установка функционально представляет собой единое целое, содержит электрооборудование и конструкции для его размещения. Проектно-сметная документация на осветительную установку (чертежи, спецификации, ведомость материалов, сметы) выдается, как правило, в одном комплекте с рабочей документацией на электроснабжение объекта.

В светотехнической части проекта производится выбор освещенности и показателей качества освещения, систем, видов и способов освещения, типов источников света и осветительных приборов, выполняются светотехнические расчеты, в результате которых выясняется тип, мощность и расположение осветительных приборов.

В электротехнической части выбираются источники питания, решаются вопросы компенсации реактивной мощности для установок с РЛ, намечаются способы управления освещением, выбираются типы магистральных и групповых щитков и другого электрооборудования, выявляются способы доступа к осветительным приборам для обслуживания.

С учетом излагаемого в данной книге материала примерный порядок расчета электрического освещения может быть представлен так:

1. На основе анализа вида зрительных работ производится выбор вида и системы освещения, а также нормируемых значений освещенности (минимальная или средняя освещенность, средняя яркость дорожных покрытий) и качественных характеристик освещения (показатели ослепленности и дискомфорта, цилиндрическая освещенность, коэффициент пульсации освещенности) — гл 3.

2. На основе анализа данных об особенностях технологического процесса, сведений об условиях среды в помещениях и наружных установках, отнесения помещений и зон наружных установок к определенному классу взрывоопасности и электроопасности производится выбор типа светильников (гл. 5) и применяемых в них ламп (гл. 4).

3. Светотехнический расчет осветительных установок, целью которого является определение числа осветительных приборов, их размещение и потребляемая мощность ОУ. Методы расчета и рекомендации по расчету приведены в главах: 6 (методы расчета и области их применения, методы коэффициента использования и удельной мощности); 7 (точечный метод); 9 (наружное освещение)

4 Проверка рассчитанной осветительной установки на соответствие нормативным требованиям к качеству освещения — гл. 8.

5. При необходимости компенсации ультрафиолетовой недостаточности в соответствии с санитарными нормами производится расчет и выбор ультрафиолетовых облучательных установок — гл. 10.

6. Проектирование электрической осветительной сети: выбор напряжения и источников питания; выбор схемы питания осветительных установок, защита сетей и управление освещением — гл. 11.

7. Расчет электрической осветительной сети: расчет нагрузок; выбор сечений проводов; расчет сетей дистанционного управления — гл. 12.

8. Исполнение осветительных сетей: выбор способа монтажа электропроводок и светильников; выбор электромонтажных материалов и изделий — гл. 13, 14.

9. Рассмотрение вопросов охраны труда на стадии проектирования осветительных установок — гл. 14.

10. Оформление проекта осветительной установки — гл. 15.

ОСНОВЫ СВЕТОТЕХНИКИ

2.1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Согласно законам квантовой механики энергия электрона может иметь лишь определенный дискретный ряд значений ε_0, ε_1, ε_2, ..., ε_n, ., называемых уровнями энергии [4].

Этот набор «дозволенных» значений энергии называется энергетическим спектром атома Самый нижний уровень энергии ε_0 (рис 2.1), при котором энергия атома — наинизшая, называется основным уровнем Остальные уровни ε_1, ε_2, ..., ε_n, . соответствуют более высокой энергии атома и называются возбужденными При переходе атомного электрона с одного уровня на другой атом может излучать или поглощать электромагнитные волны, частота которых определяется соотношением

$$\nu_{mn}=\frac{\varepsilon_m-\varepsilon_n}{h},$$

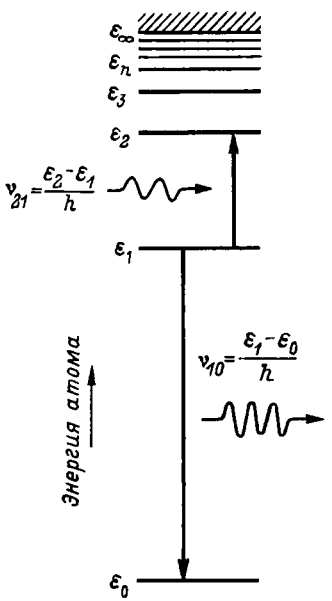


Рис 2 1 Энергетические уровни атома водорода

где h — постоянная Планка; ε_m, ε_n — конечный и начальный энергетические уровни.

Чем больше разность энергий состояний, между которыми происходит переход, тем больше частота электромагнитной волны, испускаемой или поглощаемой при таком квантовом переходе.

Разности энергий между уровнями внешних, валентных электронов атома соответствует энергия излучения видимого света. Разность энергий между уровнями внутренних электронов больше. Она соответствует рентгеновскому излучению.

Спектр поглощения или излучения вещества, т. е набор частот электромагнитных волн, излучаемых или поглощаемых его атомами, тесно связан с энергетическим спектром атомов. Излучение и поглощение электромагнитной энергии атомом происходит отдельными порциями — квантами или фотонами, равными $h\nu$. При поглощении фотона $h\nu_{mn}$ энергия атома увеличивается: он переходит «вверх» — с нижнего уровня ε_m на верхний ε_n ($\varepsilon_n > \varepsilon_m$), при излучении фотона атом совершает обратный переход, «вниз» (рис. 2.1). Закон сохранения энергии при элементарных актах излучения или поглощения фотонов атомами выражается в виде

$$h\nu_{mn}=\varepsilon_m-\varepsilon_n.$$

Энергия излученного или поглощенного фотона в точности равна разности энергии между соответствующими уровнями атома. Например, красный свет неоновых реклам и неоновых лазеров с длиной волны $\lambda=0{,}63$ мкм объясняется тем, что в энергетическом спектре атома неона имеются два уровня, разности энергий которых $\varepsilon_n-\varepsilon_m=h\nu_{mn}=1{,}9$ эВ.

Длина волны излучения связана с частотой ν соотношением $\lambda=c/\nu$ ($c=3\cdot10^8$ м/с — скорость света в вакууме).

В газоразрядной трубке энергия, сообщаемая атомам гелия в результате

электронного разряда, расходуется на непрерывный переход атомов с верхнего уровня ε_n на нижний ε_m; при этом излучаются фотоны красного цвета.

Дискретность энергетического спектра свойственна не только атомам. Она присуща вообще любой системе взаимодействующих друг с другом микрочастиц. молекуле, иону, твердому телу.

Молекула имеет гораздо большее число уровней энергии, чем атом, что отражает сложность ее строения. Некоторые уровни также связаны с движением электронов. Разности энергий этих уровней, как и в атоме, велики. Они соответствуют видимому свету, ультрафиолетовому и рентгеновскому излучению.

Другие энергетические уровни молекулы обусловлены колебаниями составляющих ее атомов около положений равновесия. Разность энергий этих уровней меньше, она соответствует инфракрасному излучению. Есть уровни, связанные с вращением молекулы как целого. Разность энергий вращательных уровней еще меньше, они соответствуют радиоволнам. В твердом теле электронный и колебательный спектры гораздо богаче, чем у изолированных атомов или молекул. Это обусловлено огромным числом атомов и молекул, объединенных в кристаллической решетке, и их взаимным влиянием. Поэтому спектр поглощения и излучения твердых тел практически непрерывный.

В естественных условиях при равновесии между веществом и окружающей средой (в условиях теплового равновесия) нижние энергетические уровни населены более плотно, чем верхние. Распределение частиц по энергиям в состоянии равновесия соответствует распределению Больцмана

$$N_n = c \exp[-\varepsilon_n/(kT)],$$

которое показывает, что число частиц, обладающих энергией ε_n (т. е. населенность уровня N_n — число частиц на уровне n), зависит от термодинамической температуры вещества T и от энергии уровня ε_n (c — константа, зависящая от числа частиц в единице объема, k — постоянная Больцмана). Из распределения Больцмана видно, что «населенность» уровней уменьшается с возрастанием энергии уровня. С повышением температуры населенность верхних уровней растет, но остается все же меньшей населенности нижних уровней. Поэтому обычное вещество, находящееся в состоянии теплового равновесия, не усиливает, а лишь поглощает энергию проходящей через него электромагнитной волны. В системе взаимодействующих друг с другом частиц (в газе, в жидкости и в твердом теле) попытки нарушить тепловое равновесие, например, увеличением температуры окружающей среды либо облучением вещества потоком фотонов или электронов встречают противодействие. Тепловое движение частиц и их взаимодействие вызывает самопро-

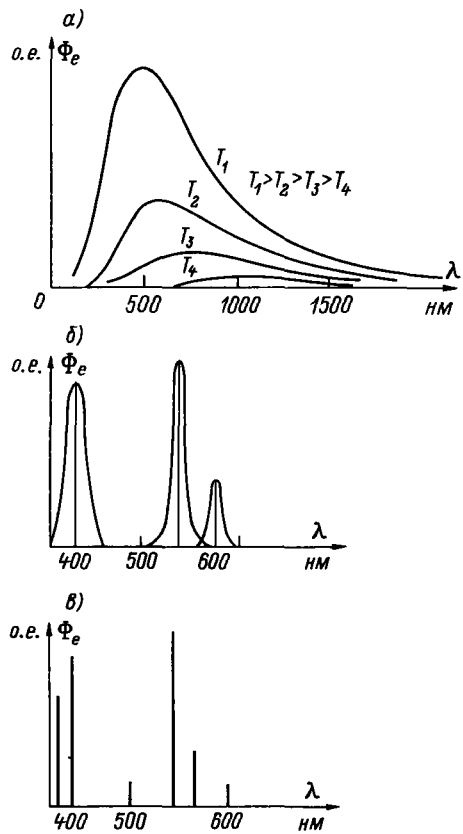


Рис. 2.2 Спектры излучения различных сред: *а* — абсолютно черного тела, *б* — полосовой спектр излучения; *в* — линейчатый спектр

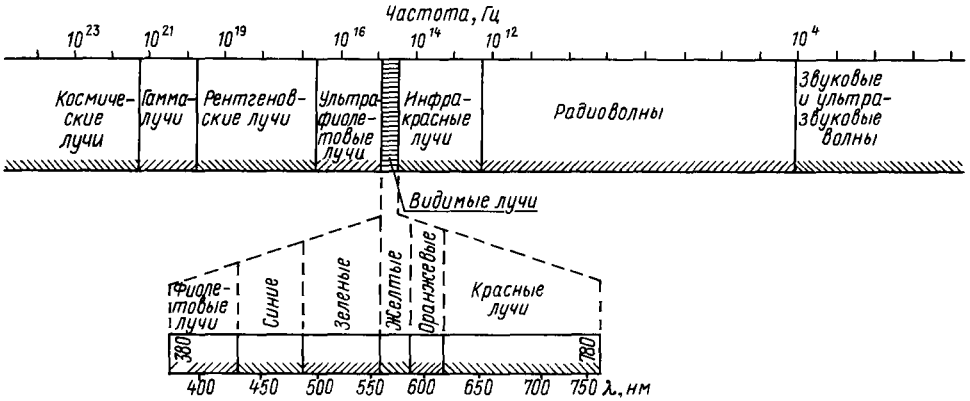


Рис. 2 3 Спектр электромагнитного излучения

извольные (спонтанные) квантовые переходы, которые стремятся вернуть систему в состояние теплового равновесия, т. е. восстановить распределение Больцмана. Это явление называется релаксацией.

Именно такие спонтанные процессы излучения происходят в телах и светящихся газах: нагревание или электрический разряд переводят часть атомов в возбужденное состояние; переходя в «нижнее» состояние, частицы излучают свет. В процессе спонтанных переходов атомы излучают свет независимо один от другого. Кванты света хаотически испускаются атомами в виде волновых цугов, не согласованных друг с другом во времени, т е. имеют различную фазу. Поэтому спонтанное излучение некогерентно.

Поскольку излучения источников света, предназначенных для освещения, носят некогерентный характер, такие явления, как интерференция и дифракция света здесь не проявляются и при расчетах не рассматриваются. Спектральный же состав излучения источников света существенно различается и должен учитываться при выборе типа источника света при проектировании.

На рис. 2.2 приведены примеры спектров излучения различных сред, а на рис. 2.3 — общий спектр электромагнитного излучения с выделенным видимым излучением (светом).

Свет — это излучение, которое, попадая на сетчатую оболочку глаза, может вызвать зрительное ощущение. Видимым считают излучение с длиной волны 380—780 нм.

2.2. СВЕТОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ИХ ЕДИНИЦЫ

В светотехнике используются две системы величин: энергетическая и световая. Энергетическая система построена в предположении, что приемник (детектор) энергии излучения неселективен, т. е. его передаточная функция не зависит от частоты падающего излучения. Энергетическая система служит для объективной оценки характеристик излучателя, причем приемник излучения не вносит каких-либо искажений в первоначальный световой поток излучателя.

В световой системе величин учитывается только та доля падающей лучистой энергии, которая может вызывать световые ощущения в стандартном человеческом глазе. Эта система служит для субъективной оценки светового потока с учетом спектральной чувствительности глаза.

На рис. 2.4 приведены относительные спектральные характеристики неселективного приемника (*1*) и человеческого глаза для ночного (*3*) и дневного (*2*) зрения.

В табл 2 1 приведены обозначения и формулы перевода основных энергетических и световых величин.

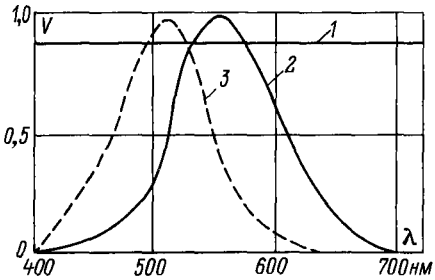


Рис 2 4 Кривые относительной спектральной чувствительности

1 — неселективный приемник, *2* — дневное зрение, *3* — ночное зрение

Сила света (I) является основной единицей в международной системе единиц (СИ). В соответствии с ГОСТ 8.417—81 единица силы света — кандела (кд). Кандела есть сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $f = 540 \cdot 10^{12}$ Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет 1/683 Вт/ср.

Понятие силы света используется для точечных источников. Источник считается точечным, если расстояние до точки наблюдения (l) значительно больше максимальных линейных размеров источника (d). Приблизительно при $l/d = 5$ источник считается точечным.

Световой поток (Ф) — произведение силы света и телесного угла, в котором

Таблица 2.1

Основные энергетические и световые величины

Энергетическая величина	Формула связи	Световая величина	Формула связи
Поток излучения, Вт	$\Phi_e = \int_0^\infty \Phi_{e\lambda}(\lambda) d\lambda$	Световой поток, лм	$\Phi = K_m \int_{0\,38}^{0\,78} \Phi_{e\lambda}(\lambda)\, V(\lambda)\, d\lambda$
Энергия излучения, Дж	$Q_e = \int_0^t \Phi_e(t)\, dt$	Световая энергия, лм · с	$Q = \int_0^t \Phi(t)\, dt$
Сила излучения, Вт · ср$^{-1}$	$I_e = d\Phi_e/d\omega$		
Энергетическое освечивание, Вт · ср$^{-1}$ · с	$\Theta_e = \int_0^t I_e(t)\, dt$	Сила света, кд	$I = d\Phi/d\omega$
Энергетическая светимость, излучательность, Вт/м^2	$M_e = d\Phi_e \neq dS_1$	Освечивание, кд · с	$\Theta = \int_0^t I(t)\, dt$
Энергетическая яркость, лучистость, Вт · м$^{-2}$ · ср$^{-1}$	$L_e = \frac{1}{\cos\theta}\frac{d^2\Phi_e}{d\omega dS} = \frac{1}{\cos\theta}\frac{dI_e}{dS} = \frac{1}{\cos\theta}\frac{dE_e}{d\omega}$	Светимость, лм · м$^{-2}$	$M = d\Phi/dS_1$
		Яркость, кд · м$^{-2}$	$L = \frac{1}{\cos\theta}\frac{d^2\Phi}{d\omega dS} = \frac{1}{\cos\theta}\frac{dI}{dS} = \frac{1}{\cos\theta}\frac{dE}{d\omega}$
Облученность, Вт · м$^{-2}$	$E_e = d\Phi_e/dS_2$	Освещенность, лк	$E = d\Phi/d\omega$
Энергетическая экспозиция, Дж·м$^{-2}$	$H_e = \int_{t_1}^{t_2} E_e(t)\, dt$	Световая экспозиция, лк·с	$\Theta = \int_0^t I(t)\, dt$

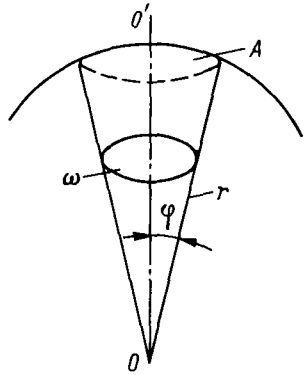


Рис 2 5 К олределению телесного угла

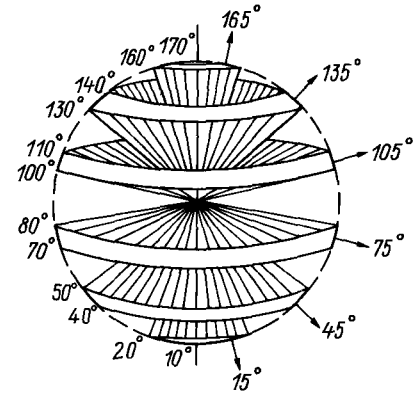


Рис 2 6 Зональные телесные углы (для десятиградусных зон)

он излучается (кандела × стерадиан). Единица — люмен (лм).

Телесный угол (ω) — часть пространства, заключенная внутри конической поверхности (рис. 2.5). Измеряется отношением площади (A), вырезаемой нм из сферы пронзвольного раднуса, к квадрату последнего. Единица — стерадиан (ср). Телесный угол, равный одному стерадиану, вырезает на поверхности сферы участок, площадь которого равна площади квадрата, построенного на радиусе сферы:

$$\omega = A / r^2 = 1 \text{ ср}. \qquad (2.1)$$

Полный телесный угол (ω_{max}) равен отношению площади поверхностн сферы (A_c) к квадрату радиуса, опнсывающего эту сферу:

$$\omega_{max} = A_c / r^2 = 4\pi.$$

Зональный телесный угол — это часть пространства, огранпченная двумя коническими поверхностями с общей осью н плоскими углами α (рис. 2.6)

Плоскнй угол α и соответствующнй ему телесный угол связаны соотношением

$$\omega = 2\pi (1 - \cos \alpha). \qquad (2.2)$$

Таблица 2 2

Средние значения зональных телесных углов

Полусфера нзлучения	Меридиональный угол α, °	$\alpha_{ср}$, °	Телесный угол ω, ср
Нижняя	0—10	5	0,095
	10—20	15	0,283
	20—30	25	0,463
	30—40	35	0,628
	40—50	45	0,774
	50—60	55	0,897
	60—70	65	0,993
	70—80	75	1,058
	80—90	85	1,091
Верхняя	90—100	95	1,091
	100—110	105	1,058
	110—120	115	0,993
	120—130	125	0,897
	130—140	135	0,774
	150—160	155	0,463
	160—170	165	0,283
	170—180	175	0,095

Телесный угол, заключенный между двумя круговыми конусами, например 1 и 2, равен

$$\omega_{1\,2} = \omega_2 - \omega_1 = \\ = 2\pi (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2). \qquad (2.3)$$

В табл. 2.2 приведены расчетные средние значения телесного угла для десятиградусных зон.

Освещенность (E) — отношение светового потока (Ф) к площади поверхности, на которую он падает. Единица освещенности — люкс (лк). Один люкс — это освещенность, создаваемая равномерно распределенным световым потоком 1 лм на освещаемой поверхности площадью 1 м^2, т. е. 1 лк = 1 лм/м^2.

Освещенность поверхности не зависит от ее оптических свойств (поглощение, отражение, рассеяние света) и от направления, в котором поверхность рассматривается.

Яркость (L) — отношение силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению. Единица яркости — кандела на квадратный метр (кд/м^2).

При прочих заданных условиях яркость определяет зрительное ощущение. Зрительное ощущение зависит от яркости светящей поверхности и параметров глаза и не зависит от расстояния до источника света.

Светимость (M) — отношение светового потока к площади излучающей его поверхности, т. е. плотность светового потока на поверхности первичного или вторичного источника. Единица светимости — люмен на квадратный метр (лм/м^2).

2.3. СВЕТОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

В общем случае световой поток излучателя произвольно распределяется в пространстве. Для представления распределения силы света в пространстве пользуются понятием фотометрического тела.

Фотометрическое тело светового прибора (ГОСТ 16703—79) — область пространства, ограниченная поверхностью, являющейся геометрическим местом концов радиуса-вектора, выходящего из светового центра прибора.

Чтобы построить фотометрическое тело источника, от точечного источника в разных направлениях пространства откладывают силу излучения этого источника и через концы радиусов-векторов проводят поверхность — фотометрическое тело (рис. 2.7).

Сечение фотометрического тела меридиональной плоскостью дает меридиональную кривую силы света (КСС), изображающую зависимость $I_\alpha = f(\alpha)$, где α — угол между направлением силы света и вертикалью (рис. 2.7).

Симметрично излучающий источник (фотометрическое тело имеет ось симметрии) полностью характеризуется одной меридиональной кривой силы света (КСС, полученная сечением его фотометрического тела меридиональной плоскостью). Меридиональные КСС строятся либо в полярной, либо в прямоугольной системе координат (рис. 2.8).

Во многих случаях (например, светильники с трубчатыми лампами) фотометрическое тело имеет две плоскости симметрии: меридиональную — плоскость, проходящую через оптическую ось светового прибора, и экваториальную —

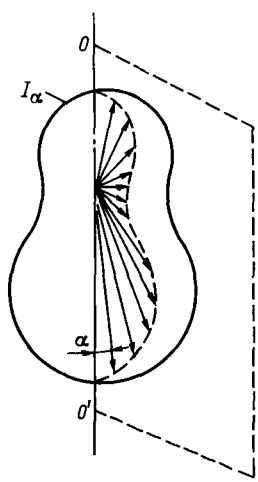


Рис. 2.7. Фотометрическое тело симметричного источника: OO' — ось симметрии, I_α — продольная кривая силы света

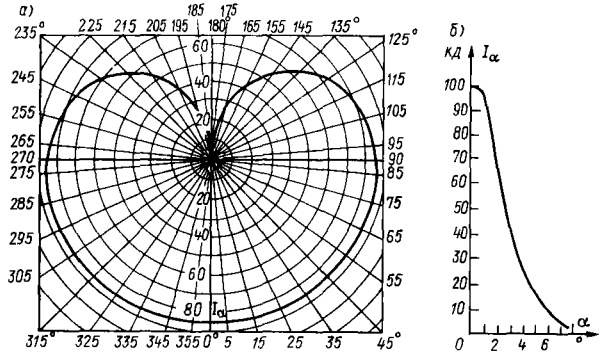


Рис 2 8 Меридиональные кривые силы света *а* — в полярной системе координат, *б* — в прямоугольной системе координат

плоскость, перпендикулярную оптической оси светового прибора, соответственно этому различаются меридиональные и экваториальные КСС.

В наиболее общем случае (отсутствие оси или плоскостей симметрии) светораспределение характеризуется многими меридиональными и экваториальными КСС, диаграммами изокандел и т д

Для примера на рис 2.9 приведено фотометрическое тело, а на рис. 2.10 — семейство меридиональных КСС несимметричного источника.

Классификация светораспределения светильников по ГОСТ 17677—82 приведена в гл 5.

При аналитических расчетах и анализах светотехнических устройств КСС источников аппроксимируют зависимостью вида

$$I_\alpha = I_0 \cos^m \alpha. \qquad (2.4)$$

При $m=0$ она соответствует равномерному светораспределению диффузного шара, при $m=1$ — косинусному светораспределению диффузного диска (такому диску эквивалентна любая вогнутая диффузная поверхность с плоским выходным отверстием)

Для диффузного полушара с несветящей горизонтальной экваториальной плоскостью

$$I_\alpha = I_0 \frac{\cos\alpha + 1}{2} \qquad (2.5)$$

Эта же формула дает экваторнальную КСС диффузного полуцилиндра.

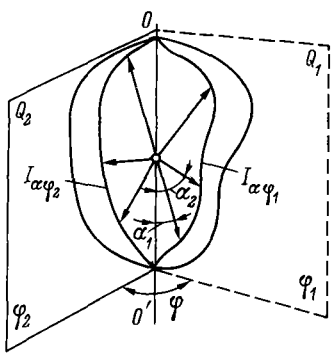


Рис 2 9 Фотометрическое тело несимметричного источника излучения

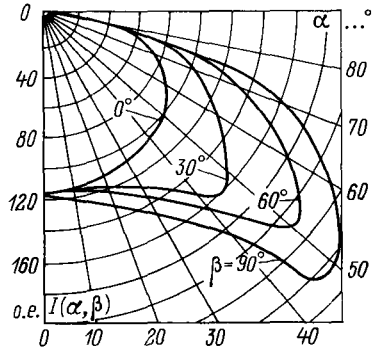


Рис 2 10 Семейство меридиональных кривых силы света несимметричного источника

Употребительна также формула

$$I_\alpha = I_0 \frac{\cos\alpha + \cos^2\alpha}{2} \qquad (2.6)$$

или практическн эквивалентная ей формула

$$I_\alpha = I_0 \cos^{1,43}\alpha. \qquad (2.7)$$

Для диффузного вертикального цилиндра с несветящими торцами

$$I_\alpha = I_{90°} \sin\alpha. \qquad (2.8)$$

2.4. СВЕТОВОЙ ПОТОК И СИЛА СВЕТА

По известному фотометрическому телу осветнтельного прибора, когда заданы его кривые силы света, световой поток в каком-лнбо зональном телесном угле (см. рнс. 2.6 н табл. 2.2) определяется зависимостью

$$\Phi_{\alpha_1-\alpha_2} = 2\pi \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} I_\alpha \sin\alpha \, d\alpha. \qquad (2.9)$$

При светораспределении, заданном аналитически, интеграл берется:

для шара с равномерным светораспределением $\Phi_{0-180} = 4\pi I_0$;

для диффузного диска $\Phi_{0-90} = \pi I_0$;

для диффузного цилиндра $\Phi_{0-90} = \pi^2 I_{90}$,

для люминесцентной лампы из-за неполной диффузности излучения $\Phi_{0-180} = 9{,}25 I_{90}$;

для диффузного полушара $\Phi_{0-180} = 2\pi I_0$,

для косинусного светораспределения (2.4)

$$\Phi_{0-90} = I_0 \frac{2\pi}{m+1}. \qquad (2.10)$$

Это выражение может быть нспользовано для определения показателя m в нижней полусфере:

$$m = \frac{2\pi I_0}{\Phi_{0-90}} - 1. \qquad (2.11)$$

Для круглоснмметричных светильников, светораспределение которых задано кривой илн таблицей, поток определяется умноженнем зональных телесных углов на силу света в направлении середины каждой из зон и суммнрованием произведений, так что

$$\Phi_{0-180} = I_5\omega_{0-10} + I_{15}\omega_{10-20} + \ldots + I_{175}\omega_{170-180}. \qquad (2.12)$$

Значения зональных телесных углов прнведены в табл. 2.2.

Определение потока светильников с трубчатыми лампами, имеющих две плоскости снмметрин, пронзводнтся в следующем порядке.

Значения снлы света в направлениях 5, 15, 25, ..., 85° относнтельно продольной плоскости α умножаются на значения телесного угла ω·

α, °	5	15	25
ω, ср	0,0303	0,0294	0,0276
α, °	35	45	55
ω, ср	0,0249	0,0215	0,0174
α, °	65	75	85
ω, ср	0,0129	0,0079	0,0027

Делением удвоенной суммы произведений на осевую силу света находится вспомогательный коэффнцнент K_f. Определяется сумма значений силы света в направлениях 5, 15, 25, ..., 85° поперечной плоскости $\sum I_\alpha$, после чего искомый поток вычисляется по формуле

$$\Phi = 2K_f \sum I_\alpha.$$

Для верхней и нижней полусфер вычисления проводятся отдельно.

При косинусном распределении в продольной плоскостн $K_f = 0{,}27$.

Если световая характеристика излучателя задана в энергетической системе единиц, то приведение потока нзлучения к световому потоку осуществляется с помощью функции $V(\lambda)$ — относительной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрення (ГОСТ 8 332—78). Из определення силы света: 1 Вт потока излучения с $\lambda = 555$ нм ($\lambda f = c$, где c — скорость света в вакууме, для $f = 540 \cdot 10^{12}$ Гц $\lambda = 555$ нм) равен 683 лм светового потока, это соответствует $V(\lambda) = 1$. Значения относительной спектральной световой эффективностн монохроматического излучения $V(\lambda)$ приведены в табл. 2.3 (ГОСТ 8.332—78).

С учетом изложенного однородный световой поток $\Phi(\lambda)$ с длиной волны λ может быть вычислен по формуле [9]:

$$\Phi(\lambda) = 683 V(\lambda) \Phi_e(\lambda), \qquad (2.13)$$

где Φ_e — поток излучения.

Таблица 2 3

Относительная спектральная световая эффективность монохроматического излучения для дневного зрения $V(\lambda)$ и ночного зрения $V'(\lambda)$

Длина волны λ, нм	$V(\lambda)$	$V'(\lambda)$	Длина волны λ, нм	$V(\lambda)$	$V'(\lambda)$
380	0,0000	0,000589	590	0,757	0,0655
390	0,0001	0,002209	600	0,631	0,03315
400	0,0004	0,00929	610	0,503	0,01593
410	0,0012	0,03484	620	0,381	0,00737
420	0,0040	0,0966	630	0,265	0,003335
430	0,0116	0,1998	640	0,175	0,001497
440	0,023	0,3281	650	0,107	0,000677
450	0,038	0,455	660	0,061	0,0003129
460	0,060	0,567	670	0,032	0,0001480
470	0,091	0,676	680	0,017	0,0000715
480	0,139	0,793	690	0,0082	0,00003533
490	0,208	0,904	700	0,0041	0,00001780
500	0,323	0,982	710	0,0021	0,00000914
510	0,503	0,997	720	0,00105	0,00000478
520	0,710	0,935	730	0,00052	0,000002546
530	0,862	0,811	740	0,00025	0,000001379
540	0,954	0,650	750	0,00012	0,000000760
550	0,995	0,481	760	0,00006	0,000000425
560	0,995	0,3288	770	0,00003	0,000000241
570	0,952	0,2076	780	0,000015	0,000000139
580	0,870	0,1212			

Световой поток источника с линейчатым спектром

$$\Phi = 683 \sum_{i=1}^{n} \Phi_e(\lambda_i)\, V(\lambda_i), \qquad (2.14)$$

где $\Phi_e(\lambda_i)$ — поток излучения i-й линии; n — число линий; $V(\lambda_i)$ — относительная спектральная световая эффективность для длины волны λ_i.

Для источника со сплошным спектром

$$\Phi = 683 \int_{\lambda=380\text{ нм}}^{\lambda=780\text{ нм}} \Phi_{e\lambda}(\lambda)\, V(\lambda)\, d\lambda, \qquad (2.15)$$

где $\Phi_{e\lambda}(\lambda)$ — спектральное распределение спектральной плотности потока излучения (Вт/мкм).

Спектральная плотность потока излучения равна отношению среднего потока излучения $d\Phi_e$ (или другой светотехнической величины) в рассматриваемом спектральном интервале к ширине этого интервала $\Phi_{e\lambda} = d\Phi_e / d\lambda$.

Пример 2.1. Найти световой поток ртутной лампы высокого давления, имеющей линейчатый спектр и следующее распределение потока излучения:

Длина волны λ, нм	405	436
Поток излучения $\Phi_e(\lambda)$, Вт	5,2	9,1
$V(\lambda)$ по табл 2 3	0,07	0,0175
Длина волны λ, нм	546	577—579
Поток излучения $\Phi_e(\lambda)$, Вт	10,5	10,2
$V(\lambda)$ по табл 2 3	0,984	0,889

По формуле (2.14)

$$\Phi = 683 \sum_{i=1}^{n} \Phi_e(\lambda)\, V(\lambda) = 13\,300 \text{ лм}.$$

В общем случае при произвольном спектральном распределении источника от энергетических величин к световым переходят графоаналитически.

Пример 2.2. Пусть дан поток излучения с распределением его спектральной плотности по длине волны (рис. 2.11).

Элементарный поток излучения в районе λ_i (Вт) $d\Phi_e = \Phi_{e\lambda}(\lambda)\, d\lambda$; световой поток (лм) $d\Phi = \Phi_{e\lambda}(\lambda)\, K(\lambda)\, d\lambda$. Интегрированием последнего выражения получаем формулу связи:

$$\Phi = \int_{0,38}^{0,78} \Phi_{e\lambda}(\lambda)\, K(\lambda)\, d\lambda =$$

$$= K_m \int_{0\,38}^{0,78} \Phi_{e\lambda}(\lambda)\, V(\lambda)\, d\lambda = K_m \Phi_{э\,г},$$

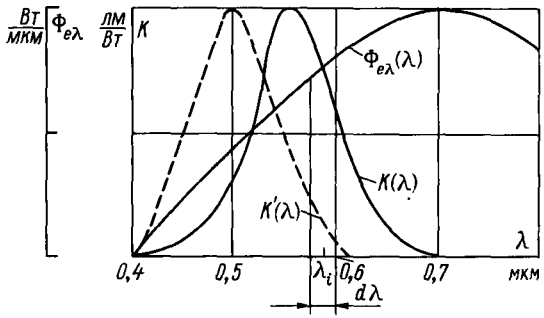


Рис 2 11 Переход от энергетических единиц к световым

где $\Phi_{э\,г}$ — эффективный поток излучения для газа от данного источника.

Учитывая, что поток излучения $\Phi_e = \int_0^\infty \Phi_{e\lambda}(\lambda)\,d\lambda$, можно найтн

$$\frac{\Phi}{\Phi_e} = K_m \frac{\int_{0,38}^{0,78} \Phi_{e\lambda}(\lambda)\,V(\lambda)\,d\lambda}{\int_0^\infty \Phi_{e\lambda}(\lambda)\,d\lambda} = K_m \frac{\int_{0,38}^{0,78} \Phi_{e\lambda}(\lambda)\,V(\lambda)\,d\lambda}{\int_0^\infty \Phi_{e\lambda}(\lambda)\,d\lambda} = K_m \varkappa_г,$$

где отношение интегралов называют КПД глаза или коэффициентом нсполь-зования глазом излучения данного источника ($\varkappa_г$), который показывает, какую долю в общем потоке излучения составляет световой поток; $\varphi_{e\lambda}(\lambda) = \Phi_{e\lambda}(\lambda)/\Phi_{e\lambda_{max}}$ — относительное распределение спектральной плотностн потока нзлучения; $\Phi_{e\lambda_{max}}$ — максимальиая спектральная плотность потока излучения, $K_m V(\lambda)$ — спектральная световая эффективность монохроматического излучения для дневного зрения, $K_m = 680$ лм/Вт для $\lambda = 555$ нм, а $V(\lambda) = 1$.

Если для данного нсточника $\varkappa_г$ нет в литературе, то его определяют после построения кривых $\varphi_{e\lambda}(\lambda)$ и $\varphi_{e\lambda}(\lambda)\,V(\lambda)$; отношение площади под крнвой $\varphi_{e\lambda}(\lambda)\,V(\lambda)$ к площади под крнвой $\varphi_{e\lambda}(\lambda)$ и будет $\varkappa_г$.

Из приведенного прнмера можно сделать вывод, что перевод любой величины из энергетической системы в световую можно осуществить по формулам: $\Phi = 680\Phi_e\varkappa_г$; $L = 680L_e\varkappa_г$; $E = 680E_e\varkappa_г$.

2.5. ОСВЕЩЕННОСТЬ И СИЛА СВЕТА

В общем случае освещенность точки рабочей поверхностн точечным источником (в люксах)

$$E = \frac{I\cos\alpha}{r^2}, \qquad (2.16)$$

где I — сила света по направлению к точке, кд; α — угол между нормалью к рабочей поверхности, которой принадлежнт точка, и лучом; r — расстояние от источника до точкн, м.

Для точкн A (рис. 2.12), расположенной в горизонтальной плоскости, формула (2.16) может быть представлена в внде

$$E_г = \frac{I_\alpha \cos^3\lambda}{h^2 K} = \frac{I_\alpha h}{r^3 K} = \frac{I_\alpha \cos\alpha \sin^2\alpha}{d^2 K}, \qquad (2.17)$$

где K — коэффициент запаса (см. табл. 3 в СНнП II-4-79).

Пример 2.3. Точечный источник, имеющий КСС типа изображенной на рнс. 2.8, подвешен на высоте $h = 3$ м от расчетной поверхности; ось симметрии фотометрического тела совпадает с вертикалью. Определить освещенность горизонтальной поверхности на расстоянии $d = 3$ м от осн симметрии источника.

Ре ш е н и е. При $d/h = 1$ $\alpha = 45°$; по КСС $I_{\alpha=45°} = 82$ кд;

$$E_г = \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{h^2} = \frac{82 \cdot 0{,}353}{9} = 3{,}2 \text{ лк}.$$

Если сила света I_α задана для светового потока $\Phi = 1000$ лм, формула (2.17) имеет вид

$$E_г = \frac{\Phi_р}{1000} \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{h^2 K}, \qquad (2.18)$$

где $\Phi_р$ — расчетный световой поток источника света, лм (световой поток лампы, принятой в расчете).

В табл. 2.4 приведены тригонометрические функции, необходимые для вычисления освещенности.

Освещенность точек негоризонтальных поверхностей часто определяется умножением горизонтальной освещенности на коэффициент ψ (см. гл. 7). Коэффициент ψ равен отношению кратчай-

Таблица 2.4

Тригонометрические функции

α°	sin α	cos α	$\cos^2\alpha$	$\cos^3\alpha$	tg α	α°	sin α	cos α	$\cos^2\alpha$	$\cos^3\alpha$	tg α
0	0,0	1,000	1,000	1,000	0,0	46	0,719	0,696	0,483	0,335	1,035
1	0,0175	1,000	1,000	1,000	0,0174	47	0,731	0,682	0,465	0,317	1,072
2	0,0349	0,999	0,999	0,998	0,0349	48	0,743	0,669	0,448	0,300	1,110
3	0,0523	0,999	0,997	0,996	0,0524	49	0,755	0,656	0,430	0,282	1,150
4	0,0698	0,998	0,995	0,993	0,0699	50	0,766	0,643	0,413	0,266	1,191
5	0,0872	0,996	0,992	0,989	0,0874	51	0,777	0,629	0,396	0,249	1,234
6	0,105	0,995	0,989	0,984	0,1051	52	0,788	0,616	0,379	0,233	1,279
7	0,122	0,993	0,985	0,978	0,1227	53	0,799	0,602	0,362	0,218	1,327
8	0,139	0,990	0,981	0,971	0,1405	54	0,809	0,588	0,3345	0,203	1,376
9	0,156	0,988	0,976	0,964	0,1583	55	0,919	0,574	0,329	0,189	1,428
10	0,174	0,985	0,970	0,955	0,1763	56	0,829	0,559	0,313	0,175	1,482
11	0,191	0,982	0,964	0,946	0,1943	57	0,839	0,545	0,297	0,162	1,539
12	0,208	0,978	0,957	0,936	0,2125	58	0,848	0,530	0,281	0,149	1,600
13	0,225	0,974	0,949	0,925	0,2308	59	0,857	0,515	0,265	0,137	1,664
14	0,242	0,970	0,941	0,913	0,2493	60	0,866	0,500	0,250	0,125	1,732
15	0,259	0,966	0,933	0,901	0,2679	61	0,875	0,485	0,235	0,114	1,804
16	0,276	0,961	0,924	0,888	0,2867	62	0,883	0,470	0,220	0,103	1,880
17	0,292	0,958	0,915	0,875	0,3057	63	0,891	0,454	0,206	0,0936	1,962
18	0,309	0,951	0,905	0,860	0,3249	64	0,899	0,438	0,192	0,0842	2,050
19	0,326	0,946	0,894	0,845	0,3443	65	0,906	0,423	0,179	0,0755	2,144
20	0,342	0,940	0,883	0,830	0,3639	66	0,914	0,407	0,165	0,0673	2,246
21	0,358	0,934	0,872	0,814	0,3838	67	0,921	0,391	0,153	0,0597	2,355
22	0,375	0,927	0,860	0,797	0,4040	68	0,927	0,375	0,140	0,0526	2,475
23	0,391	0,921	0,847	0,780	0,4244	69	0,934	0,358	0,128	0,0460	2,605
24	0,407	0,914	0,835	0,762	0,4452	70	0,940	0,342	0,117	0,0400	2,747
25	0,423	0,906	0,821	0,744	0,4663	71	0,946	0,326	0,106	0,0347	2,904
26	0,438	0,899	0,808	0,726	0,4877	72	0,951	0,309	0,0955	0,0295	3,077
27	0,454	0,891	0,794	0,707	0,5095	73	0,956	0,292	0,0855	0,0250	3,270
28	0,470	0,883	0,780	0,688	0,5317	74	0,961	0,276	0,0762	0,0211	3,487
29	0,485	0,875	0,765	0,669	0,5543	75	0,966	0,259	0,0670	0,0173	3,732
30	0,500	0,866	0,750	0,650	0,5773	76	0,970	0,242	0,0585	0,0142	4,010
31	0,515	0,857	0,735	0,630	0,6008	77	0,974	0,225	0,0506	0,0114	4,331
32	0,530	0,848	0,719	0,610	0,6248	78	0,978	0,208	0,0432	0,0090	4,704
33	0,545	0,839	0,703	0,590	0,6494	79	0,982	0,191	0,0364	0,0070	5,144
34	0,559	0,829	0,687	0,570	0,6745	80	0,985	0,174	0,0302	0,0052	5,671
35	0,574	0,819	0,671	0,550	0,7002	81	0,988	0,156	0,0245	0,0038	6,313
36	0,588	0,809	0,655	0,530	0,7265	82	0,990	0,139	0,0194	0,0027	7,115
37	0,602	0,799	0,638	0,509	0,7535	83	0,993	0,122	0,0149	0,0018	8,144
38	0,616	0,788	0,621	0,489	0,7812	84	0,995	0,105	0,0109	0,0011	9,514
39	0,629	0,777	0,604	0,469	0,8097	85	0,996	0,0872	0,0076	0,0007	11,430
40	0,643	0,766	0,587	0,450	0,8397	86	0,9976	0,0698	0,0048	0,0003	14,300
41	0,656	0,755	0,570	0,430	0,8692	87	0,9986	0,0523	0,0027	0,0001	19,080
42	0,669	0,743	0,552	0,410	0,9004	88	0,9993	0,0349	0,0012	0,0000	28,630
43	0,682	0,731	0,535	0,391	0,9325	89	0,9998	0,0175	0,0006	0,0000	57,280
44	0,695	0,719	0,517	0,372	0,9656	90	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	—
45	0,707	0,707	0,500	0,354	1,000						

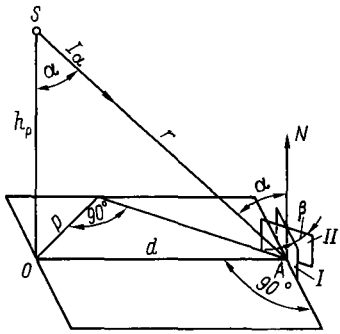


Рис 2 12 Освещенность точки

шего расстояния источника от данной освещаемой поверхности к его высоте над проведенной через данную точку горизонтальной поверхностью.

Для вертикальной плоскостн $\psi = \operatorname{tg}\alpha$, если считать точку A (рис. 2.12) лежащей в вертикальной плоскости I (перпендикулярной OA), и $\psi = p/h$, если A лежит в вертикальной плоскостн II, под углом β к OA.

Освещенность в точке A, принадлежащей вертикальной плоскости I, той же, что и в прнмере 2.3: $E_I = E_г \operatorname{tg}\alpha = 3{,}2 \cdot 1 = 3{,}2$ лк. Для точкн A, принадлежащей вертикальной плоскости II, расположенной под углом β к OA, $E_{II} = E_г \dfrac{|OA| \operatorname{tg}\beta}{h}$; пусть $\beta = 10°$; $\operatorname{tg} 10° = 0{,}176$,

$$E_{II} = 3{,}2 \frac{3 \cdot 0{,}176}{3} = 0{,}56 \text{ лк}.$$

Пример 2.4. Определить горизонтальную и вертикальную освещенность от светильннка НКУ01 в точке A, расположенной на расстоянии 12 м от проекции светильника на горизонтальную плоскость. Высота подвеса светильника $h = 7$ м, расстояние $p = 11$ м.

Р е ш е н и е. Определяется угол α:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{12}{7} = 1{,}71, \quad \alpha = 59{,}7°.$$

По КСС НКУ01 (см. рис. 9.20) для $\alpha = 59{,}7°$ сила света $I_\alpha = 115$ кд при световом потоке $\Phi = 1000$ лм.

Для лампы ДРЛ250(10) световой поток $\Phi = 13\,000$ лм.

По формуле (2.18) рассчитывается горизонтальная освещенность

$$E_г = \frac{13\,000}{1000} \frac{115 \cdot 0{,}128}{7^2 \cdot 1{,}5} = 2{,}54 \text{ лк}.$$

Вертикальная освещенность в точке A

$$E_в = E_г \frac{p}{h} = \frac{11}{7} \cdot 2{,}54 = 4 \text{ лк}$$

Пример 2.5. Определить горизонтальную освещенность от светнльннка ЖКУ01-250 на краю площадки в точке A (см. рис. 2.12).

Р е ш е н н е. Определяются углы α и β в направленнн расчетной точки A:

$$\operatorname{tg}\beta = 10/6 = 1{,}66; \quad \beta = 59°;$$

$$d = \frac{l}{\sin\beta} = \frac{10}{\sin 59°} = \frac{10}{0{,}857} =$$

$$= 11{,}7 \text{ м};$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{d}{h} = \frac{11{,}7}{6{,}5} = 1{,}8; \quad \alpha = 61°.$$

По кривым силы света светильннка ЖКУ01-250 (см. рис. 9.4) для $\alpha = 61°$ и $\beta = 59°$ $I_\alpha = 165$ кд. Световой поток для лампы ДРЛ250(10) $\Phi_р = 13\,000$ лм По формуле (2.18) рассчитывается горизонтальная освещенность

$$E_A = \frac{13\,000}{1000} \cdot \frac{165 \cdot 0{,}114}{6{,}5^2 \cdot 1{,}5} = 3{,}85 \text{ лк}.$$

Прн неизменном h с возрастанием d обычно E монотонно убывает. Характер убывання определяется формой КСС $I_\alpha = f(\alpha)$

Еслн с увеличением α происходнт нозрастание I_α, то в пределах определенных значений d можно получить постоянную нлн даже возрастающую с увелнчением d освещенность.

При неизменном d кривая $E = f(h)$ во всех реальных случаях имеет максимум, определяющий нанвыгоднейшую высоту, которая прн косинусном светораспределении равна d, а при равномерном равна $d/\sqrt{2}$.

Глава третья

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

3.1. ВЫБОР ОСВЕЩЕННОСТИ

Функционально искусственное освещение подразделяют на следующие виды: аварийное, эвакуационное, охранное, дежурное, переносное (временное местное освещение) и рабочее [2].

Наименьшая освещенность рабочих поверхностей в производственных помещениях и территорий предприятия, требующих обслуживания при аварийном режиме, должна составлять 5 % освещенности, нормируемой для рабочего освещения при системе общего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территорий предприятия. При соответствующем обосновании допускается освещенность внутри зданий более 30 лк при РЛ и более 10 лк при ЛН.

Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов (или на земле), а также на ступенях лестниц: в помещениях — 0,5 лк, а на открытых территориях — 0,2 лк.

При охранном освещении освещенность должна быть 0,5 лк на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне 0,5 м от земли на вертикальной плоскости (с соответствующей стороны).

Для дежурного освещения освещенность не нормируется. Однако в ряде случаев оно должно обеспечивать условия для общего осмотра помещения пожарной или военизированной охраной в нерабочее время.

Рабочее освещение предусматривают для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. В общем случае нормирование рабочего освещения — это установление норм и правил выполнения осветительной установки, обеспечивающей в процессе эксплуатации требуемые количественные и качественные показатели ОУ. В качестве основной регламентируемой количественной характеристики принята освещенность рабочей поверхности, так как освещенность нетрудно рассчитать и проконтролировать люксметрами.

В отечественной практике нормирование освещенности осуществляют по двум направлениям: путем разработки общих норм для всех производственных помещений по обобщенным характеристикам зрительных работ или путем установления нормируемой освещенности для конкретного цеха, участка либо производственной операции. В соответствии с этим разработаны общесоюзные нормы освещения (СНиП II-4-79) и нормы по конкретным отраслям промышленности. В обоих случаях регламентируется минимальная освещенность на рабочих или на условных рабочих поверхностях (на наиболее темном их участке), т. е. на поверхностях, на которых или на фоне которых расположены объекты различения (рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, который требуется различать в процессе работы). Под рабочей поверхностью понимают поверхность, на которой производится работа и нормируется или измеряется освещенность, а под условной рабочей — горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола или площадки, на которых находятся рабочие места.

Освещенность при рабочем освещении в соответствии со СНиП II-4-79 (табл. 3 1) нормируется в зависимости от наименьшего размера объекта различения, разряда и подразряда зрительной работы, фона и контраста объекта различения с фоном Следует отметить, что принято раздельное нормирование освещенности в зависимости от применяемых источников света и системы освещения. Для РЛ нормы освещенности выше, чем для ЛН, из-за большей светоотдачи

Таблица 3 1

Нормируемые значения освещенности при искусственном освещении производственных помещений

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Фон	Освещенность, лк	
						при комбинированном освещении	при общем освещении
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000*	—
			б	Малый Средний	Средний Темный	4000*	1250
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500*	750
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1500	400
Очень высокой точности	Свыше 0,15 до 0,3	II	а	Малый	Темный	4000*	—
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000*	750
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000*	500
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1000	300
Высокой точности	Свыше 0,3 до 0,5	III	а	Малый	Темный	2000	500
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000	300
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750	300
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	400	200
Средней точности	Свыше 0,5 до 1	IV	а	Малый	Темный	750	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	300	150
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	а	Малый	Темный	300	200
			б	Малый Средний	Средний Темный	200	150
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	—	150

Окончание табл 3 1

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Фон	Освещенность, лк	
						при комбинированном освещении	при общем освещении
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	—	100
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	—	Независимо от фона и контраста объекта с фоном		—	150
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	—			—	200
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное	—	VIII	а			—	75
периодическое при постоянном пребывании людей в помещении			б			—	50
периодическое при периодическом пребывании людей в помещении			в			—	30
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г			—	20

* Для зрительных работ с трехмерными объектами различения при проектировании местного освещения освещенность следует снижать на одну ступень шкалы освещенностей

Примечания 1. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего При увеличении этого расстояния разряд зрительной работы следует скорректировать

2 Освещенность при использовании ламп накаливания следует снижать по шкале освещенности

а) на одну ступень при системе комбинированного освещения, если нормируемая освещенность составляет 750 лк и более,

б) на одну ступень при системе общего освещения для разрядов I — V, VII, при этом освещенность от ламп накаливания не должна превышать 300 лк,

в) на две ступени при системе общего освещения для разрядов VI и VIII

3 Освещенность для системы комбинированного освещения является суммой освещенности от общего и местного освещения.

4 Освещенность при работах со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее следует выбирать в соответствии с размером объекта различения и относить их к подразделу «в»

Таблица 3 2

Нормы освещенности некоторых помещений и производственных участков

Помещения и производственные участки	Плоскость нормирования освещенности и ее высота над полом, м	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк	
			при комбинированном освещении	при общем освещении
Предприятия по обслуживанию автомобилей				
1 Мойка и уборка автомобилей	Пол	VI	—	150
2 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей	Пол	Va	300	200
3 Ежедневное обслуживание автомобилей	В, на машине	VIIIa	—	75
4 Осмотровые канавы	Г, низ машины	VI	—	150*
5 Отделения моторное, агрегатное, механическое, электротехническое и приборов питания	Г, 0,8	IVa	750	300
6 Кузнечное, сварочно-жестяницкое и медницкое отделения	Г, 0,8	IVб	500	200
7 Столярное и обойное отделения	Г, 0,8	Va	300	200
8 Ремонт и монтаж шин	Г, 0,8	Va	300	200
9 Помещения для хранения автомобилей	Пол	VIIIб	—	20**
10 Открытые площадки для хранения автомобилей	Пол	—	—	5
Склады				
11 Склады громоздких предметов и сыпучих материалов (песка, леса, цемента и т п)	Пол	—	—	20**
12 Материальные, инструментальные и прочие склады	Пол	VIIIa	—	75
13 Склады емкостей химических и легковоспламеняющихся жидкостей (кислот, щелочей, лаков, красок и т п)				
а) с розливом на складе	Пол	VIIIa	—	30**
б) без розлива на складе	Пол	VIIIб	—	20**
Котельные				
14 Помещения котлов				
а) площадки обслуживания котлов	В, на топках, питателях	VI	—	100***
б) площадки и лестницы котлов и экономайзеров, проходы за котлами	Пол	—	—	10**
15 Помещения дымососов, вентиляторов, бункерное отделение	Г, 0,8	VI	—	100***
16 Конденсационная, химводоочистка, деаэраториая, бойлерная	Пол	VI	—	100***
17 Помещения топливоподачи	Г, 0,8	VI	—	100***
18 Надбункерное помещение	Г, 0,8	VIIIб	—	20**
Электропомещения				
19 Камеры трансформаторов и реакторов	В, 1,5	VI	—	50*
20 Помещения распределительных устройств				
а) на фасаде щита при постоянном обслуживании	В, 1,5, на панели	IVг	—	150*

Окончание табл 3 2

Помещения и производственные участки	Плоскость нормирования освещенности и ее высота над полом, м	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк	
			при комбинированном освещении	при общем освещении
б) то же, при периодическом обслуживании	В, 1,5, на панели	IVг	—	100*, 100***
в) задняя сторона щита	То же	VI	—	100*, 100***
21 Помещения статических конденсаторов	В, на конденсаторах	IVг	—	100***
22 Помещения для аккумуляторов	Г, 0,5	VI	—	50***
23 Ремонт аккумуляторов	Г, 0,8	IVб	500	200
24 Электрощитовые в жилых и общественных зданиях	В, 1,5	VI	—	50*, 50**, 50***
Помещения для электрокар и электропогрузчиков				
25 Помещения для стоянки и зарядки	Пол	VI	—	50**, 50***
26 Ремонт электрокар и электропогрузчиков	Пол	IVб	500	200*
27 Электролитная и дистилляторная	Г, 0,8	VI	—	150
Помещения инженерных сетей и прочие технические помещения				
28 Помещения для вентиляционного оборудования (кроме кондиционеров)	Г, 0,8	VIIIб	—	20*, 20**
29 Помещения для кондиционеров, насосов, тепловые пункты	Г, 0,8	VIIIа	—	75*
30 Машинные залы насосных, компрессорные, воздуходувки				
а) с постоянным дежурством персонала	Г, 0,8	VI	—	150*
б) без постоянного дежурства персонала	Г, 0,8	VI	—	100*, 100***
31 Помещения для инженерных сетей	Пол	—	—	20**
Шкалы измерительных приборов				
32 Светлые шкалы больших и малых размеров	В, на приборах	IVг	300	150
33 То же, темные шкалы	То же	IVв	400	200
34 Шкалы малых размеров	» »	IIIв	750	300
Галереи и тоннели				
35 Шинопроводов и транспортеров	Пол	VIIIв	—	20*, 20****
36 Кабельные, теплофикационные, масляные, пульповодов, водопроводные	Пол	VIIIв	—	10**

* Для переносного освещения следует предусмотреть штепсельные розетки
** Освещенность приведена для ламп накаливания
*** Освещенность понижена согласно п 4 6 СНиП II-4-79
**** Освещенность повышена согласно п 4 5б СНиП II-4-79
Примечание В — вертикальная плоскость, Г — горизонтальная плоскость

этих ламп. Система комбинированного освещения как более эффективная имеет нормы освещенности выше, чем для общего освещения.

При определении норм освещенности следует также учитывать ряд условий, вызывающих необходимость повышения или снижения уровня освещенности, выбранного по точности зрительной работы Нормированные значения освещенности в люксах, отличающиеся на одну ступень, следует принимать по шкале. 0,2, 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 5; 7; 10, 20; 30; 50, 75, 100, 150, 200; 300; 400, 500, 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000, 2500; 3000, 3500; 4000, 4500; 5000

Рекомендуемые нормы освещенности некоторых помещений и производственных участков в соответствии со СНиП II-4-79 приведены в табл 3.2.

Таблица 33

Нормы освещенности на распространенные технологические операции

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбинированной	общей
Общепромышленные производства			
Обработка и приготовление материалов			
1 Обработка сырья и материалов, приготовление электролита, клеев, лаков и т д (элеваторы, сушилки, мельницы, смесители, вальцы, сита, бегуны и т д)			
а) для работы	VIIIа	—	75
б) для наладки и ремонта оборудования	IVб	—	200
Литейные цехи			
2 Подготовка шихты, смесеприготовительное, смесеподготовительное отделения	VI	—	150
3 Изготовление форм и стержней			
а) I класса точности	IIб	3000	750
б) II и III классов точности	IIIб	1000	300
4 Сушка стержней	IVб	—	200
5 Сборка опок, вторичная обрубка и очистка литья	IIIб	1000	300*
6 Плавильно-заливочное отделение	VII	—	200
7 Первичная обрубка и очистка литья	Va	—	200
Кузнечные цехи			
8 Механические гильотинные ножницы, дисковые пилы	Vб	—	200**
9 Ковочное отделение	VII	—	200
Холодно-штамповочные цехи			
10 Прессы холодной штамповки, гибочные машины	Va	—	200
Термические цехи			
11 Освещенности по цеху	—	—	200
12 Печи для разогрева деталей	VII	—	200
13 Закалка током высокой частоты	VI	—	150
14 ОТК	IIв	2000	—
Цехи металлопокрытий			
15 Автоматические линии металлопокрытия, ванны (травление, мойка, металлопокрытие)	IVб	—	300***
16 Контроль качества покрытия	IIв	2000	—
17 Полировальные станки	IIв	1500****	200
Механические и инструментальные цехи			
18 Общая освещенность	—	—	300
19 Металлорежущие станки			
а) токарные, фрезерные, зубо- и резьбошлифовальные, заточные, прецизионные и т п	IIв	2000	—
б) отрезные, долбежные, станки-автоматы, автоматические линии, станки с роботами при постоянном пребывании людей	IIв	750****	—
в) станки с роботами при периодическом пребывании людей	IIв	500****	—
20 Разметочные плиты, слесарные, лекальные и граверные работы, ОТК, измерительные лаборатории	IIв	2000	—
Сварка, пайка			
21 Сварка электродуговая и газовая, грубая пайка	IIIв	750	300

Продолжение табл 33

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбинированной	общей
22 Точечная конденсаторная сварка, точная пайка	IIв	2000	500
Сборочные цехи			
23 Очень точная сборка (монтаж микросхем, микроэлементов, сборка женских наручных часов и т п)	Iб	4000	—
24 Точная сборка (мужских наручных часов, малых электрических машин и т п)	IIб	3000	750
25 Сборка средней точности (станков, светильников, больших электродвигателей и т п)	IIIб	1000	300
26 Сборка малой точности (крупных изделий из блоков, тележек вагонов, мебели и т п)	IVб	500	200
Окраска изделий при требованиях к качеству окраски			
27 Пониженных (модели, станки и т п)	IVб	500	200
28 Средних (бытовые машины и т п)	IIIб	1000	300
29 Высоких (автомобили и т п)	IIIа	2000	500
Деревообработка (столярное производство, изготовление мебели, моделей и т п)			
30 Общее освещение лесопильного отделения, столярного, окончательной обработки древесных плит	—	—	200
31 Станки круглопильные, стружечные, слесарные установки, прессование и обрезка древесных плит	IVб	—	200
32 Общее освещение отделений сушки шпона, сортировки пиломатериалов, изготовления стружки	—	—	150
33 Общее освещение модельных цехов, отделений раскроя, реброклеивания, механических, обойки и монтажа мебели, окрашивания, лакировки и т п	—	—	300
34 Станки кромкофуговальные, реброклеивающие, деревообрабатывающие, верстаки, раскрой и пошив тканей, окончательная обработка и отделка древесных плит	IIIв	750	300
35 Станки шлифовальные, ленточные, кромкошлифовальные, полировальные	IIIб	1000	—
36 Линия шлифовки и полировки	IIIа	—	500
37 Ремонт, ретуширование и контроль	IIIа	2000	—
38 Производство моделей	IIв	2000	500
39 Изготовление деревянной тары	IVв	400	200
Производство резиновых технических изделий			
40 Разогрев и листование резиновой смеси на вальцах	Va	300	200
41 Вулканизация резиновых изделий	Va	200	150
42 Работа на каландрах	IVб	500	200
43 Раскрой кордюй ткани на станках	IVв	400	300*
Механическая обрезка рукавов			
44 Раскрой резины на полосы, сборка рукавов, стыковка полос, изготовление браслетов, сборка шин, комплектация покрышек камерами	Va	300	200
45 Оплетение и навивка нитей Наложение на рукава свинцовой оболочки	IVв	400	200
46 Изготовление ремней и транспортных лент	IVб	500	200
47. Участок обработки гуммированных изделий (обточка, шлифовка и контроль качества поверхности)	IVа	750	300
48 Экструзия и коагуляция нитей из латекса, вулканизация нитей, разработка и упаковка готовой продукции	IVб	500	200

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбинированной	общей
49 Производство губчатых изделий и гобеленовых ковров, изготовление камерных рукавов, механическая стыковка камер	Vб	—	150
50 Настил, разметка и раскрой ткани и деталей при пронзводстве резиновой обуви	IIIа	—	500
51 Раскрой деталей резиновой обуви, вставка фурнитуры, лакирование	IVб	500	200
52 Контроль обрезиненного корда, раскрой корда	IIIа	2000	500
Производство пластмасс			
53 Изготовление и обработка пластмасс			
а) темных	IVа	750	300
б) светлых	IVв	400	200
Ремонтно-механические цехи			
54 Освещенность по цеху	—	—	400
55 Кузнечный участок (нагревательные печи, горны, ковочные молоты, наковальни)		См п 9	
56 Заготовительно-разрезной участок (гильотины, механические пилы)		См п 8	
57 Металлообрабатывающие станки и станки электроискровой обработки металла		См п 19	
58 Сборка оборудования	IIIб	—	300
Электроремонтные цехи			
59 Освещенность по цеху	—	—	300
60 Разработка и сборка моторов, сборка щитов и панелей управления, монтажные верстаки	IIIб	1000	300
Светотехнические мастерские (ремонт и чистка светильников)			
61 Освещенность по мастерской	—	—	300
62 Станочное оборудование и монтажные столы	IIIа	750	300
63 Помещение мойки светильников	IVб	—	200
Легкая промышленность			
Трикотажное производство			
64 Машины мотальные и бобиноперемоточные	IIа	—	750****
65 Машины резиноокруточные, сновальные, основовязальные (класса 20 и выше), катонные для чулок и круглочулочные автоматы (класса 18 и выше)	Iв	—	750
66 Машины однофонтурные и двухфонтурные (класса 6 и выше), краеобметочные, круглочулочные автоматы (до 18-го класса), плоскофанговые автоматы и полуавтоматы для штучных изделий верхнего трикотажа, перчаток, беретов (класса 6 и выше)	IIв	—	500
67 Двухфонтурные машины (до 6-го класса), плоскофанговые автоматы и полуавтоматы для штучных изделий верхнего трикотажа, перчаток, беретов (до 6 го класса)	IIIа	—	400*
68 Аппараты для крашения трикотажного полотна, чулочных изделий и пряжи в бобинах	VI	—	200****
69 Браковочно-накатная машина	IIIа	2000	—
70 Машины для отделки трикотажного полотна, декантовочные, для разрезания и расправки полотна, сушильные для сушки пряжи, чулочно-носочные формировочные, аппараты для крашения пряжи в мотках	Va		300****

Продолжение табл 33

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбинированной	общей
71 Машины ворсовальная и стригальная	IVа	—	300
72 Рабочее место браковки изделий	IIIа	2000	500
Производство искусственного меха			
73 Машины чесальные, отделочные для укладки ворса щетками, стригальные	IVа	—	400*
74 Линия отделки меха, браковочные столы	IIIа	—	600*
75 Художественные мастерские и мастерские для нанесения рисунка на шаблоны	IIв	—	500
76 Тумблерная машина для отделки меха	Va	—	200
Производство искусственных кож и пленочных материалов			
77 Общее освещение подготовительных участков	—	—	150
78 Краскотерки, вальцы разогревательные, питательные и др	Vб	—	200**
79 Мешалки планетные и бегуны	Va	—	200
80 Швейные и обметочные машины	IIIб	1000	—
81 Участки нанесения покрытий			
а) общее освещение по участкам	—	—	150
б) пастонаносные устройства	Vб	200	—
в) крашение	Va	300	—
82 Освещение участка нанесения каучукового покрытия на искусственную кожу и технические ткани	—	—	200
83 Нанесение покрытий и тиснильный узел	Va	300	—
84 Освещение участка нанесения поливинилхлоридного покрытия на искусственную кожу и технические ткани на тканевой или трикотажной основе	—	—	300
85 Тиснильные и отделочные узлы агрегатов покрытия	IVа	1000*	—
86 Освещение участков производства синтетической кожи с полиуретановым покрытием			
а) подготовка основы и сортировка готовой продукции	—	—	150
б) нанесение покрытий	—	—	300
87 Иглопробивная машина и устройство для наметки и резки материала	—	—	200
88 Нанесение лицевого покрытия	IVа	750	300
89 Машины ленточная и шлифовальная	IIIг	500*	300*
90 Сортировочные столы	IVа	1000*	—
91 Освещение экструзионно-тиснильного участка производства пленочных поливинилхлоридов материалов	—	—	300
92 Отделочные узлы машин для нанесения лицевого слоя и многоцветных гравировальных печатных машин	IVб	500	—
93 Освещение участков подготовки тканей, нанесения покрытий производства плащевых тканей	—	-	200
94 Агрегат «Доуса»	Vб	200	—
95 Освещение участков производства искусственного каракуля и смушки			
а) изготовление синели	—	—	300
б) изготовление каракуля и смушки, обработка смушки	—	—	200
в) контроль и сортировка	—	—	150
96 Зона шпрендирования и самоконтроля на шпрединг-машинах	Va	300	—

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбинированной	общей
97 Зона укладки укладочной машины, сортировка каракуля и смушки	IVа	1000*	—
98 Зона ножевого вала, выхода ткани и самоконтроля	IVб	500	—
99 Ручная обработка каракуля	IVб	600*	—
100 Освещение участков производства подошвенной резины			
а) вулканизации	—	—	150
б) обработки сырья, контроля	—	—	200
в) обрезки заусениц, изготовления низа обуви	—	—	300
101 Зона вырубки деталей на штампах-полуавтоматах	—	400	—
102 Вулканизационные прессы (поверхность матриц), двоильные машины, сортировка и контроль подошвенной резины	—	750	—
103 Машины для выравнивания деталей низа обуви	IVа	1000*	—
104 Освещение участков производства обувного картона и деталей из него			
а) подготовительного	—	—	200
б) мокрого размола	—	—	150
105 Освещение участков производства многослойного картона			
а) отлива	—	—	300
б) сушки и пролежки	—	—	100
в) каландрование, контроля и сортировки	—	—	200
106 Освещение участков производства однослойного картона	—	—	150
107 Разрез полотна на листы	Vб	—	200**
108 Формовка задников			
а) рабочая зона автомата	Vб	200	—
б) зона матриц полуавтомата	Vб	—	200**
109 Зона выгрузки и контроль продукции на прессах отлива картона типа «Пашке»	Vа	—	200
110 Вырубка заготовок на прессах	IVа	500*	—
111 Шерфовка заготовок	IVб	—	300*
112 Сортировка деталей	IVа	750	300
113 Освещение участков производства пласткожи			
а) подготовки и обработки сырья	—	—	150
б) вальцовочного и сушильного	—	—	200
114 Сортировка сырья	Vа	—	200
115 Сортировка пласткож и изделий вырубки	IVа	1000*	—
116 Освещение участков производственного регенерата			
а) сырья, вальцовки, контроля и сортировки	—	—	150
б) девулканизации	—	—	200
117 Сортировка и очистка сырья, вальцы дробильные	Vа	—	200
118 Вальцы листовальные	IVа	750	—
119 Брекер-вальцы и рафинировочные, сортировка, маркировка и опудривание регенерата	IVа	1000*	—
Швейные фабрики			
120 Приготовление лекал	IIIв	—	500***
121 Столы настила и раскроя ткани, стегальные машины, ручная утюжка	IIIа	—	600*

Продолжение табл 33

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбинированной	общей
122 Работы на швейных машинах (прямострочных, челночных, специального назначения) Контроль и приемка готовой продукции	IIа	2000****	750****
123 Работа на швейных машинах (многониточных, краеобметочных, обметывания петель и пришивания пуговиц, двухигольных для вышивки)	IIб	2000****	750
124 Машины (полуавтоматы) для обработки деталей одежды, вышивальные автоматы	IIв	—	750****
125 Машины и автоматы для заполнения товарных ярлыков, склады сырья и готовых изделий	IVв	500****	—
126 Прессы, отпарочные аппараты, гладильные машины, паровоздушные манекены, стол для формирования шляп, сушильные шкафы (аппараты)	Va	—	200
Производство обуви			
127 Освещение на складах	—	—	200
128 Подбор производственных партий кож			
а) для верха обуви	IVа	750	300
б) для низа обуви	IVб	—	200
129 Освещение участков раскроя и обработки деталей низа обуви	—	—	150
130 Вырубка, сортировка и обработка деталей низа обуви, контроль качества обработанных деталей	IVб	600*	—
131 Освещение участков раскроя верха обуви и сборки заготовок обуви	—	—	300
132 Вырубка деталей верха обуви	IIIа	2000	—
133 Контроль и сортировка деталей верха обуви и сборка заготовок	IIIа	2500*	—
134 Освещение участков сборки обуви и приготовления красок	—	—	300
135 Обработка деталей	IVа	1000*	—
136 Приклеивание, крепление подошв и каблуков гвоздями или винтами, отделка верха и низа обуви	IVа	750	—
137 Участки ремонта электрооборудования и механических узлов обувных машин	IVа	750	300
138 Пришивание рантов и подошв, приготовление красок	IIIа	2000	—
139 Крепление резинового низа вулканизацией	IVа	—	300
140 Заделка дефектов и контроль качества готовой продукции	IIIа	2500*	—
Меховое производство			
141 Освещение по цеху подготовки сырья	—	—	300
142 Приемка сырья и подбор производственных партий	IIIа	2500*	—
143 Освещение сырейно-красильных цехов	—	—	200
144 Сырая разбивка на скобах	IVб	—	300*
145 Мездрение			
а) машинное	IIIб	—	300
б) ручное	IIIб	—	400*
146 Участок верхового крашения	Va	—	300*
147 Освещение по участку кожевенной ткани	—	—	100
148 Разбивка машинная и ручная	IVа	—	300
149. Освещение участка отделки волосяного покрова	—	—	300
150 Межоперационный контроль	IIIа	2500*	—
151 Глажение волосяного покрова	IVа	750	—

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбинированной	общей
152 Освещение участка изготовления меха на тканевой основе	—	—	150
153 Двоение	IVa	—	300
154 Сортировка и расценка меха	IIIa	2500*	—
155 Освещение участка меховых скроев одежды, головных уборов, воротников	—	—	300
156 Приемка полуфабрикатов	IIIa	2000	—
157 Сортировка, межоперационный контроль и контроль качества сырья	IIIa	2500*	—
158 Вырубка и раскрой меха, кожи, подкладкн, сшивание, комплектация партий	IVa	1000*	400*
159 Освещение сборочно-пошивочного отделения	—	—	300
160 Комплектация производственных партий, шитье на швейных и скорняжных машинах, ручные швейные операции	IVa	1000*	400*
161 Контроль качества изделий	IIIa	2500*	—
162 Приготовление и разварка красителей, солей, экстрактов, кислот и щелочей	Vб	—	150
163 Скорняжные лаборатории	IIIa	—	600*
Кожевенное производство			
164 Освещение отмочно зольных цехов	—	—	150
165 Сгонка шерсти, мездрение и кантовка голья, чистка	Va	—	300
166 Раскрой голья	Vб	—	200
167 Сортировка голья	IVa	750	—
168 Освещение дубильно-красильных цехов	—	—	200
169 Строгание кож на машине	IVб	—	300
170 Сортировка кож перед крашением	IIIб	1250	—
171 Освещение сушильно-отделочных цехов	—	—	300
172 Аппретирование, крашение, лощение и прессование кожи	IVa	750	300
173 Сортировка и маркировка кож	IIIa	2500*	—
174 Освещение в помещениях клееварочного производства и отделений по обработке шерсти	—	—	100
175 Отжим влаги на вальцах и центрифугах и сушка шерсти	VI	—	150
176 Сортировка шерсти и щетины	Va	—	200

* Освещенность повышена согласно п 4 5а СНиП II-4-79
** Освещенность повышена согласно п 4 5б СНиП II-4-79
*** Освещенность повышена согласно п 4 5в СНиП II-4-79
**** Освещенность снижена с целью ограничения отраженной блескости или установлена экспериментально

В табл. 3.3 приведены нормы освещенности на распространенные технологические операции наиболее массовых отраслей промышленности [5]. Следует отметить, что в них не указана плоскость нормирования освещенности и высота ее над полом. Это объясняется тем, что при одних и тех же операциях плоскости нормирования могут быть самыми различными и местоположение их относительно пола может также различаться, например шкалы приборов, места загрузки и выгрузки изделий, транспортные системы, станочные приспособления и т. д.

Для компенсации спада освещенности в процессе эксплуатации ОУ следует при ее расчете вводить коэффициент за-

Таблица 34

Значения коэффициента запаса, учитывающего снижение освещенности в процессе эксплуатации осветительной установки

Помещения и территории	Примеры помещений	Коэффициент запаса	
		разрядных ламп	ламп накаливания
1 Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне			
а) свыше 5 мг/м^3 пыли, дыма, копоти	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов	2,0	1,7
б) от 1 до 5 мг/м^3 пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сварочные, сборного железобетона	1,8	1,5
в) менее 1 мг/м^3 пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	1,5	1,3
г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также веществ, вызывающих интенсивную коррозию материалов	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохнмикатов, удобрений. Цехи гальванических покрытий и гальванопластики различных отраслей промышленности с применением электролиза	1,8	1,5
2 Производственнные помещения с особым режимом по чистоте воздуха при обслуживании светильников:			
а) с технического этажа	—	1,3	1,15
б) снизу из помещения	—	1,4	1,2
3 Помещения общественных н жилых зданий	Кабинеты и рабочие помещения общественных зданий, жилые комнаты, учебные помещения, лаборатории, читальные залы, залы совещаний, торговые залы и т. д	1,5	1,3
4 Территории·			
а) металлургических, химических, гориодобывающнх предприятий, шахт, рудиików, железнодорожиых стаиций и прилегающнх к ним улиц н дорог	—	1,5	1,4
б) промышлениых предпрнятий (кроме указанных в п. «а») и общественых здаий	—	1,5	1,3
5 Улнцы, площади, дороги, территорин жилых районов и выставок, парки, бульвары	—	1,5	1,3

Примечания. 1. Коэффициенты запаса устаиовлены с учетом числа чисток заполиений световых проемов и светильников в год. по п. 1а — 4 и 18 чисток соответственно; по пп 1б, 1г — 3 и 6; по пп. 1в, 2а — 2 н 4; по пп. 2б, 3 — 2 и 2, по п. 4а — 4 чистки светильников по пп 4б, 5 — 2 чистки светильнков.

2 Значения коэффициентов запаса следует снижать:

а) при использовании светнльиков 5—7-й эксплуатациоиых групп по п. 1а — на 0,35, по пп 1б, 1г — на 0,2, по п. 1в — на 0,1; при этом число иеобходимых чисток сокращается в три раза по п. 1а и в два раза — по пп. 1б, 1в, 1г;

б) при одиосмеиной работе по пп 1а, 1б, 1г — на 0,25, по п. 1в — на 0,1, при двухсменной работе по пп 1а, 1б, 1г — на 0,15.

При наличии одновременно двух признаков снижения коэффицнента запаса следует прииимать иаибольшее его сниженне

паса, значение которого принимают по отраслевым нормативам, а прн их отсутствии — по указаниям СНиП II-4-79 в зависимости от условий среды в освещаемом помещении и типа нспользуемого источника света.

Коэффицнент запаса предусматрнвается только для общего освещения независимо от выбранной системы освещения. В табл. 3.4 приведены значення коэффициента запаса по освещенностн для ОУ искусственного освещения.

3.2. КАЧЕСТВО ОСВЕЩЕНИЯ

СНиП II-4-79 регламентнрует следующие качественные показатели освещения.

для промышленных ОУ — показатель ослепленности, коэффициент пульсации освещенности и неравномерность распределения освещенности по рабочим поверхностям в производственных помещениях;

для помещений общественных, жилых и вспомогательных зданий — показатель дискомфорта, цилиндрической освещенности и коэффициент пульсации освещенности.

Показатель неравномерности распределения освещенности регламентирован нормами в пределах 1,5—3,0 в зависимости от точности работы и вида ОП (круглосимметричный или протяженный)

При проектировании общего освещения производственных помещений независимо от системы освещения должна быть обеспечена равномерность распределения освещенности, регламентируемая нормами, в той части помещения, где расположены рабочие места, при этом не учитывается освещенность в проходах. При выполнении работ I—V разрядов освещенность проходов и участков, где работы не производятся, должна составлять не менее 25 % освещенности, создаваемой ОП общего освещения на рабочих местах, но не менее 75 лк при РЛ и не менее 30 лк при ЛН.

Неравномерность распределения освещенности по помещению зависит от светораспределения ОП, их размещения в пространстве, определяемого относительными расстояниями между ОП. Чем концентрированнее светораспределение при одинаковом размещении ОП, тем больше неравномерность распределения освещенности. Как правило, чрезмерное увеличение или уменьшение относительного расстояния между ОП приводит к увеличению неравномерности распределения освещенности.

В ОУ с ЛЛ неравномерность распределения освещенности в основном зави-

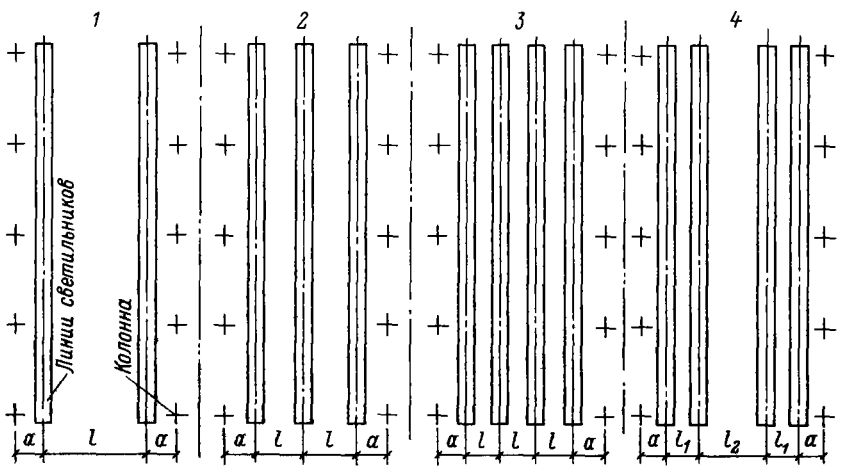


Рис 3 1 Схемы размещения линий светильников с люминесцентными лампами *1—3* — равномерное размещение линий по помещению, *4* — линии сдвинуты к стенам

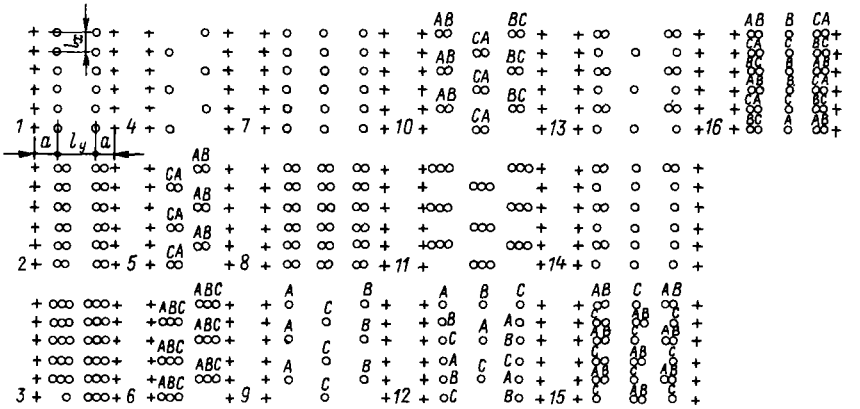


Рис 3 2 Схемы размещения светильников с разрядными лампами высокого давления (ДРЛ, МГЛ и ДНаТ)

1—6 двухрядное расположение светильников, *7—16* — трехрядное расположение светильников, «+» — колонна, ○ — светильник, *A, B, C* — фазы электрической сети

сит от относительного расстояния между ОП, т. е. от отношения расстояния между соседними ОП или их рядами к расчетной высоте подвеса ОП. ОП с ЛЛ рекомендуется устанавливать рядами (рис. 3.1), преимущественно параллельно длиниой стороне помещения или стене с окнами. Определенные преимущества имеют непрерывные ряды или ряды с небольшими разрывами между ОП.

На рис. 3.2 приведены рекомендуемые схемы двух- и трехрядного размещения ОП с РЛ высокого давления (МГЛ, ДРЛ, ДНаТ), а на рис. 3.3 — схемы четырехрядного размещения светильников и подсоединения их к фазам питающей сети.

Неравномерное размещение ОП (схема *4* рис. 3.1, схемы *12—16* рис. 3.2 и схемы *3—5* рис. 3.3) во многих случаях обеспечивает снижение неравномерности распределения освещенности до регламентируемой величины.

Коэффициент пульсации освещенности — критерий оценки глубины колебаний освещенности, создаваемой ОУ, в результате изменения во времени светового потока РЛ при питании их переменным током. Так, например, световой поток РЛ пульсирует с удвоенной частотой относительно питающего напряжения (т. е. при частоте переменного тока 50 Гц имеем 100 световых импульсов в секунду) и изменяется во времени.

Коэффициент пульсации ОУ зависит от коэффициента пульсации светового потока источника света, светораспределения ОП и их размещения в пространстве освещаемого помещения, а также от схемы включения их в сеть трехфазного электрического тока, однако коэффициент пульсации ОУ в любой точке освещаемого помещения не может быть больше коэффициента пульсации светового потока источника света, используемого в данной ОУ.

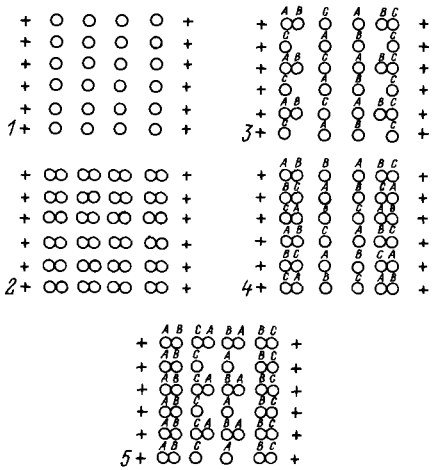


Рис 3 3 Схемы четырехрядного размещения светильников с разрядными лампами высокого давления (ДРЛ, МГЛ и ДНаТ)

«+» — колонна, ○ — светильник, *A, B, C* — фазы электрической сети

Коэффициент пульсации по данным [6] составляет для ЛЛ типа ЛБ и ЛТБ 25 %, ЛХБ — 35 %, ЛДЦ — 40 %, ЛЕ — 55 %.

Повышение концентрации светового потока ОП и увеличение относительного расстояния между ними приводит при прочих равных условиях к увеличению коэффициента пульсации. Следует отметить, что увеличение глубины пульсации сказывается отрицательно на зрительной работоспособности и повышает утомляемость работающего. Поэтому при проектировании ОУ общего и местного освещения с РЛ допустимый коэффициент пульсации ограничивают пределами от 10 до 20 %.

Для уменьшения коэффициента пульсации используют следующие способы [7]:

включают в разные фазы сети переменного тока два или три ОП, которые размещены в одной световой точке;

применяют двухламповые ОП с ЛЛ, снабженные емкостным и индуктивным балластом;

запитывают ОП с РЛ переменным током с частотой 400 Гц и выше

Наличие в поле зрения блеских источников, вызывающих слепящее действие, снижает уровень практически всех функций зрения, а следовательно, и общую зрительную работоспособность, т. е. по возможности в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость. Прямая блескость связана с источником света, а отраженная — с отражением светового потока от рабочей поверхности в направлении глаз работающего. Критерием оценки слепящего действия, создаваемого ОУ, является показатель ослепленности. При этом прямую блескость ограничивают уменьшением яркости источника света, правильным выбором защитного угла ОП, увеличением высоты его подвеса. Отраженную блескость ослабляют соответствующим выбором направления светового потока на рабочую поверхность, а также изменением угла наклона рабочей поверхности. Там, где это возможно, следует заменять блестящие поверхности матовыми.

Показатель ослепленности для промышленных ОУ должен находиться в пределах от 20 до 80 единиц.

Объекты повышеиной яркости (светильники, светящие потолки, панели и т. п.), расположенные на периферии поля зрения работающих, могут вызывать неприятные ощущения зрительного дискомфорта. Зрительный дискомфорт является начальной стадией ослепленности и оценивается показателем дискомфорта. На практике показатель дискомфорта часто определяют по специальным таблицам в зависимости от типа ОП, соотношений размеров помещения, коэффициентов отражения его потолка и стен.

Показатель дискомфорта для помещений общественных, жилых и вспомогательных зданий должен находиться в пределах от 15 (кабинеты врачей) до 90 единиц (фойе).

Цилиндрическая освещенность — характеристика насыщенности помещения светом — определяется как средняя плотность светового потока на поверхности вертикально расположенного в помещении цилиндра, радиус и высота которого стремятся к нулю. В соответствии со СНиП II-4-79 показатель цилиндрической освещенности для помещений общественных, жилых и вспомогательных зданий должен находиться в пределах от 75 до 150 лк.

Расчет качественных показателей освещенности приведен в гл. 8.

3.3. ОСОБЕННОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И СКЛАДСКИХ ЗДАНИЙ

Систему комбинированного освещения следует, как правило, применять для освещения точных и особо точных работ:

в помещениях, где производятся зрительные работы, относящиеся к разрядам I, IIа и IIб;

в помещениях, где производятся зрительные работы, относящиеся к разрядам IIв, IIг, III и IV и связанные:

а) с различением объемных объектов наблюдения для создания на них благоприятного микрораспределения яркости,

например, при сборке приборов высокой и средней точности, на операциях ОТК и тому подобных работах;

б) с работами на блестящих поверхностях металлов, стекла и других материалов, когда устройство местного освещения позволяет снизить или исключить отраженную блескость.

При этом для местного освещения должны предусматриваться светильники с непросвечивающими отражателями, имеющими защитный угол не менее 30°. Допускается применять светильники местного освещения с отражателями, имеющими защитный угол от 10 до 30°, при расположении их на рабочем месте ниже уровня глаз работающего.

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного освещения, должна составлять 10 % нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяются для местного освещения, при этом наибольшая и наименьшая освещенность должна приниматься согласно табл. 3.5 (п. 1). В помещениях без естественного света освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного освещения, тоже должна приниматься согласно табл. 3.5 (п. 2).

В цехах с полностью автоматизированными производственными процессами следует предусматривать освещение для наблюдения за работой оборудования (освещенность, создаваемая этой частью ОУ, должна составлять не более 100 лк), а также дополнительно включаемые светильники общего и местного освещения для обеспечения необходимой в соответствии с табл. 3.2 освещенности при ремонтно-наладочных работах.

Общее освещение в системе комбинированного освещения должно обеспечивать повышение равномерности распределения яркости по помещению в целом, а также освещение рабочих зон, включающих, например, органы управления станком, оборудованием. При этом регламентируемые для него освещенности могут быть повышены, т. е. составлять свыше 10 % нормируемой освещенности для системы комбинированного освещения. Обычно это предусматривают в отраслевых нормах.

Общее освещение в системе комбинированного выполняют, как правило, равномерным размещением светильников. В ряде случаев применяют также их локализованное размещение, например:

при наличии дополнительных рабочих поверхностей (пультов управления), не освещаемых светильниками местного освещения или затененных конструктивными элементами технологического оборудования (металлообрабатывающие станки, прессы и т. п.);

при наличии работ с блестящими поверхностями, когда для снижения отраженной блескости рекомендуется размещать ряды светильников в проходах между оборудованием, расположенных вдоль линии зрения работающих (сборка приборов и устройств в скафандрах, наборные цехи машинного и ручного набора в типографиях и т. п.);

Таблица 3 5

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильникамн общего освещения в системе комбинированного освещения

Помещения и разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при лампах	
	разрядных	накаливания
1 Помещения с естественным светом, все разряды работ (I—VIII)	150—300	50—100
2 Помещеиия без естественного света, разряды работ		
Iа, Iб, Iв, IIа, IIб	500	200
IIв, IIIа	400	150
Iг, IIг, IIIб, IIIв, IIIг, IV, Va, Vб	200	100

при загруженности верхних перекрытий или потолка коммуникациями (вентиляция, отопление, сжатый воздух, подвесные конвейеры и т. д.), т. е. когда равномерное размещение светильников технически невыполнимо.

Система общего освещения должна использоваться, как правило, для освещения помещений, в которых выполняют зрительные работы, относящиеся к V—VIII разрядам; при выполнении работ других разрядов, когда технически невозможно или экономически нецелесообразно устройство местного освещения, иапример, при протяженных рабочих местах (прядильные и крутильные цехи в текстильной промышленности, прокатные цехи в металлургии), а также во взрывоопасных помещениях.

Локализованное размещение светильников используют, как правило:

для освещения вертикально расположенных рабочих поверхностей;

при наличии оборудования, организованного в линии с рядами однотипно расположенных рабочих мест, с протяженными рабочими поверхностями (поточных сборок узлов и механизмов, пошива швейных, обувных изделий и т. п.);

при необходимости определенного направления светового потока для повышения видимости объектов различения, например, в прядильных, ткацких и других цехах текстильной промышленности, где линии люминесцентных светильников размещают вдоль линии зрения работающих, в намоточных цехах кабельного производства и т. п.

Во вспомогательных помещениях применяют обычно систему общего освещения с равномерным размещением светильников.

Для освещения, как правило, следует предусматривать разрядные лампы низкого (ЛЛ) и высокого (ДРЛ, МГЛ, ДНаТ, ксеноновые) давления. В случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения РЛ допускаются ЛН. Ксеноновые лампы для внутреннего освещения допускаются в виде исключения и только по согласованию с Минздравом.

Следует подбирать необходимый спектральный состав света. Это требование особенно существенно для правильной цветопередачи, а в отдельных случаях для усиления цветовых контрастов. Для создания цветовых контрастов применяют монохроматический свет, усиливающий одни цвета и ослабляющий другие.

В практике составления норм принято регламентировать освещенность применительно к статическим объектам различения простой геометрической формы и без учета факторов, осложняющих зрительную работу. Хотя известно, что производственные процессы характеризуются различной напряженностью зрительной работы. Например, при контрольных операциях, осуществляемых представителями ОТК, напряженная зрительная работа занимает практически все рабочее время, в то время как у станочника эта работа кратковременна Различение движущихся объектов требует большего напряжения зрения, чем неподвижных, а различение формы объекта сложнее, чем его простое обнаружение. То же самое относится и к поиску объекта различения в пространстве. Все указанное требует увеличения времени восприятия или повышения освещенности. В нормах это учитывают путем примечаний или специальных указаний.

Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость их различения, что в итоге сказывается на росте производительности труда. Однако имеется предел, при котором дальнейшее увеличение освещенности почти не дает эффекта, поэтому необходимо улучшать качественные характеристики освещения.

Исходя из указанного, нормы освещенности, приведенные в табл. 3.1, следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

а) при зрительных работах I—IV разряда, если они занимают более 50 % всего рабочего времени (например, визуальный контроль изделий, проборка нитей в текстильном производстве и т. п.);

б) при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы

общего освещения составляет 150 лк и менее (например, работа на дисковых пилах, гильотинных ножницах и т п.),

в) при специальных повышенных санитарных требованиях (например, на предприятиях пищевой и химико-фармацевтической промышленности), если освещениость от системы общего освещения составляет 500 лк и менее;

г) при работе или производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения составляет 300 лк и менее;

д) при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения составляет 750 лк и менее;

е) при наблюдении деталей объектов, движущихся со скоростью, равной 2,5 м/мин или большей;

ж) при поиске объектов на поверхности площадью более 0,2 м^2.

При наличии одновременно нескольких признаков, требующих повышения норм освещенности, норму следует повышать на одну ступень.

В помещениях, где выполняются работы V и VI разрядов, нормы освещенности следует снижать на одну ступень при кратковременном пребывании людей или при наличии оборудования, не требующего постоянного обслуживания.

При проектировании ОУ необходимо обеспечить равномерное распределение яркости как на рабочих поверхностях, так и в окружающем пространстве. Непосредственная регламентация допустимого соотношения яркостей в поле зрения работающего иевозможна в настоящее время из-за отсутствия инженерного метода расчета этого параметра ОУ. Поэтому для ограничения неравномерности распределения яркости в поле зрения работающего при проектировании общего освещения (независимо от системы освещения) на основании технико-экономических расчетов с учетом экономии электроэнергии следует принимать минимальную неравномерность освещенности в зоне размещения рабочих мест, при этом отношение максимальной освещенности к минимальной не должно превышать 1,3 для работ I—III разрядов при ЛЛ, 1,5 — при других источниках света и соответственно 1,5 и 2 (при ЛЛ и при других источниках света) для работ IV—VII разрядов. Кроме того, светлая окраска потолка, стен и производственного оборудования способствует равномерному распределению яркости в поле зрения.

На рабочих поверхностях должны отсутствовать резкие тени. Особенно вредны движущиеся тени. Поэтому тени необходимо смягчать, применяя, например, светнльники со светорассеивающими молочными стеклами. В механических цехах, лабораториях, в помещениях точной сборки необходимо предусматривать на окнах солнцезащитные устройства (жалюзи, козырьки, светорассеивающие панели), предотвращающие проникновение прямых солнечных лучей, которые создают на рабочих поверхностях резкие тени.

Коэффициент пульсации освещенности $K_п$ в зависимости от разряда зрительной работы и системы освещения при освещении помещений разрядными лампами, питаемыми переменным током частотой 50 Гц, не должен превышать следующих значений:

Разряд зрительной работы	I, II	III	IV—VIIIa
Значение $K_п$, %			
при общем освещении	10	15	20
при комбинированном освещении			
общем	20	20	20
местном	10	15	20

При нормировании учитывалось, что чем точнее зрительная работа, тем сильнее утомление, и поэтому для более точных работ регламентируемые значения коэффициента ниже.

При установлении допустимых значений коэффициента пульсации в пределах от 10 до 20 % исходили из следующих обстоятельств. Поскольку пульсация излучения сказывается неблагоприятно на зрительной работоспособности при любом значении коэффициента, то его нижний допустимый предел (10 %) был определен исходя из соображений его технической реализации, в то время как верхний (20 %) установлен исходя из того, что при более высоких значениях

коэффициента возможен стробоскопический эффект.

Стробоскопический эффект — явление искажения зрительного восприятия вращающихся, движущихся прямолинейно или сменяющих друг друга объектов в пульсирующем свете, возникающее при кратности частоты движения объектов и изменения светового потока во времени в ОУ, выполненных с РЛ, питаемыми переменным током

На механизированных складах и в других помещениях, где возможен стробоскопический эффект, коэффициент пульсации не должен превышать 20 %.

Допускается повышение коэффициента пульсации освещенности до 30 % в помещениях, где выполняются работы VI и VIIIа разрядов, при отсутствии в процессе работы условий для возникновения стробоскопического эффекта.

Чем выше частота тока питающей сети, тем меньше вероятность стробоскопического эффекта, поэтому при питании РЛ переменным током с частотой 400 Гц и выше коэффициент пульсации освещенности не регламентируется.

Показатель ослепленности для светильников общего освещения в помещениях (независимо от системы освещения) не должен превышать следующих значений:

Разряд зрительной работы	I, II	III, IV, V, VII	VI, VIIIа
Показатель ослепленности в помещении при пребывании людей			
постоянном	20	40	60
периодическом	—	60	80

Показатель ослепленности не ограничивается:

а) для помещений, длина которых не превышает двойной высоты установки светильников над полом;

б) для помещений высотой не более 2,5 м при выполнении работ VI и VIIIа разрядов (при временном пребывании людей независимо от разряда работ), а также для площадок, предназначенных для прохода людей или обслуживания оборудования при использовании:

светильников с лампами накаливания мощностью не более 150 Вт, лампами ДРЛ мощностью не более 250 Вт и ЛЛ суммарной мощностью не более 80 Вт, если защитный угол этих светильников не менее 15°;

светильников с рассеивателями из молочного стекла без отражателей и ЛН мощностью не более 100 Вт;

открытых ЛН мощностью не более 60 Вт в колбе из молочного стекла и ЛЛ мощностью не более 40 Вт.

Для помещений, в которых выполняются работы I—IV разрядов, следует

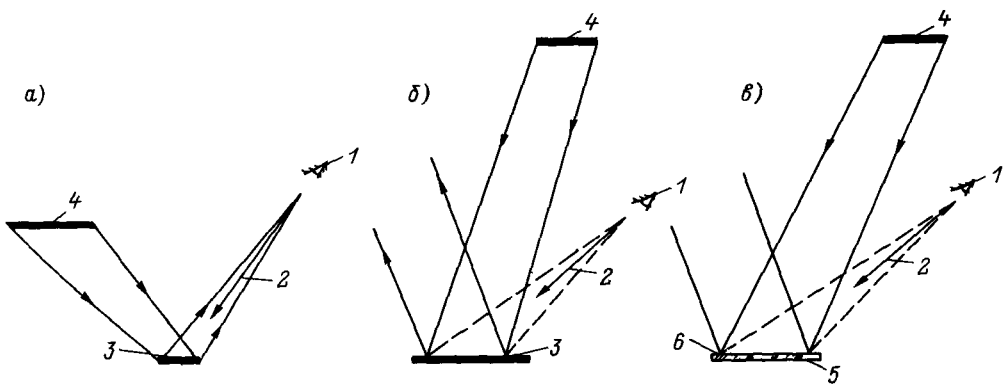


Рис 3 4 Рекомендуемые схемы взаимного расположения светильника, рабочей поверхности и работающего, обеспечивающие снижение отраженной блескости поверхностей, обладающих зеркальным и смешанным отражением

1 — глаз работающего, *2* — направление линии зрения работающего, *3* — рабочая поверхность, *4* — светящая поверхность светильника, *5* — диффузная рабочая поверхность, *6* — слой прозрачного материала

Таблица 3 б

Меры, необходимые для ограничения отраженной блескости поверхиостей, обладающих зеркальным и смешанным отражением, при выполнении работ I—IV разрядов

№ пп.	Характеристика работы	Ограничение отраженной блескости выбором.				
		источника света	светильнника	яркости светящей поверхности светильника местного освещения, (кд/м²) · 10^3	расположения светильников местного освещения относительно рабочей поверхности и работающего	соотношения между яркостью объекта различения и фоном
1	С металлическими и пластмассовыми непрозрачными поверхностями (иапример, различение царапин, рисок и других дефектов на поверхности изделий и деталей)	Люминесцентиые лампы	Перекрытый рассеивателем	2,5—4	Светящая поверхность светильиика должна зеркальио отражаться от рабочей поверхности в направлении глаз работающего (рис. 3.4, *а*)	Яркость объекта различения меньше яркостн фона
2	С темными поверхиостями пластмасс, керамики и других материалов (иапример, выявление дефектов на грампластинках или черных резииотехнических изделиях)	Лампы накаливання	Прямого света, без рассеивателя	70—100	Зеркальиое отражение светящей поверхности светильника от рабочей поверхности не должно совпадать с линией зрения работающего* (рис. 3.4, *б*)	Яркость объекта различения больше яркости фона
3	С объектами различения и рабочими поверхиостями, обладающими смешанным отражением (напрнмер, работы тушью и чтеиие текста на глянцевой бумаге)	Любой	Любой	Не нормируется	То же (рис. 3.4, *в*)	Любое
4	Различение диффузно отражающих объектов на диффузном фоне сквозь слой прозрачного материала (иапример, различение показаний измерительиых приборов, сборка изделий под прозрачными колпаками, работы с изделиями, покрытыми лаком, различение линий чертежа сквозь кальку)	Любой	Любой	Не нормируется	Зеркальное отражеиие светящей поверхности светильника от слоя прозрачного материала не должио совпадать с лииией зрения работающего (рис. 3.4, *в*)	Любое

* Рекомендуется применять зеркальные лампы местного освещения или зеркальные светильники.

предусматривать ограничение отраженной блескости рабочих поверхностей за счет мероприятий, перечень которых систематизирован в табл. 3 6.

На рис. 3 4 представлены рекомендуемые схемы взаимного расположения светильника, рабочей поверхности и работающего, обеспечивающие снижение отраженной блескости поверхностей, обладающих зеркальным и смешанным отражением.

3.4. ОСОБЕННОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ЖИЛЫХ, ОБЩЕСТВЕННЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Для освещения помещений общественных зданий предусматривают рабочее, аварийное, дежурное, эвакуационное и охранное освещение

Для обеспечения нормированной освещенности в помещениях I, II, III и IV групп общественных зданий, как правило, применяют систему общего освещения, причем размещение светильников — преимущественно равномерное Локализованное размещение светильников применяют в торговых залах магазинов, гладильных мастерских и сортировочных пунктах, архивах, книгохранилищах, выставочных помещениях с постоянно фиксированными плоскостями экспозиции и т п. Так, например, в магазинах самообслуживания основными освещаемыми объектами являются витрины со свободным доступом покупателей и кассы, поэтому светильники располагают по центрам проходов между рядами торгового оборудования, а над кассовыми аппаратами оборудуют самостоятельную линию светильников.

В производственных помещениях общественных зданий (конструкторских, чертежных, машинописных и машиносчетных бюро, читальных залах, мастерских по ремонту одежды, обуви, часов, металлоизделий, теле- и радиоаппаратуры, граверных работ, в химчистке на столах приемщиков, в номерах гостиниц и т п.) предусматривают систему комбинированного освещения. В связи с этим у рабочих мест предусматривают сеть штепсельных розеток для осветительных приборов местного освещения [8].

Для освещения жилых комнат также рекомендуется применять систему комбинированного освещения. Для светильника общего освещения должна быть предусмотрена возможность установки его на потолке посредине комнаты Освещение зоны отдыха может быть выполнено настенными или напольными светильниками, а рабочей зоны — различными настольными лампами, для которых предусматривают штепсельные розетки из расчета не менее одной на каждые 6 м^2 площади комнаты. В спальных комнатах должны быть установлены штепсельные розетки для подключения светильников местного освещения, предназначенных для чтения. Следует предусматривать не менее одной штепсельной розетки на 10 м^2 коридора и не менее четырех розеток для бытового электрооборудования и местного освещения на кухне.

Нормированная горизонтальная (Г) и вертикальная (В) освещенность в точках ее минимального значения при искусственном освещении для помещений общественных, жилых и вспомогательных зданий приведена в табл. 3.7.

Для освещения помещений общественных, жилых и вспомогательных зданий предусматривают, как правило, люминесцентные лампы. В случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения ЛЛ (в подвалах, санузлах, тепловых пунктах, насосных и других аналогичных помещениях), а также для обеспечения архитектурно-художественных требований допускаются лампы накаливания.

В общем случае выбор источников света следует производить с учетом данных гл. 4.

Кроме наименьшей горизонтальной или вертикальной освещеиности для ряда помещений нормируются показатели дискомфорта, коэффициенты пульсации освещенности и цилиндрической освещенности.

Показатель дискомфорта при общем освещении принимают по табл. 3.7, а для помещений, не указаииых в табл. 3.7,— по табл. 3.8.

Таблица 37

Нормируемая освещенность при искусственном освещении для помещений жилых, общественных и вспомогательных зданий

Помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота над полом, м	Освещенность рабочих поверхностей, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
Административные здания конструкторских и проектных организаций, научно-исследовательских учреждений					
1 Кабинеты и рабочие комнаты, проектные кабинеты	Г, 0,8	300*	—	40	15
2 Проектные залы и комнаты, конструкторские, чертежные бюро	Г, 0,8	500*	—	40	10
3 Машинописные и машиносчетные бюро	Г, 0,8	400*	—	40	10
4 Читальные залы	Г, 0,8	300*	100	40	15
5 Помещения записи и регистрации читателей	Г, 0,8	300	—	40	15
6 Читательские каталоги	В, библиографические карточки	150	—	40	15
7 Лингофонные кабинеты	Г, 0,8	200	—	60	15
8 Помещение тематических выставок новых поступлений книг	Г, 0,8	200	75	60	—
9 Книгохранилища и архивы, помещения фонда открытого доступа	В, 1 (на стеллажах)	75	—	60	—
10 Переплетно-брошюровочные	Г, 0,8	200*	—	60	20
11 Помещения для электро- и микрофотографирования и светокопирования	Г, 0,8	200	—	60	20
12 Помещения офсетной печати.					
редакционно-оформительское отделение	Г, 0,8	500	—	40	10
отделение подготовки и изготовления печатных форм	Г, 0,8	200	—	60	20
печатное отделение	Г, 0,8	300	—	40	15
13 Макетные, столярные и ремонтные мастерские	Г, 0,8	300*	—	40	15
14 Помещения для работы с дисплеями, видеотерминалами	Г, 0,8	400	—	40	10
15 Конференц-залы, залы заседаний	Г, 0,8	200	75	60	15
16 Кулуары (фойе)	Пол	150	75	90	—
17 Лаборатории органической и неорганической химии, препараторские	Г, 0,8	300*	—	40	15
18 Аналитические лаборатории	Г, 0,8	400*	—	40	10
19 Весовые	Г, 0,8	300*	—	40	15

Помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота над полом, м	Освещенность рабочих поверхностей, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
20 Термостатируемые помещения лаборатории физические, спектрографические, фотометрические, микроскопные, рентгеноструктурного анализа, механические, радиоизмерительные, электронных устройств	Г, 0,8	300*	—	40	15
21 Фотокомнаты, дистилляционные, стеклодувные	Г, 0,8	200*	—	60	20
22 Архивы проб, хранение реактивов	В, 1	100	—	60	—
23 Моечные	Г, 0,8	300	—	40	15
Общеобразовательные школы и школы-интернаты, профессионально-технические, средние специальные и высшие учебные заведения					
24 Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории, лаборантские	В, на середине доски	500	—	—	—
	Г, 0,8, на рабочих столах и партах	300	—	40	15
25 Кабинеты технического черчения и рисования	В, на доске	500	—	—	—
	Г, 0,8, на рабочих столах	500	—	40	10
26 Мастерские по обработке металлов и древесины	Г, 0,8	300	—	40	15
27 Инструментальная, комната мастера, инструктора	Г, 0,8	200*	—	60	15
28 Кабинеты обслуживающих видов труда для девочек					
по обработке тканей (шитье)	Г, 0,8	400	—	40	10
по кулинарии	Г, 0,8	300	—	40	15
29 Спортивные залы	Пол	200	—	25	15
	В, 2	75	—	—	—
30 Снарядные, инвентарные, хозяйственные кладовые	Г, 0,8	50	—	—	—
31 Крытые бассейны	Г, на поверхности воды	150	—	60	15
32 Актовые залы, киноаудитории	Пол	200	75	90	—
33 Эстрады актовых залов	В, 1,5	300	—	—	—
34 Кабинеты и комнаты преподавателей	Г, 0,8	200*	—	60	15
35 Рекреации	Пол	150	—	90	—

Продолжение табл 37

Помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота над полом, м	Освещенность рабочих поверхностей, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
Театры, кинотеатры, клубы					
36 Залы, предназначенные для мероприятий республиканского и союзного значения	Г, 0,8	500	150	40	15
37 Зрительные залы театров, концертные залы	Г, 0,8	300	100	60	—
38 Зрительные залы клубов, фойе театров	Пол	200	75	90	—
39 Выставочные залы	Г, 0,8	200	75	60	—
40 Зрительные залы кинотеатров	Г, 0,8	75	—	90	—
41 Фойе кинотеатров, клубов	Пол	150	75	90	—
42 Комнаты кружков	Г, 0,8	300*	—	40	15
43 Киноаппаратные, звукоаппаратные, регулировочные помещения сцены	Г, 0,8	150	—	60	20
44 Артистическая, гримерная	На лице человека у зеркала	200	—	40	15
Детские дошкольные учреждения					
45 Приемные	Г, 0,8	200	—	25	15
46 Раздевалки	Пол	200	—	60	15
47 Групповые, столовые, комнаты для игр, музыкальных и гимнастических занятий	Г, 0,5	200	—	25	15
48 Спальные помещения, веранды	Г, 0,5	75	—	25	15
49 Изоляторы, комнаты для заболевших детей	Г, 0,5	150	—	25	15
Санатории, дома отдыха					
50 Палаты и спальные комнаты	Г, 0,8	75**	—	25	15
Предприятия общественного питания					
51 Обеденные залы, буфеты	Г, 0,8	200	75	60	15
52 Раздаточные	Г, 0,8	300	—	40	15
53 Горячие, холодные и заготовочные цехи	Г, 0,8	200	—	60	15
54 Моечные кухонной и столовой посуды, помещение для резки хлеба, помещение заведующего производством	Г, 0,8	200	—	60	20
55 Кондитерские цехи и помещения для мучных изделий	Г, 0,8	300	—	40	15
56 Моечные тары полуфабрикатов	Г, 0,8	150	—	60	20
57 Помещение для персонала	Г, 0,8	150	—	60	20

Помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота над полом, м	Освещенность рабочих поверхностей, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
58 Загрузочные, кладовые тары	Г, 0,8	75	—	—	—
59 Экспедиции	Г, 0,8	100*	—	60	—
Магазины					
60 Торговые залы магазинов книжных, готового платья, белья, обуви, тканей, меховых изделий, головных уборов, парфюмерных, галантерейных, ювелирных, электро- и радиотоваров, продовольственных без самообслуживания	Г, 0,8	300	100	40	15
61 Торговые залы продовольственных магазинов с самообслуживанием	Г, 0,8	400	100	40	15
62 Торговые залы магазинов посудных, мебельных, спортивных товаров, стройматериалов, электробытовых машин, игрушек и канцелярских товаров	Г, 0,8	200	75	60	15
63 Примерочные кабины	В, 1,5	300	—	—	20
64 Залы демонстрации новых товаров	Г, 0,8 В; 1,5	300	100	60	15
65. Помещения отделов заказов, бюро обслуживания	Г; 0,8	200*	—	60	20
66 Помещения для подготовки товаров к продаже					
разрубочные, расфасовочные, комплектовочные отдела заказов	Г, 0,8	200	—	60	20
помещения для нарезки тканей, гладильные мастерские, мастерские в магазинах радио- и электротоваров	Г, 0,8	300	—	40	15
67. Помещения главных касс	Г; 0,8	300	—	40	15
68 Мастерские подгонки готового платья	Г, 0,8	500	—	40	10
69. Рекламно-декорационные и ремонтные мастерские	Г, 0,8	300*	—	40	15
70. Комнаты матери и ребенка	Г; 0,8	150*	—	60	20
71. Помещения пожарно-сторожевой охраны	Г; 0,8	150*	—	60	20
72. Пункты приема посуды	Г; 0,8	75	—	—	—
73 Камеры хранения	В, 1	75	—	—	—

Помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота над полом, м	Освещенность рабочих поверхностей, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
74 Площадки у лифтов, приемочные	Пол	150	—	—	20
75 Разгрузочные помещения	Пол	100	—	—	20
76 Транспортные тоннели	Пол	50	—	—	—
77 Помещения для хранения упаковочных материалов, инвентаря и обменного фонда контейнеров	Г, 0,8	50	—	—	—
78 Кладовые продовольственных товаров	Пол	50	—	—	—
79 Кладовые непродовольственных товаров	Пол	75	—	—	—
Предприятия бытового обслуживания населения					
80 Бани:					
холлы	Г, 0,8	150	—	90	—
раздевальные	Г, 0,8	75	—	—	—
моечные, душевые	Пол	75	—	—	—
бассейны	Пол	100	—	—	—
парильни	Пол	75**	—	—	—
81 Парикмахерские	Г, 0,8	400*	—	40	10
82 Фотоателье					
салоны приема и выдачи заказов	Г, 0,8	200*	—	60	20
съемочный зал фотоателье	Г, 0,8	100*, 100****	—	—	20
фотолаборатории, помещения для приготовления растворов и регенерации серебра	Г, 0,8	200*	—	60	20
помещения для ретуши:					
общее освещение (в системе комбинированного освещения)	Г, 0,8	100	—	60	20
комбинированное освещение рабочего места (ретушь фотографии)	Г, 0,8	1000***	—	—	10
83 Прачечные					
отделения приема и выдачи белья					
прием с меткой и учет, выдача	Г, 0,8	200	—	60	20
хранение белья	В, 1	75	—	60	—
стиральные отделения					
стирка механическая и приготовление растворов	Пол	100	—	60	20
стирка ручная	Пол	150	—	60	20
хранение стиральных материалов	Пол	50	—	—	—
сушильно-гладильные отделения					
механические	Г, 0,8	200	—	60	15
ручные	Г, 0,8	300	—	40	15

Продолжение табл 37

Помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота над полом, м	Освещенность рабочих поверхностей, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
отделения разборки, починки и упаковки белья	Г, 0,8	200*	—	60	20
84 Прачечные с самообслуживанием	Пол	200	—	60	20
85 Ателье химической чистки одежды					
салон приема и выдачи одежды	Г, 0,8	200*	—	60	20
помещения химической чистки	Г, 0,8	200	—	60	20
отделения выведения пятен	Г, 0,8	500	—	40	10
помещения для хранения химикатов	Г, 0,8	75	—	—	—
86 Ателье изготовления и ремонта одежды и трикотажных изделий					
пошивочные цехи	Г, 0,8	750***	—	40	10
закройные отделения и отделения ремонта одежды	Г, 0,8	500***	—	40	10
отделения подготовки прикладных материалов	Г, 0,8	300***	—	40	15
отделения ручной и машинной вязки	Г, 0,8	750***	—	40	10
утюжные, декатировочные	Г, 0,8	300***	—	40	15
87 Пункты проката·					
помещения для посетителей	Г, 0,8	200*	—	60	20
кладовые	Г, 0,8	150	—	—	—
88 Ремонтные мастерские					
изготовление и ремонт головных уборов, скорняжные работы	Г, 0,8	750***	—	40	10
ремонт обуви и галантереи, изделий из пластмассы, бытовых электроприборов	Г, 0,8	300*, 300***	—	40	15
ремонт часов, ювелирные и граверные работы					
общее освещение (в системе комбинированного)	Г, 0,8	300***	—	40	20
комбинированное	Г, 0,8	3000***	—	—	10
ремонт фото-, кино-, радио- и телеаппаратуры					
общее освещение (в системе комбинированного)	Г, 0,8	300***	—	40	20
комбинированное	Г, 0,8	2000***	—	—	10
89 Студии звукозаписи.					
помещения для записи, перезаписи и прослушивания	Г, 0,8	200	—	60	15

Продолжение табл 37

Помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота над полом, м	Освещенность рабочих поверхностей, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
фонотеки	В, 1	100	—	—	—
Гостиницы					
90 Бюро обслуживания	Г, 0,8	200*	—	60	15
91 Помещения дежурного, обслуживающего персонала	Г, 0,8	150*	—	60	20
92 Комнаты для чистки одежды, обуви и глажения	Г, 0,8	200	—	—	—
93 Гостиные	Г, 0,8	150	—	90	—
94 Номера	Г, 0,8	100*, 100**	—	—	—
Жилые здания					
95 Жилые комнаты	Г, 0,8	100*, 100**	— —	— —	— —
96 Кухни	Г, 0,8	100*	—	—	—
97 Ванные, уборные	Пол	50	—	—	—
Вспомогательные здания и помещения					
98 Санитарно-бытовые помещения					
умывальные, уборные, помещения для кормления грудных детей, курительные	Пол	75	—	—	—
душевые, гардеробные, помещения для сушки, обеспыливания и обезвреживания одежды и обуви, помещения для обогревания работающих	Пол	50	—	—	—
99 Здравпункты					
ожидальные	Г, 0,8	150	—	90	—
регистратура, комнаты дежурного персонала, кабинет заведующего	Г, 0,8	200*	—	60	15
кабинеты врачей, перевязочные	Г, 0,8	300*	—	15	15
процедурные кабинеты	Г, 0,8	150*	—	25	15
автоклавные, кладовые лекарственных и перевязочных средств	Г, 0,8	150	—	—	—
100 Ингалятории	Г, 0,8	150	—	25	15
101 Фотарии	Пол	50	—	—	—
102 Помещение для личной гигиены женщин	Пол	75	—	—	—
103 Красные уголки, кабинеты политического просвещения	Г, 0,8	300*	—	40	15
Прочие помещения производственных, вспомогательных и общественных зданий					
104 Вестибюли и гардеробные					

Окончание табл 37

Помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота над полом, м	Освещенность рабочих поверхностей, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более
в вузах, школах, театрах, клубах, общежитиях, гостиницах, с главных входов в крупные производственные, вспомогательные и общественные здания	Пол	150	—	—	—
в прочих промышленных вспомогательных и общественных зданиях	Пол	75	—	—	—
вестибюли в жилых зданиях	Пол	30	—	—	—
105 Лестницы					
главные лестничные клетки общественных, производственных и вспомогательных зданий	Пол (площадки, ступени)	100	—	—	—
лестничные клетки жилых зданий	То же	10	—	—	—
остальные лестничные клетки	То же	50	—	—	—
106 Лифтовые холлы					
в общественных, производственных и вспомогательных зданиях	Пол	75	—	—	—
в жилых зданиях	Пол	20	—	—	—
107 Корридоры и проходы					
главные коридоры и проходы	Пол	75	—	—	—
коридоры на этажах жилых зданий	Пол	20	—	—	—
прочие коридоры	Пол	50	—	—	—
108 Машинные отделения лифтов и помещений для фреоновых установок	Г, 0,8	30****	—	—	—
109 Чердаки	Пол	5****	—	—	—

* Для местного освещения следует предусматривать штепсельные розетки

** Нормируется средняя освещенность при совместном действии всех светильников (кроме настольных), установленных в помещении

*** При использовании ламп накаливания норму освещенности следует понижать на одну ступень шкалы освещенности

**** Норма дана для ламп накаливания

Примечания 1 Для ламп накаливания норму освещенности следует понижать на две ступени шкалы освещенности, кроме норм, отмеченных в таблице сноской ***

2 В ванных должно предусматриваться местное освещение, создающее освещенность в вертикальной плоскости над умывальником 100 лк

3 В таблице приняты обозначения Г — горизонтальная плоскость, В — вертикальная плоскость

4 Для помещений, указанных в поз 32, 37, 38, 41, 64, при использовании люминесцентных ламп с улучшенной цветопередачей типов ЛЕЦ, ЛТБЦЦ, ЛТБЦТ освещенность следует снижать на одну ступень

Таблица 3 8

Рекомендуемые значения показателя дискомфорта в зависимостн от условий зрительной работы

Условия зрительной работы	Показатель дискомфорта при освещенности на рабочей поверхности	
	200 лк и менее	300 лк и более
Направление линии зрения преимущественно вверх под углом 45° и более к горизонту (помещения изоляторов, приема детей, спальные комнаты в детских садах и яслях, палаты больниц, санаториев, кабинеты врачей, перевязочные)	25	15
Направление лиини зрения преимущественно горизонтально и ниже горизонта (все помещения I и II групп)	60	40
Общий обзор окружающего пространства (помещения III группы)	90	60

Для помещений, длина которых не превышает двойной высоты установки светильников над полом, показатель дискомфорта не нормируется.

Конкретиые значения показателя дискомфорта определяют у торцевой стены на центральной оси помещения на высоте 1,5 м от пола.

В общественных зданиях важную роль играет восприятие освещения за счет уменьшения контрастов яркости в поле зрения, поэтому коэффициенты отражения ограждающих поверхностей и мебели должны иметь следующие значения: потолка 0,70—0,75; стен 0,4—0,5; пола 0,3; мебели 0,4. Исключение здесь составляют помещения учебных заведений, где коэффициенты отражения потолка, стен, пола и парт (поверхности столешниц) должны быть не менее 0,7; 0,5; 0,3 и 0,4 соответственно. Кроме того, во избежание отраженной блескости не следует применять блестящую окраску. При указанных значениях коэффициентов отражения коэффициент использования осветительной установки на 10—15 % выше, чем при окраске в темные тона.

Для помещений II и III групп общественных зданий, не указанных в табл. 3.7, цилиндрическую освещенность следует принимать по табл. 3.9.

При использовании ЛН нормируемые уровни цилиндрической освещенности следует снижать на две ступени шкалы освещенности.

Цилиндрическую освещенность определяют на расстоянии 1 м от торцевой стены на центральной продольной оси помещения на высоте 1,5 м от пола.

Дополнительное освещение объектов архитектурно-художественного оформления в помещениях общественных зданий (декоративных скульптур, барель-

Таблица 3 9

Рекомендуемые значения цилиндрической освещенностн в зависимости от насыщенностн помещенний светом

Насыщениость помещений светом	Цилиндрическая освещенность, лк
Очень высокая (залы заседаний для мероприятий республиканского значения, универсамы, универсальные и банкетные залы и т п)	150
Высокая (зрительные залы театров, дворцов культуры, концертные, танцевальные залы и т п)	100
Нормальиая (зрительные залы клубов, конференц-залы, выставочные залы, картиниые галереи, торговые залы крытых рынков, фойе цирков и т п)	75

Таблица 3.10

Зависимость дополнительного освещения объектов архитектурно-художественного оформления от коэффициента отражения материала объекта

Коэффициент отражения материала объекта	Средняя освещенность объекта, лк, при цилиндрической освещенности, лк	
	от 75 до 100	свыше 100 до 150
Менее 0,5	1250	1500
От 0,5 до 0,8	750	1250
Свыше 0,8	400	750

ефов, панно и т. п.) при необходимости следует предусматривать в соответствии с табл. 3.10.

При освещении архитектурных элементов интерьера следует учитывать, что в зависимости от способа освещения архитектурная форма воспринимается различно. Так, например, плоская поверхность воспринимается плоской только тогда, когда она освещена равномерно.

Уменьшение яркости в центре потолка создает впечатление его провисания, а потолок, имеющий повышенную яркость в центре, воспринимается в виде свода.

Для освещения настенного декора (фризов, лепки) рекомендуется создавать неравномерное распределение яркости, снижающееся сверху вниз. Для правильного выявления формы и фактуры скульптурных произведений за счет освещения должны быть созданы мягкие односторонние тени, направленные под некоторым углом сверху вниз.

Коэффициент пульсации освещенности принимают по табл. 3.7. В помещениях III и IV групп коэффициент пульсации не регламентируется.

Освещение лестничных клеток жилых зданий высотой более трех этажей должно иметь автоматическое или дистанционное управление, обеспечивающее отключение части осветительных приборов или ламп в ночное время с таким расчетом, чтобы освещенность лестниц была не ниже норм эвакуационного освещения.

Глава четвертая

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЛАМПЫ

4.1. НОМЕНКЛАТУРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЛАМП

В соответствии с ГОСТ 15049—81 электрические лампы — источники оптического излучения, создаваемого в результате преобразования электрической энергии. Согласно классификатору ЕСКД [10] электрические лампы подразделяются на лампы накаливания (ЛН), в которых свет создается телом накала, раскаленным в результате прохождения по нему электрического тока, и разрядные лампы (РЛ), в которых свет создается в результате электрического разряда в газе, парáх металлов или в газовой среде, содержащей пáры металлов.

Кроме того, в ГОСТ 19190—84 предусмотрено подразделение электрических ламп по характеру светораспределения и по режиму работы. По характеру светораспределения электрические лампы подразделяют на лампы с неориентированным и с направленным световым потоком. При этом световые характеристики ламп с неориентированным световым потоком задают световым потоком в люменах (лм) либо максимальной яркостью в канделах на квадратный метр (кд/м^2); световые характеристики ламп

Таблица 4.1

Номенклатура показателей качества электрических ламп (ГОСТ 4.142—85)

Показатели качества	Характеризуемые свойства
Показатели назначения	
Напряжение *, В Мощность, Вт Сила тока, А	Электрические
Световой поток номинальный и (или) предельный, лм Поток излучения в определенном диапазоне длин волн в зависимости от типа лампы, Вт Сила света, кд Цветовая температура, К	Оптические
Диаметр колбы, мм Полная длина, мм	Конструктивное исполнение
Показатели надежности	
Средняя продолжительность горения, ч	Долговечность
Показатели экономичности	
Световая отдача номинальная и (или) предельная, лм/Вт Стабильность светового потока **, %, лм	Экономия электроэнергии в процессе эксплуатации
Эргономические показатели	
Координаты цветности для натриевых и люминесцентных ламп	Физиологические
Показатели технологичности	
Удельная трудоемкость изготовления, нормо-ч·Вт/лм, нормо-ч/ч Удельная технологическая себестоимость, р·Вт/лм, р/лм, р/ч	Трудовые затраты при изготовлении
Коэффициент выхода годных ламп	Экономия материалов и трудовых ресурсов в процессе изготовления
Удельная энергоемкость ***, кг·Вт/лм, кг/ч	Энергозатраты при изготовлении
Показатели стандартизации и унификации	
Коэффициент применяемости, %	Насыщенность изделия унифицированными составными частями
Патентно-правовые показатели	
Показатель патентной чистоты	Патентная способность
Показатели безопасности	
Прочность крепления цоколя к колбе лампы, Н, крутящий момент, Н·м	Безопасность при эксплуатации

* Для ламп накаливания в зависимости от типа ламп указывают расчетное или номинальное напряжение, для разрядных ламп — напряжение на лампе

** Для ламп общего освещения, для других ламп показатель не является основным

*** Единицы удельной энергоемкости включают в себя единицу массы условного топлива (кг)

Примечания 1 Основными показателями качества для электрических ламп являются средняя продолжительность горения, световая отдача номинальная и (или) предельная, стабильность светового потока

2 Допускается в нормативно-технической документации устанавливать дополнительные показатели, отражающие специфику конкретных типов ламп

с направленным световым потоком (лампы в оболочках из прессованного стекла с зеркализованным отражателем, зеркальные лампы накаливания, рефлекторные ЛЛ и т. д.) задают силой света в канделах (кд), причем для конкретных типов ламп в качестве справочных данных указывают пространственное светораспределение.

В зависимости от режима работы электрические лампы подразделяют на лампы с непрерывным и циклическим режимом работы, а также на лампы с модуляцией светового потока.

В табл. 4.1 приведена номенклатура показателей качества и характеризуемые ими свойства электрических ламп в соответствии с ГОСТ 4.142—85.

Средняя продолжительность горения — время горения лампы до выхода ее из строя или до того, как ее сочтут не соответствующей нормам, установленным нормативно-технической документацией. Кроме средней продолжительности горения ГОСТ 19190—84 регламентирует еще и минимальную продолжительность горения, которая должна составлять: 70 % средней продолжительности горения для ЛН, 30 % для РЛВД типов ДРЛ и ДРТ и 40 % для остальных РЛ

Световая отдача — отношение светового потока лампы к потребляемой мощности Именно этот параметр позволяет сопоставлять между собой различные типы ламп. РЛ позволяют более эффективно преобразовывать электрическую энергию в видимое излучение, чем ЛН.

Стабильность светового потока — показатель, характеризующий спад светового потока в процессе горения лампы, определяется отношением светового потока лампы в конце срока службы к начальному световому потоку и выражается в процентах. Для ЛН общего назначения стабильность светового потока после 750 ч горения находится в пределах 72—85 %, а для ЛЛ низкого давления за минимальную продолжительность горения принимают 68—85%.

Электрические параметры. Номинальные напряжения переменного и постоянного тока должны соответствовать значениям, установленным ГОСТ 21128—83, иоминальные частоты переменного тока — ГОСТ 6697—83, номинальные токи — ГОСТ 6827—76.

Спектр излучения. В соответствии с ГОСТ 19190—84 по спектру излучения электрические лампы подразделяют на лампы, работающие в видимой области спектра (длина волны от 380 до 770 нм), в инфракрасной (от 770 до 10^6 нм) и ультрафиолетовой (от 10 до 380 нм). Спектральные характеристики ламп при нормировании задают одним или несколькими из следующих параметров: рабочим диапазоном длин волн, нм; спектральным распределением по зонам; потоком излучения в определенном диапазоне волн, Вт; спектральным энергетическим КПД, %. При необходимости для ламп конкретных типов указывают: цветовую температуру в кельвинах (К), координаты цветности, индекс цветопередачи, красное отношение.

Спектральный состав излучения лампы существенно влияет на зрительное восприятие цветных объектов, обычно сравниваемое с восприятием тех же объектов, освещаемых дневным солнечным или условно белым светом, т. е. светом специальной ЛН, тело накала которой имеет цветовую температуру, равную 2854 К. Качество цветопередачи оценивают так называемым индексом цветопередачи лампы, который представляет собой численный показатель меры соответствия зрительных восприятий цветного объекта, поочередно освещаемого данной лампой и стандартной. Чем больше индекс (предельное его значение равно 100), тем выше качество цветопередачи.

Прочность крепления цоколя к колбе лампы — способность цоколя противостоять приложенному к нему, постепенно возрастающему до заданного крутящему моменту, а для некоторых специальных ламп — определенному отрывному усилию или многократному вставлению в соответствующий патрон и удалению из патрона.

4.2. ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ

Многообразие ЛН объединено единым принципом генерации света и однотипностью основных частей: тела накала, колбы и цоколя

ЛН продолжают широко применяться, что объясняется производством ламп в широком диапазоне напряжений и мощностей при высокой технологичности на стадии изготовления, низкой себестоимостью, малыми затратами на оборудование системы освещения за счет непосредственного подключения ламп к электрической сети, стабильными показателями качества в течение срока службы, удобством в обращении и обслуживании, высокими гигиеническими свойствами по сравнению, например, с ЛЛ благодаря отсутствию шума от ПРА и невозможности загрязнения парами ртути атмосферы помещений при разрушении колбы лампы.

Наряду с достоинствами ЛН имеют и ряд недостатков. Это прежде всего низкая световая отдача, составляющая 10—20 лм/Вт при продолжительности горения 1000 ч. Низкая световая отдача ЛН объясняется тем, что 70—76 % мощности излучения вольфрамового тела накала при его рабочих температурах лежит в ближней ИК-области спектра, в то время как на видимую часть приходится только от 7 до 13 %. Таким образом, ЛН являются эффективными источниками ИК-излучения. Попытки существенно повысить световую отдачу ЛН в видимой области спектра пока не дали практических результатов. Кроме того, обеспечивая приемлемую для многих производств цветопередачу, ЛН не подходят для выполнения работ, связанных с точным воспроизведением цветов. Относительно невысокие температуры тела накала (2400—2600 К, при этом цветовая температура соответствует 2500—2700 К) приводят к тому, что в излучении ЛН преобладают оранжево-красные цвета. Поэтому при освещении ими цветных объектов усиливаются «теплые» цветовые тона (красные, оранжевые, коричневые) и ослабляются «холодные» (зеленые, голубые, фиолетовые), что не позволяет обеспечить такую же цветопередачу, какую дает естественный дневной свет и ряд типов РЛ [11].

Несмотря на указанные недостатки ЛН будут еще длительное время оставаться одним из широко распространенных источников света во многих областях, так как отсутствуют другие источники света, обладающие такими разнообразными возможностями.

Классифицируют ЛН по различным признакам, однако с точки зрения требований потребителя такую классификацию наиболее целесообразно проводить по следующим трем: по характеру среды, окружающей тело накала, конструктивно-технологическим параметрам и по назначению.

По характеру среды, окружающей тело накала, ЛН подразделяют на вакуумные, газополные и галогенные, в которых в наполняющий колбу газ вводят галогены или их соединения.

Наиболее широко в качестве материала тела накала используют вольфрам, который является наиболее тугоплавким материалом, обладающим наряду с этим достаточно высокой пластичностью и низкой скоростью испарения. В вакуумных лампах под влиянием высокой температуры происходит довольно интенсивное распыление вольфрамового тела накала. Это приводит к тому, что нить накала утончается, а испарившиеся частицы вольфрама оседают на внутренней поверхности колбы, вызывая ее потемнение. Для увеличения продолжительности горения и повышения световой отдачи, а также стабильности светового потока необходимо снизить скорость испарения материала тела накала. Одним из основных путей в этом направлении является создание инертной газовой среды вокруг тела накала. Однако газовая среда приводит к увеличению тепловых потерь, обусловленных теплопроводностью газа и конвекцией. Для уменьшения этих потерь и соответственно повышения КПД колбы ЛН наполняют тяжелыми одноатомными газами. Наиболее широко применяют аргоно-азотную и криптоно-ксеноновую смеси. Давление наполнения колб газами достигает 800 гПа.

Другим направлением явилась разработка галогенных ламп накаливания (ГЛН), в которых осуществляется вольфрамо-галогенный цикл. Под этим циклом понимают комплекс физических и химических процессов, в результате которых частицы вольфрама, испарившиеся с тела накала, возвращаются с помощью галогенов из области более низких температур в область более высоких. Назначение цикла — предотвращение почернений колбы под действием испарившегося с тела накала вольфрама, т. е. сохранение ее прозрачности на протяжении всего срока горения лампы. Кроме того, благодаря галогенному циклу общая масса вольфрамового тела накала остается практически постоянной в процессе горения, хотя оно в одних местах утоньшается, а в других — утолщается, т. е. процесс перегорания галогенных ламп подобен этому процессу в обычных ЛН. Галогенный цикл позволяет повысить цветовую температуру тела накала до 3400 К и соответственно этому световую отдачу до 26 лм/Вт при увеличении продолжительности горения до 2000 ч.

Принцип объединения ЛН в классы по габаритным размерам, которые предопределяют выбор технологического оборудования, особенно на стадии сборки, положен в основу группирования ЛН, предусмотренную классификатором ЕСКД [10]. Согласно классификатору выделяют следующие конструктивно-технологические типы ЛН: сверхминиатюрные (длина менее 10 мм, диаметр менее 4 мм), миниатюрные (длина от 10 до 30 мм, диаметр от 4 до 18 мм), малогабаритные (длина от 30 до 75 мм, диаметр от 18 до 40 мм), среднегабаритные (длина от 75 до 175 мм, диаметр от 40 до 81 мм), крупногабаритные (длина более 175 мм, диаметр более 81 мм).

Электрические характеристики ЛН, кроме сверхминиатюрных ламп, задают: напряжением в вольтах и мощностью в ваттах или напряжением в вольтах и силой тока в амперах или силой тока в амперах и мощностью в ваттах. Для сверхминиатюрных ламп задают напряжение в вольтах и силу тока в миллиамперах.

Для ряда типов ЛН вводят не номинальное, а расчетное напряжение или диапазон напряжений, т. е. наиболее вероятное напряжение, при котором лампа будет эксплуатироваться, близкое к среднему фактическому. Оно указывается для ЛН, питающихся от автономных источников (аккумуляторных батарей, автомобильных и тракторных генераторов, сухих элементов), выходное напряжение которых существенно изменяется во времени. Для ЛН общего назначения введены пять значений расчетного напряжения в связи с большими отклонениями напряжения у различных потребителей. В общем случае ЛН должны эксплуатироваться в электрических сетях с колебаниями напряжения, не превышающими значений, установленных ГОСТ 13109—87

ЛН в зависимости от назначения подразделяют на лампы общего назначения и специальные. В соответствии с этой классификацией построена система стандартов на типы ламп, при этом в пределах каждого типа, как правило, лампы группируют по напряжению.

ГОСТ 2239—79 распространяется на ЛН общего назначения, используемые для световых приборов внутреннего и наружного освещения. Технические данные ЛН общего назначения приведены в табл. 4.2 В условном обозначении типов ламп буквы и числа означают: В — вакуумная, Г — газополная моноспиральная (аргоновая), Б — биспиральная аргоновая, БК — биспиральная криптоновая (для ламп, имеющих светорассеивающие колбы, к первому элементу условного обозначения добавляют буквы, означающие: МТ — матированная, МЛ — молочная, О — опаловая); первые два числа — диапазон напряжений в вольтах, третье число — номинальная мощность в ваттах. Лампы изготавливают в климатическом исполнении ХЛ, категории размещения 2 по ГОСТ 15150—69 и 15543—70, при этом условия эксплуатации ламп должны соответствовать группе М1 по ГОСТ 17516—72

Напряжение в осветительных сетях часто отличается от номинального, поэтому в целях обеспечения основных показателей качества ЛН введено пять интервалов напряжения питания: 125—

Таблица 4 2

Технические данные ламп накаливания общего назначения (ГОСТ 2239—79)

Тип лампы	Расчетное напряжение, В	Номинальные значения			Предельные значения			Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
		Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, г	
В125-135-15	130	15	135	9,0	61	105	50	Е27/27
В215-225-15	220		120	8,0				
В220-230-15	225							
В230-240-15	235							
В235-245-15	240							
В125-135-25	130	25	260	10,4				
В215-225-25	220		220	8,8				
В220-230-25	225		230	9,2				
Б220-230-25								
В230-240-25	235		225	9,0				
В235-245-25	240							
Б235-245-25								
Б125-135-40	130	40	490	12,2		110		
БК125-135-40			520	13,0				
Б215-225-40	220		430	10,8				
БК215-225-40			475	11,9				
Б220-230-40	225		430	10,8				
БК220-230-40			475	11,9				
Б230-240-40	235		420	10,5				
БК230-240-40			470	11,8				
Б235-245-40	240		420	10,5				
Б125-135-60	130	60	810	13,5				
БК125-135-60			890	14,8				
Б215-225-60	220		730	12,2				
БК215-225-60			800	13,3				
Б220-230-60	225		730	12,2				
БК220-230-60			800	13,3				
Б230-240-60	235		710	11,8				
БК230-240-60			790	13,1				
Б235-245-60	240		710	11,8				
Б215-225-75	220	75	960	12,8				
БК215-225-75			1030	13,7				
Б220-230-75	225		960	12,8				
Б230-240-75	235		940	12,5				
Б125-135-100	130	100	1540	15,4				
БК125-135-100			1675	16,8				
Б215-225-100	220		1380	13,8				
БК215-225-100			1500	15,0				
Б220-230-100	225		1380	18,8				
БК220-230-100			1500	15,0				
Б230-240-100	235		1360	13,6				
БК230-240-100			1485	14,9				
Б235-245-100	240		1360	13,6				
Г125-135-150	130	150	2420	16,1	81	167	70	
Б215-225-150	220		2220	14,8				
Г215-225-150			2090	13,9				
Г220-230-150	225							
Г230-240-150	235		2065	13,8				
Г235-245-150	240		2060	13,7				
Б235-245-150			2180	14,5				
Г125-135-200	130	200	3350	16,7				
Б215-225-200	220		3150	15,7				
Г215-225-200			2950	14,7				
Г220-230-200	225		2950	14,7				

Окончание табл 4 2

Тип лампы	Расчетное напряжение, В	Номинальные значения			Предельные значения			Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
		Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, г	
Г230 240-200	235	200	2910	14,5	81	167	70	Е27/27
Г230-240-200			3150	15,7				
Г125 135 300	130	300	5050	16,8	111	240	150	Е40/45
Г215 225-300	220		4850	16,1				
Г220 230-300	225							
Г230 240-300	235		4800	16,0				
Г125 135-500	130	500	9200	18,4				
Г215 225 500	220		8400	16,8				
Г220-230-500	225							
Г230-240-500	235		8300	16,6				
Г215 225-750	220	750	13100	17,5	151	309	300	
Г220 230 750	225							
Г125-135-1000	130	1000	20000	20,0				
Г215 225-1000	220		18800	18,8				
Г220 230-1000	225							
Г230-240-1000	235		18610	18,6				
БК220-230-36	225	36	415	11,5	51	98	50	Е27/27
БК235-245 36	240		410	11,4				
БК220 230-54	225	54	715	13,2				
БК235 245-54	240		710	13,1				
БК220-230-93	225	93	1350	14,5	56	105	50	
БК235-245-93	240		1350	14,5				
БК220 230-150	225	150	2380	15,9	71	130	55	

135, 215—225, 220—230, 230—240, 235—245, при этом за расчетное напряжение в соответствии с международной классификацией приняты напряжения, равные 130, 220, 225, 235 и 240 В При нормальном напряжении сети следует применять лампы с маркировкой 215—225 В и 220—230 В. Если лампы с указанными диапазонами напряжений приходится менять чаще одного раза в 12 месяцев, то следует применять лампы с маркировкой 230—240 В, при частой замене ламп с диапазоном напряжения 230—240 В, а также в СП, где их замена затруднена, следует применять ЛН с маркировкой 235—245 В.

Средняя продолжительность горения ламп при расчетном напряжении должна быть не менее 1000 ч, а продолжительность горения каждой отдельной лампы — не менее 70 % средней продолжительности. Лампы в матированных колбах имеют световой поток не менее 90 %, в опаловых — 90 %, а в молочных —80 % указанных в табл. 4 2 значений

В табл. 4 3 приведены технические данные ЛН для ОП местного освещения В условном обозначении типов ламп буквы и числа означают МО — местное освещение, Д — диффузно отражающее покрытие колбы, З — зеркальное покрытие колбы, первое число — номинальное напряжение в вольтах, второе — номинальная мощность в ваттах Лампы оснащают цоколем Е27/27 и изготавливают в климатическом исполнении ХЛ, категории размещения 2 по ГОСТ 15150—69 и 15543—70, при этом условия эксплуатации должны соответствовать группе М9 по ГОСТ 17516—72. Средняя продолжительность горения ламп при номинальном напряжении, а ламп на напряжение 40 В — при расчетном напряжении должна быть не менее 1000 ч при продолжительности горения каждой лампы не менее 700 ч. Световой поток каждой лампы, измеренный по истечении 75 % средней продолжительности горения при номинальном или расчетном напряжении, должен быть не менее 75 % начального светового потока для

Таблица 4.3

Технические данные ламп накаливания для светильников местного освещения

Тип лампы	Номинальные значения							Предельные значения		
	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм		Световая отдача, лм/Вт		Осевая сила света, кд	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, г
			уровня А	уровня Б	уровня А	уровня Б				
МО12-15	12	15	200		13,3		—	61	108	40
МО12-25		25	380		15,2					
МО12-40		40	620		15,5					
МО12-60		60	—	1000	—	16,6				
МО24-25	24	25	350	340	14,0	13,6				
МО24-40		40	580	560	14,5	14,0				
МО24-60		60	980	930	16,0	15,5				
МО24-100		100	1740	1710	17,4	17,1		66	129	55
МО36-25	36	25	345	300	13,8	12,0		61	108	40
МО36-40		40	580	500	14,5	12,5				
МО36-60		60	950	800	15,8	13,3				
МО36-100		100	1590	1550	15,9	15,5		66	129	55
МО40-25	42	25	280	270	11,2	10,8		61	108	40
МО40-40		40	510	500	12,8	12,5				
МО40-60		60	870	860	14,5	14,3				
МО40-100		100	1640	1530	16,4	15,3				
МОД12-25	12	25	—	270	—	10,8		71	109	40
МОД12-40		40	—	490	—	12,3				
МОД12-60		60	—	880	—	14,7				
МОД24-40	24	40	480		12,0					
МОД24-60		60	820		13,7					
МОД24-100		100	1500		15,0			81	128	55
МОД36-25	36	25	—	240	—	8,2		71	109	40
МОД36-40		40	—	470	—	11,8				
МОД36-60		60	—	760	—	12,7				
МОД36-100		100	—	1380	—	13,8		81	128	55
МОЗ12-40	12	40	—	400	—	10,0	150	71	109	40
МОЗ12-60		60	—	660	—	11,0	245			
МОЗ24-40	24	40	420		10,5		160			
МОЗ24-60		60	680		11,3		250			
МОЗ24-100		100	1250		12,5		450	81	128	55
МОЗ36-40	36	40	400	370	10,0	9,0	135	71	109	40
МОЗ36-60		60	—	650	—	10,8	240			
МОЗ36-100		100	—	1200	—	12,0	450	81	128	55
МОЗ40-40	42	40	380	370	9,5	9,2	130	71	109	40
МОЗ40-60		60	630	610	10,5	10,0	230			
МОЗ40-100		100	1300	1200	13,0	12,0	490	81	128	55

ламп с диффузно отражающим покрытием и не менее 85% — для ламп остальных типов.

В табл. 4.4 приведены технические данные ЛН, предназначенных для прожекторов общего назначения, а также судовых, железнодорожных и театральных прожекторов, которые подключают к сети постоянного или переменного тока частоты 50 Гц. В условном обозначении типов ламп буквы и числа означают: ПЖ — прожекторная, З — зеркальная, первое число — номинальное напряжение в вольтах, второе число — номинальная мощность в ваттах, третье число — модификацию относительно базовой модели.

Лампы типов ПЖ110-500, ПЖ110-2000, ПЖ127-500, ПЖ127-1000, ПЖ127-2000, ПЖ220-500, ПЖ220-600, ПЖ220-1000-2, ПЖ220-1000-4, ПЖ220-2000 изготовляют в климатическом исполнении В, категории 2, лампы типов ПЖ24-250, ПЖЗ24-250, ПЖ24-250-2, ПЖЗ24-

Таблица 4.4

Технические данные прожекторных ламп накаливания

Тип лампы	Номинальные значения								Предельные значения			Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм		Световая отдача, лм/Вт		Средняя продолжительность горения, ч (не менее)		Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, г	
			уровня А	уровня Б	уровня А	уровня Б	уровня А	уровня Б				
ПЖ24-250	24	250	6500		26,0		100		81	145	110	Е40/45
ПЖ324-250			—	5800	—	23,2	—	100				
ПЖ24-250-2			6500		26,0		100				150	Р40S/41
ПЖ324-250-3			—	5800	—	23,2	—	100				
ПЖ24-500		500	14350		28,7		100		112	160	180	Е40/45
ПЖ324-500			—	13200	—	26,4	—	100				
ПЖ24-500-2			14350		28,7		100			170	220	Р40S/41
ПЖ324-500-3			—	13200	—	26,4	—	100				
ПЖ24-1000		1000	30000	28500	30,0	28,5	100		132	500	300	Специальный 2Ц39-2
ПЖ324-1000			—	23000	—	23,0	—	100				
ПЖ50-25	50	25	250		10,0		650	550	43	70	40	В22d/25×26
ПЖ50-250		250	4200	4000	16,8	16,0	1000	800	91	125	80	Специальный
ПЖ50-500-1		500	11100		22,2		450	400	61	205	110	Р40S/41
ПЖ110-500	110	500	11000	10500	22,0	21,0	170		66	140	100	Е27/30
ПЖ110-1000		1000	24500	22200	24,5	22,2	150		71	245	220	Е40/45
ПЖ110-1000-2			24500	22200	24,5	22,2	175		112	195	300	
ПЖ110-1500		1500	34500	34500	23,0	23,0	210	175	112	210	320	
ПЖ110-2000		2000	53300	47400	26,7	23,7	125		152	260	620	Р40S/41
ПЖ110-2000-1			—	47400	—	23,7	—	175		280	500	
ПЖ110-2000-2			47400	47400	23,7	23,7	175		162	270	500	Е40/45
ПЖ3127-250	127	250	5000	5000	20,0	20,0	50		81	125	120	Р28S/24
ПЖ127-500		500	—	8500	—	17,0	—	400	112	195	130	Р40S/41
ПЖ127-1000		1000	19000	19000	19,0	19,0	125		134	220	300	
ПЖ127-1000-1											200	Е40/45
ПЖ127-2000		2000	62300	47400	31,2	23,7			152	260	620	Р40S/41
ПЖ220-400	220	400	—	5000	—	12,5	—	—	112	180	220	Р40S/41
ПЖ220-500		500	10500		21		160		66	140	70	Е27/30
ПЖ220-500-4			8000	7600	16,0	15,2	500	400	134	220	240	Р40S/41
ПЖ220-500-5			8000	7600							200	Е40/45
ПЖ220-600		600	—	9300	—	15,5	—	—	112	195	220	Р40S/41
ПЖ220-1000		1000	21700	21000	21,7	21,0	150		71	245	220	Е40/45
ПЖ220-1000-2									112	195	150	
ПЖ220-1000-4			23 000	18 550	23,0	18,6	100		134	220	300	Р40S/41

Окончание табл. 4.4

Тип лампы	Номинальные значения						Средняя продолжительность горения, ч (не менее)		Предельные значения			Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм		Световая отдача, лм/Вт				Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, г	
			уровня А	уровня Б	уровня А	уровня Б	уровня А	уровня Б				
ПЖ220-1000-5	220	1000	23000	18550	23,0	18,6	100		134	220	200	E40/45
ПЖ220-1100		1100	—	17350	—	15,8	—	—	132	220	270	P40S/41
ПЖ220-2000		2000	48700	47000	24,4	23,5	125		152	260	602	
ПЖ220-3000		3000	—	58300	—	19,5	—	—	122	390	800	
ПЖ230-1000	230	1000	—	17200	—	17,2	—	500	134	230	400	

250-3, ПЖ24-500, ПЖЗ24-500, ПЖ24-500-2, ПЖЗ24-500-3, ПЖ24-1000, ПЖЗ24-1000, ПЖЗ127-250 изготовляют в климатическом исполнении О, категории 4.2, остальные типы ламп изготавливают в климатическом исполнении О, категории 2 по ГОСТ 15150—69 и 15543—70 Кроме того, лампы типов ПЖ50-25, ПЖ50-250 и ПЖ50-500-1 должны выдерживать при номинальном напряжении ударные нагрузки с ускорением 39,2 м/с^2 и частотой 80 ударов в минуту при общем числе ударов 5000, лампы типов ПЖ127-1000, ПЖ127-1000-1, ПЖ220-1000-4 и ПЖ220-1000-5 должны выдерживать вибрацию с частотой 25 Гц и амплитудой, равной 1 мм, в течение 7 ч при номинальном напряжении, лампы типов ПЖ110-2000, ПЖ127-2000, ПЖ220-2000 должны выдерживать вибрацию частотой 25 Гц при ускорении 29,4 м/с^2 в течение 6 ч при номинальном напряжении и в течение 1 ч в выключенном состоянии, остальные лампы должны выдерживать механические воздействия, соответствующие группе условий эксплуатации М1 по ГОСТ 17516—72. Положение при эксплуатации следующее: для ламп типов ПЖ50-25, ПЖ50-250, ПЖ127-500, ПЖ220-400, ПЖ220-600, ПЖ220-1100, ПЖ230-1000 — горизонтальное, с допустимым отклонением от этого положения на угол ±45°, при этом электроды ламп типов ПЖ127-500, ПЖ220-400, ПЖ220-600, ПЖ220-1100, ПЖ230-1000 должны располагаться в горизонтальной плоскости для ламп типов ПЖ127-1000, ПЖ127-1000-1, ПЖ220-1000-4, ПЖ220-1000-5, ПЖ24-1000, ПЖЗ24-1000 — вертикальное, цоколем вниз, с допустимым отклонением от этого положения на угол до 90°, для ламп типов ПЖ50-500-1, ПЖ110-1000, ПЖ110-500, ПЖ110-1000-2, ПЖ110-1500, ПЖ110-2000-1, ПЖ110-2000-2, ПЖ220-500, ПЖ220-1000-2 — вертикальное, цоколем вниз, с допустимым отклонением от этого положения на угол ±15°, для ламп типов ПЖ24-250, ПЖЗ24-250, ПЖ24-250-2, ПЖЗ24-250-3, ПЖ24-500, ПЖЗ24-500, ПЖ24-500-2, ПЖЗ24-500-3 — вертикальное, цоколем вниз, с допустимым отклонением от этого положения на угол до 135°, для ламп типов ПЖ110-2000, ПЖ127-2000, ПЖ220-2000 — вертикальное, цоколем вниз, с допустимым отклонением от этого положения на угол до 45° в плоскости, перпендикулярной плоскости тела накала, и до 30° в плоскости тела накала, для ламп типов ПЖ220-500-4, ПЖ220-500-5 — горизонтальное с допустимым отклонением в вертикальной плоскости на угол ±45°, тело накала при этом должно находиться в вертикальной плоскости, для ламп типа ПЖЗ127-250 — вертикальное, цоколем вниз, с допустимым отклонением на угол 45°, для ламп типа ПЖ220-3000 — вертикальное, цоколем вниз, с допустимым отклонением от этого положения на угол не более 30°, при этом наклон допускается только в направлении, перпендикулярном плоскости электродов.

Таблица 4 5

Технические данные зеркальных ламп накаливания (ГОСТ 13874—83)

Тип лампы	Расчетное напряжение, В	Мощность, Вт	Осевая сила света, кд		Световой поток, лм	Средняя продолжительность горения, ч	Предельные значения			Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
			уровня А	уровня Б			Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, г	
3К215-225-40	220	40	540	530	220	1000	91	140	60	E27/27
3КН215-225-40			330	320	135				90	
3К215-225-60		60	950	890	370				60	
3КН215-225-60			570	550	230				90	
3К215-225-100		100	1850	1410	800				80	
3КН215-225-100			1000	980	410				120	
3К215-225-150		150	1540	1400	1300	1500	130	186	135	E27/30
3КН215-225-150			1420	1200	780	1000		185		
3К215-225-200		200	2100	1900	1800	1500		186		
ИК3215-225-250		250	—	—	—	6000		215	180	E40/45
ИК3К215-225-250			—	—	—	6500		195		E27/30
ИК3С215-225-250-1			—	—	—	6000				
3К215 225-300		300	3200	2900	2800	1500	127	186	135	
3К215 225-300-1			3200	3000	3600	1000				
3К215-225-500		500	5550	5050	5000	1500	180	267	300	E40/45
ИК3215-225-500			—	—	—	6000				
ИК3215-225-500-1			—	—	—		130	215		
3К215 225-500-1			6500	6200	6400	1000	180	267		
3К215-225-750		750	16500	14000	7900	1500	201		315	
3К215-225-1000		1000	22600	18000	11500					
3К220 230-40	225	40	500		250	1000	91	140	60	E27/27
3К220-230-60 1		60	840		500					
3К220-230-100-1		100	1400		820				80	
3К220-230-150-1		150	1400		1500	1500	130	186	135	E27/30
3К220 230-200		200	2100		2150					
3К220-230-300		300	2800		3100	1000				E27/27
3К220 230-300-2			3900		3750					
3К220 230-500-2		500	7000		6350		180	267	300	E40/45
3К235-245 150-1	240	150	1400		1500	1500	130	186	135	E27/30
3К235-245-200		200	2100		2150					
3К235 245 300		300	2800		3100					
3К235 245-300-2			3700		3700	1000				E27/27
3К235 245-500		500	4500		5000	1500	180	267	300	E40/45
3К235 245-500-2			6800		6250	1000				

Окончание табл 4 5

Тип лампы	Расчетное напряжение, В	Мощность, Вт	Осевая сила света, кд		Световой поток, лм	Средняя продолжительность горения, ч	Предельные значения			Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
			уровня А	уровня Б			Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, г	
ЗК235-245-750 ЗК235-245-1000	240	750 1000	12000 16000		7500 10500	1500	201	267	315	E40/45
ЗК215-225-40 ЗДН215-225-40	220	40	200 120	180 110	250 150	1000	73	122	50 60	E27/27
ЗД215-225-60 ЗДН215-225-60		60	320 190	300 185	420 260				50 60	
ЗД215-225-100 ЗДН215-225-100		100	630 370	590 350	840 500		87	128	60 80	
ЗШН215-225-60 ЗШН215-225-100		60 100	55 110	50 100	150 300	1250	66	129	—	
ЗШ215-225-300 ЗШ215-225-500		300 500	1100 2000	1000 1800	3500 6400		134	250	215	E40/45
ЗШ215-225-750 ЗШ215-225-1000		750 1000	3400 4950	2900 4500	10000 13500		162	300	270	
ЗШ235-245-300 ЗШ235-245-500	240	300 500	800 1550		3350 6200		134	250	215	
ЗШ235-245-750 ЗШ235-245-1000		750 1000	2500 3700		9500 13000		162	300	270	

Примечание Для ламп типа ЗШ приведена максимальная сила света в направлении под углом 70∓5° к вертикали

В табл. 4.5 приведены технические данные зеркальных ЛН, которые применяют в облучательных установках, а также для внутреннего и наружного освещения. Их эксплуатируют в сетях переменного тока. В условном обозначении типов ламп буквы и числа означают. З — зеркальная, К — концентрированная кривая силы света, Д — косинусная кривая силы света, Ш — широкая кривая силы света, Н — неодимовая, ИКЗ — инфракрасная зеркальная, К — красный (цвет колбы или покрытия купола), С — синий (цвет колбы), первые два числа — диапазон напряжений в вольтах, третье число — номинальную мощность в ваттах и последнее число — модификацию относительно базовой модели.

Все типы ламп, за исключением ИКЗК215-250, колба которых выполнена из тугоплавкого стекла, снабжают плавким предохранителем, который при токовых перегрузках предотвращает нарушение целостности колбы. Цветовая температура ламп типа ИКЗ равна 2350 К. Такая температура обеспечивает максимум излучения в ближайшей инфракрасной области при одновременном увеличении средней продолжительности горения ламп до 6000 ч.

Для ламп в колбах из неодимового стекла максимальный поток излучения на длине волны 585 нм достигает 35%. Максимальная температура на колбах ламп при напряжении, равном 110% номинального, составляет 420°С, а на цоколе это 200°С. Лампы изготавливают в климатическом исполнении УХЛ, категории размещения 2 по ГОСТ 15150—69 и 15543—70, при этом условия эксплуатации ламп должны соответствовать группе М1 по ГОСТ 17516—72

Таблица 46

Технические данные галогенных ламп накаливания различного назначения

Тип лампы	Номинальные значения				Средняя продолжительность горения, ч	Габаритные размеры, мм	
	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, клм	Цветовая температура, К		Диаметр колбы	Длина лампы
Для общего освещения							
КГ220-1000-5	220	1000	22	3000	2000	10,7	189
КГ220-1500		1500	33		2000	10,7	254
КГ220-2000-4		2000	44		2000	10,7	335
КГ220-5000-1		5000	110		3000	20,0	520
КГ220-10000-1		10000	220		3000	26,0	675
КГ220-20000-1		20000	440		2000	36,0	890
Для студийного освещения							
КГ22-500	220	500	13,5	3200	150	11	132
КГ220-1000-4		1000	26		420	11	180
КГ220-2000-3		2000	54		450	11	236
КГ220 5000		5000	125		2000	20	520
КГ220-10000		10000	260		2000	27	675
Для термокопировальных и электрографических аппаратов							
КГ220-400	220	400	6,4	3000	500	8	280
КГ220 1300-1		1300	—	2800	3000	11	308
КГ220 1800		1800	—	—	2000	10,7	400
Для проекционных и оптических приборов							
КГМ12-100	12	100	3	3250	100	11	45
КГМ24-150	24	150	4,7	3400	50	12,5	45
КГМ24-250	24	250	8,5	—	50	15,5	55
КГМ40-750	40	750	23,5	3300	150	28	110
КГМ220-500	220	500	12	—	50	22	85
Для кинопрожекторов							
КГК220-2000	220	2000	58	3250	170	46	220
КГК220-3000		3000	84		220	56	265
КГК220-5000		5000	140		250	65	275
КГК220-10000		10000	280		270	80	400
Самолетные							
КГСМ27-40	27	40	880	—	500	9	40
КГСМ27-85		85	1870		500	12	51
КГСМ27-150		150	3300		500	12	51
КГСМ27-200		200	4400		300	18	100

Таблица 47

Технические данные галогенных ламп накаливания (СТ СЭВ 3469—81)

Параметр	Значение параметра для ламп типов	
	220-230-5000	220 230-10000
Расчетное напряжение, В	225	225
Номинальная мощность, Вт	5000	10 000
Рабочий диапазон напряжений, В	220—230	220—230
Номинальный световой поток, лм	110 000	220 000
Номинальная частота, Гц	50	50
Номинальная мощность, Вт	5250	10 500
Минимальный световой поток, лм	100 000	200 000
Диаметр колбы, мм	20,5	27
Длина лампы, мм	520	680
Тип цоколя	K27S/250	K27S/96

Галогенные лампы накаливания

Галогенные лампы накаливания (ГЛН) являются высокоинтенсивными малогабаритными источниками оптического излучения, которые используются для общего и прожекторного освещения, ИК-облучения, кинофотосъемочного и телевизионного освещения, автомобильных фар, аэродромных огней, для комплектования различных оптических приборов.

Технические данные ГЛН различного назначения приведены в табл. 4.6. В условном обозначении типов ГЛН буквы и числа означают: первая буква — материал колбы (К — кварцевая), вторая — галогенную добавку (Г — галоген), третья и последующие буквы — область применения (СМ — самолетная) или конструктивную особенность (М — малогабаритная, К — с концентрированным телом накала), первое число — напряжение в вольтах, второе — мощность в ваттах и третье — порядковый номер разработки.

Стандарт СЭВ 3469—81 распространяется на ГЛН, предназначенные для общего наружного освещения. Технические данные указанных ламп приведены в табл. 4.7. Средняя продолжительность горения при расчетном напряжении — не менее 3000 ч, а минимальная — не менее 2000 ч. Лампы изготовляют в климатическом исполнении F, категории размещения 2 по СТ СЭВ 458—77 и 460—77. При эксплуатации положения ламп — горизоитальное, с допустимым отклонением не более 4°. Кроме того, при эксплуатации должны быть обеспечены условия, при которых температура на поверхности трубчатой колбы в наиболее иагретом месте составляет не более 900 °С, а в наиболее холодном — не менее 200 °С.

4.3. РАЗРЯДНЫЕ ЛАМПЫ

Прииции действия и классификация разрядных ламп

К разрядным лампам (РЛ) относят электрические лампы, в которых свет создается в результате электрического разряда в газах, парáх металлов или их смесях. Электрический разряд в РЛ может быть дуговым, тлеющим или импульсным. Вид разряда определяется параметрами внешней цепи (напряжением электрической сети, балластным сопротивлением), типом катода, а также составом среды, наполняющей колбу, и ее давлением. Для осветительных установок наиболее широко используют РЛ дугового разряда, так как он позволяет создать лампы с весьма разнообразными характеристиками и высокой эффективностью, требующих для своего питания относительно низкого напряжения.

Область применения РЛ определяется тем, что они имеют более высокую световую отдачу и продолжительность горения по сравнению с ЛН, а также более широкий диапазон мощностей при весьма разнообразных спектрах излучения. Соответствующий подбор среды и условий разряда позволяет создавать высокоэффективные источники излучений во всех областях оптического диапазона, причем можно получать спектры излучения, состоящие из одиночных линий, многолинейчатые и непрерывные. Малая инерционность разряда позволяет применять РЛ там, где требуется модуляция излучения. Все указанное обусловило широкое применение РЛ не только для освещения, но и для многочисленных специальных целей. Например, для дальнометрии, аэрофотосъемки, накачки лазеров, в облучающих установках, а также для изучения перемещающихся объектов и быстропротекающих процессов.

РЛ присущ и ряд недостатков. Прежде всего это определенная сложность включения их в электрическую сеть, связанная с особеиностями разряда, так как для его зажигания требуется более высокое иапряжение, чем для поддержания устойчивого горения. Для РЛ высокого и сверхвысокого давления, у которых в качестве рабочей среды использованы пары металлов, устойчивое горение возникает только спустя некоторое время после включения. Повторное зажигание таких ламп без специальной аппаратуры возможно лишь по истечении определенного времени после отключения от электрической сети. При

подключении РЛ к сети переменного тока частоты 50 Гц излучаемый ими световой поток изменяется с изменением тока в сети. Такая пульсация оказывает отрицательное влияние на зрительную функцию человека и обусловливает возникновение стробоскопического эффекта, сущность которого заключается в том, что в пульсирующем свете искажается зрительное восприятие движущихся (вращающихся) объектов

Классификация РЛ возможна по различным признакам Однако наиболее целесообразно использовать признаки, которые предполагают такие важнейшие свойства РЛ, как яркость, энергетический КПД, спектр и цветность излучения А так как для указанных свойств определяющими признаками являются состав рабочей среды в колбе и парциальное давление компонентов этой среды, то в соответствии с ГОСТ 19190—84 РЛ подразделяют на: ртутные низкого давления (парциальное давление пара в колбе при установившемся режиме до 10^2 Па), ртутные дуговые высокого давления (от 10^5 до 10^6 Па), ртутные дуговые сверхвысокого давления (свыше 10^6 Па), дуговые металлогалогенные, в которых свет создается смесью паров металлов и продуктов разложения галогенных соединений; натриевые низкого давления (до 10^2 Па); натриевые дуговые высокого давления (10^4 Па), ксеноновые высокого и сверхвысокого давления. При этом вид используемого разряда обозначают буквами· Т — тлеющий, Д — дуговой, И — импульсный, а форму колбы. Т — трубчатая, Ш — шаровая

Люминесцентные лампы

Люминесцентные лампы (ЛЛ) представляют собой РЛ низкого давления, в которых свет излучается в основном слоем люминесцирующего вещества, нанесенного на внутреннюю поверхность колбы и возбуждаемого ультрафиолетовым излучением электрического разряда. В зависимости от характера электрического разряда ЛЛ подразделяют на лампы дугового разряда с горячим катодом и лампы тлеющего разряда с холодным катодом. Лампы тлеющего разряда в основном применяют для сигнализации и световой рекламы

ЛЛ дугового разряда получнли самое широкое применение в осветительной технике, так как они характеризуются. высокой световой отдачей (до 80 лм/Вт), большой продолжительностью горения (до 15 000 ч), благоприятным спектром излучения, обеспечивающим высокое качество цветопередачи, большой протяженностью колбы при низких температуре и яркости ее поверхности, что позволяет размещать лампы близко к работающим и обеспечивать равномерное распределение освещенности в поле зрения.

Наряду с достоинствами ЛЛ присущи и следующие недостатки.

Подключение к электрической сети только через ПРА, причем напряжение на ЛЛ при горении должно быть приблизительно вдвое ниже напряжения сети, тогда возможно использование простейшей схемы включения, т. е. схемы со стартером и индуктивным или индуктивно-емкостным балластом

Чувствительность к колебаниям напряжения электрической сети. Как пониженное, так и повышенное напряжение в электрической сети нежелательно. Снижение напряжения более чем на 10 % от номинального приводит к отказу в зажигании ламп, а повышение — сокращает продолжительность горения.

Работа в ограниченном диапазоне температуры окружающей среды, так как она предопределяет температуру стенки колбы и соответственно этому давление паров ртути внутри. Температура окружающей среды в пределах плюс 18—25 °С является оптимальной для ЛЛ за исключением амальгамных ламп, для которых она находится в пределах плюс 45—55 °С. Отклонение от оптимума в большую сторону ведет к спаду светового потока, а в меньшую — к ухудшению зажигания. При температуре ниже плюс 5 °С зажигание ЛЛ затруднено и после зажигания они горят тускло.

Пульсация светового потока, а также значительное снижение его к концу срока службы ламп. Пульсация светового потока при питании ЛЛ переменным

током вызваиа пульсацией УФ-излучения столба разряда, которая несколько сглаживается за счет послесвечения люмииофора. При включении в электрическую сеть переменного тока частоты 50 Гц с образцовым дросселем коэффициент пульсации для ЛЛ типа ЛБ составляет 22—23 %, ЛТБЦ — 68—70 %, ЛЕЦ — 73—75 %. Для снижения пульсации светового потока при одновременном увеличении коэффициента мощности наиболее широко применяют схему двухлампового включения, в которой одна лампа, в цепи с дросселем, работает на отстающем, а другая, в цепи с дросселем и конденсатором,— на опережающем токе. Коэффициент мощности в этом случае достигает 0,95. Применяют также фазировку светильников с ЛЛ на три фазы электрической сети. Однако здесь следует учитывать, что высшие гармонические составляющие в кривой тока обусловливают (даже при равномерной иагрузке фаз) в нулевом проводе электрической сети ток, который при компенсированном ПРА достигает 87 % тока в фазах, и, как следствие этого, требуется увеличение сечения нулевого провода. Для исключения пульсации светового потока возможно питание ЛЛ постоянным током, но при этом вначале эксплуатации ЛЛ наблюдается некоторое повышение световой отдачи ламп, которая через несколько часов горения снижается более чем вдвое из-за скапливания ртути около катода. Кроме того, продолжительность горения ЛЛ при питании постоянным током существенно ниже, чем при переменном. Поэтому перспективным направлением в снижении пульсации светового потока ЛЛ является переход на высокочастотное их питание.

ЛЛ являются источниками раднопомех в диапазоне от 0,15 до 1,5 МГц, т е. в диапазоне длинных и средних волн, при этом в момент зажигания интенсивность радиопомех более высокая, чем при горении. Для снижения радиопомех до регламентируемых норм используют различные фильтры, которые являются элементами электрических схем подключения светильников к питающей сети.

ЛЛ ограниченно пригодны для наружного освещения и освещения высоких помещений, что обусловлено их малой мощностью (до 150 Вт), относительно большой длиной, трудностью перераспределения и концентрации их светового потока в пространстве.

ЛЛ дугового разряда подразделяют на лампы общего и специального назначения Их условное обозначение состоит из нескольких букв и чисел. Первая буква (Л) характеризует принадлежность лампы к данному виду, следующие буквы означают либо цвет излучения, либо особенности спектра нзлучения· Б — белая, Д — дневная, Е — естественная, ТБ — тепло-белая, ХБ — холодно-белая, Ф — фотосинтетическая, УФ — ультрафиолетовая, К, Ж, Р, З, Г — соответственно красная, желтая, розовая, зеленая, голубая, Ц — с улучшенной цветопередачей. Далее следуют буквы, означающие конструктивные особенности ламп: А — амальгамная, Б — быстрого пуска, К — кольцевая, Р — рефлекторная, U-образная, Щ — щелевая. Число после букв означает номинальную мощность в ваттах, а следующее число — отличительную особенность лампы по сравнению с базовой моделью.

ЛЛ общего назначения представляют собой трубчатые конструкции, длина осевой линии которых значнтельно превышает днаметр ламп. Лампы предназначены для общего освещения закрытых помещений, а также для наружных установок, питаемых от сети переменного тока частоты не менее 50 Гц с соответствующим ПРА. Технические данные ЛЛ по ГОСТ 6825—74, используемых в схемах стартерного зажигания, приведены в табл. 4.8.

По соображениям обеспечения взаимозаменяемости длина ЛЛ стандартизована международными соглашениями. Лампы изготавливают в климатическом исполнении УХЛ, категории размещения 4.2 по ГОСТ 15150—69 и 15543—70, но для работы при температуре окружающей среды от плюс 5 до плюс 55 °С, относнтельной влажности не более 70 %, высоте над уровнем моря не более 2000 м, в остальном они должны соответствовать группе условий эксплуатации

Таблица 4 8

Технические данные люминесцентных ламп низкого давления (ГОСТ 6825—74)

Тип лампы	Номинальные значения				Продолжительность горения, ч		Предельные значения				Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
	Напряжение на лампе, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	средняя	минимальная	Диаметр, мм	Длина лампы, мм		Масса, г	
								без штырьков	со штырьками		
ЛБ4	29	4	140	35,00	6000	3000	16	135,9	150,1	25	G5d/15
ЛБ6	42	6	270	45,00	7500			212,1	226,3	32	
ЛБ8	56	8	380	47,50				288,3	302,4	40	
ЛБ13	95	13	830	63,85				516,9	531,1	75	
ЛД15	54	15	700	46,66	15 000	6000	27	437,4	451,6	118	G13d/24
ЛДД15-1			640	42,66							
ЛХБ15			800	53,33							
ЛБ15-1			835	55,70							
ЛТБ15			820	54,66							
ЛД20	57	20	1000	50,00	13 000	5200	40	589,8	604,0	170	G13d/35
ЛДЦ20			850	42,50							
ЛХБ20			1020	51,00							
ЛБ20-1	60		1200	60,00	15 000						
ЛТБ20	57		1100	55,00	13 000						
ЛД30	104	30	1800	60,00	15 000	6000	27	894,6	908,8	190	G13d/24
ЛДЦ30-1			1500	50,00							
ЛБ30-1			2180	72,70							
ЛХБ30			1940	64,67							
ЛТБ30			2020	67,33							
ЛД40 1	109	40	2600	65,00	15 000	6000	40	1199,4	1213,6	320	G13d/35
ЛДЦ40-1			2200	55,00							
ЛХБ40 1			3100	77,50							
ЛБ40 1			3200	80,00							
ЛТБ40-1			3150	78,75							
ЛД65	110	65	4000	61,54	13 000	5200	40	1500,0	1514,2	450	
ЛДЦ65			3160	48,64							
ЛХБ65			4400	67,69							
ЛБ65-1			4800	73,85	15 000	6000					
ЛТБ65			4650	71,54	13 000	5200					
ЛД80	102	80	4300	53,75	12 000	4800					
ЛДЦ80			3800	47,50							
ЛХБ80 1			5200	65,00	13 000	5200					
ЛБ80-1			5400	67,50	12 000	4800					
ЛТБ80			5200	65,00							

М2 по ГОСТ 17516—72. Время зажигания ламп при номинальном напряжении электрической сети должно составлять не более 10 с, а время выхода ламп на предельные характеристики — не более 15 мин.

Серия энергоемких ЛЛ в колбе диаметром 26 мм мощностью 18, 36 и 58 Вт предназначена для общего и местного освещения промышленных, общественных, административных (ЛБ18-1, ЛДЦ18, ЛБ36, ЛБ58) и жилых помещений (ЛЕЦ18, ЛЕЦ36, ЛЕЦ58). Энергоэкономичные лампы отличаются от обычных ЛЛ мощностью 20, 40, 65 Вт повышенным КПД разряда, уменьшенным на 7—8 % потреблением электроэнергии, снижением затрат материалов при изготовлении, хранении и транспортировке. Энергоэкономичные ЛЛ эксплуатируются как в светильниках, предназначенных для стандартных ламп, так

Таблица 4 9

Технические данные энергоэкономичных люминесцентных ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Ток, А	Световой поток, лм	Продолжительность горения, ч	Длина, мм
ЛБ18-1	18	57	0,37	1250	15000	604,0
ЛДЦ18	18	57	0,37	850	15000	604,0
ЛЕЦ18	18	57	0,37	850	13000	604,0
ЛБ36	36	103	0,43	3050	15000	1213,6
ЛДЦ36	36	103	0,43	2200	15000	1213,6
ЛЕЦ36	36	103	0,43	2150	13000	1213,6
ЛБ58	58	110	0,67	4800	15000	1514,2
ЛЕЦ58	58	110	0,67	3330	13000	1514,2

н в специально разработанных (светильники типа ЛПО33, ЛПО34, ЛПС18) Технические данные энергоэкономичных ЛЛ приведены в табл. 4 9.

Компактные ЛЛ выпускаются двух типов. КЛС (рис. 4.1, *а*) и КЛ (рис. 4 1, *б*) [12].

Конструктивно КЛС выполнены в виде пластмассового корпуса *1*, оснащенного резьбовым цоколем Е27, и состыкованного с ним светорассеивающего колпака *5* из поликарбоната. Внутри размещена двойная U-образная трубка *3* и панель *2*, на которой закреплен электромагнитный ПРА *4*, а также стартер с конденсатором (внутри цоколя). Ввиду того что элементы лампы расположены в замкнутом объеме, за счет теплоты, излучаемой разрядной трубкой и ПРА, температура воздуха внутри корпуса может достигать 90°С В связи с этим в качестве заполнителя разрядной трубки использована амальгама, а в корпусе и в колпаке предусмотрены вентиляционные отверстия, снижающие тепловой режим работающей лампы. Лампы типа КЛС предназначены для прямой замены ЛН, что позволяет экономить до 75 % потребляемой энергии Их технические данные приведены в табл. 4.10

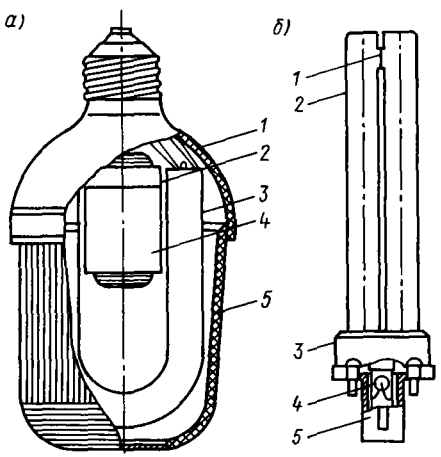


Рис 4 1 Конструктивное оформленне компактных люминесцентных ламп *а* — типа КЛС, *б* — типа КЛ

Конструктивно КЛ (рис. 4 1, *б*) выполнены в виде двух параллельно расположенных разрядных трубок *2*, соединенных между собой у концов, противоположных электродам, полой перемычкой *1* Со стороны электродов разрядные трубки оснащены металлическим колпачком *3*, который имеет пластмассовый цоколь *5* типа G23. Внутри цоколя размещен стартер и конденсатор *4*. Лампы выпускаются мощностью 7; 9 и 11 Вт и используются в одно- и многоламповых специальных светильниках для освещения жилых и общественных помещений. Технические данные КЛЛ типа КЛ приведены в табл. 4.10. Радиопомехи, генерируемые КЛЛ, соответствуют норме. Пульсация светового потока — как и у стандартных ЛЛ. Спад светового потока составляет 25—30 % к концу средней продолжительности горения.

Лампы специального назначения отличаются от ламп общего назначения или конструктивными особенностями или эксплуатационными свойствами. К ним относят амальгамные, рефлекторные, фигурные, цветные, а также эри-

Таблица 4 10

Технические данные компактных люминесцентных ламп

Тип лампы	Номинальные значения				Цветовая температура, К	Индекс цветопередачи	Средняя продолжительность горения, тыс ч	Предельные значения		
	Мощность, Вт	Напряжение, В	Рабочий ток, А	Световой поток, лм				Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, г
КЛ7/ТБЦ	7	45	0,180	400	2700	82	5,0	28	135	40
КЛ9/ТБЦ	9	60	0,170	600				28	167	45
КЛ11/ТБЦ	11	90	0,155	900				28	235	55
КЛС9/ТБЦ	9	220	0,093	425				85	150	470
КЛС13/ТБЦ	13	220	0,125	600				85	160	470
КЛС18/ТБЦ	18	220	0,180	900				85	170	520
КЛС25/ТБЦ	25	220	0,270	1200				85	180	600

темные и бактерицидные лампы. Технические данные указанных ЛЛ приведены в табл 4.11.

Особенностью амальгамных ЛЛ является смещение максимума световой отдачи по кривой зависимости ее от температуры окружающей среды в сторону больших температур, т. е. к плюс 40—70°С вместо 20°С при использовании ртути. Указанное позволяет применять амальгамные ЛЛ в закрытых светильниках, например, для наружного освещения Отрицательными особенностями амальгамных ЛЛ являются затрудненное зажигание и длительный процесс их разгорания, достигающий 15—20 мин.

Таблица 4.11

Технические данные люминесцентных ламп специального назначения

Тип лампы	Номинальные значения				Продолжительность горения, ч		Размеры, мм	
	Мощность, Вт	Ток, А	Напряжение на лампе, В	Световой поток, лм	средняя	минимальная	Длина без штырьков	Диаметр (ширина)
Амальгамные								
ЛБА15-1	15	0,33	54	780	12 000	4800	451,6	27
ЛБА30-1	30	0,36	104	2040			908,8	27
ЛБА40	40	0,43	103	3040			1213,6	40
Рефлекторные								
ЛБР40	40	0,43	103	2500	10 000	4000	1213,6	40
ЛБР80	80	0,87	102	4350			1514,2	40
ЛХБР40	40	0,43	103	2080			1213,6	40
ЛХБР80	80	0,87	102	3460			1514,2	40
Фигурные								
ЛБU30	30	0,36	104	1920	15 000	6000	465	(86)
ЛЕЦW30	30	0,35	108	1800	15 000	6000	231	(230)
ЛБК22	22	0,38	66	1050	7 500	3000	—	216
ЛБК32	32	0,41	82	1900	7 500	3000	—	311
ЛБК40	40	0,44	110	2600	7 500	3000	—	412
Цветные								
ЛК40БП	40	0,43	103	330	7500	4000	1213,6	40
ЛЖ40БП				1450				
ЛР40БП				560				
ЛЗ40БП				2100				
ЛГ40БП				1000				

В остальном их параметры аналогичны параметрам стандартных ЛЛ.

Характерной особенностью рефлекторных ЛЛ является то, что на внутреннюю поверхность колбы (до 2/3 ее окружности) нанесен диффузно отражающий слой, а на него — слой люминофора Отражающий слой концентрирует поток излучения в направлении той части колбы, где нет этого покрытия. Такие лампы имеют на 20—30 % меньшую световую отдачу по сравиеиию со стандартными ЛЛ. Однако для ряда целей выгоднее несколько снизить общий световой поток, но значительно выиграть в силе света в нужном направлении, например для карнизного освещения, освещения витрин, при использовании в светильниках местного освещения и т. д.

Важной особенностью ЛЛ является разнообразие формы трубки-колбы, что позволяет создавать фигуриые ЛЛ, например U- и W-образные, кольцевые и т. п. Длина фигуриых ламп в 2—3 раза меньше, чем прямых той же мощности, поэтому они наиболее широко применяются для светильников местного освещения. Например, возможио использование в одном светильнике набора кольцевых ЛЛ, располагаемых коаксиальио. Световая отдача фигурных ЛЛ несколько ниже, чем прямых, из-за взаимного экранирования частей колбы.

Цветные ЛЛ применяются для декоративного освещения и световой рекламы, главным образом внутри помещений при использовании схем быстрого пуска. Они имеют те же габаритиые и электрические параметры, что и обычные ЛЛ У зеленых ЛЛ цвет излучения определяется маркой люминофора, а у остальных — цветом пигмента, который наносят иа наружиую поверхность колбы.

Положение горения ЛЛ может быть произвольное, однако в большинстве случаев их размещают горизоитально

Ртутиые дуговые лампы высокого давления

В соответствии с ГОСТ 15049—81 к ртутным лампам высокого давления относят РЛВД, парциальное давление паров ртути в которых при установившемся режиме горения находится в пределах от 10^5 до 10^6 Па На основе разряда высокого давления в парáх ртути изготавливают несколько типов РЛВД, наиболее широко в светотехнике используют лампы типа ДРТ и ДРЛ.

Параметры дуговых ртутных трубчатых ламп высокого давления типа ДРТ регламентирует ГОСТ 20401—75, их технические данные приведены в табл 4.12. В условном обозиачении типов ламп буквы и числа означают: Д — дуговая, Р — ртутная, Т — трубчатая, далее число — номинальиую мощность в ваттах и следующее число — модификацию относительно базовой модели. Лампы изготавливают в климатическом исполнении О, категории размещения 4.2 по ГОСТ 15150—69 и 15543—70, при этом они должны соответствовать группе условий эксплуатации М1 по ГОСТ 17516—72. Для крепления ламп в арматуре они снабжены металлическими хомутиками с держателями, при этом для облегчения зажигания ламп на их колбу нанесена специальная полоска, на которую подается зажигающий импульс. Лампы получают питание от сети переменного тока частоты 50 Гц через ПРА. Рабочее положение ламп — горизонтальное с максимальным отклонением 10°. Лампы обеспечивают стабильную работу при снижении напряжения сети до 90 % номинального.

Лампы ДРТ — эффективный источник УФ-излучения, поэтому их применяют в медицине, сельском хозяйстве, измерительной технике (люмннесцентный анализ) и в других областях. Относительное распределение энергии излучения в спектре ламп типа ДРТ по отношению к энергии линии 365/630 нм приведено в табл. 4.13. В связи с тем что лампы типа ДРТ имеют преимущественно линейчатый спектр, в котором почти отсутствует излучение в длинноволновой части видимого участка спектра (от 610 до 780 нм), это приводит к значительному искажению цветопередачи и делает эти лампы непригодными для освещения.

Принято оценивать пригодность ламп для осветительных установок так называемым красным отношением, кото-

Таблица 4 12

Технические данные дуговых ртутных трубчатых ламп высокого давления (ГОСТ 20401—75)

Тип лампы	Номинальные значения				Средняя продолжительность горения, ч	Предельные значения		
	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Рабочий ток, А	Лучистый поток (длина волны 240—320 нм), Вт		Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, г
ДРТ240 ДРТ240-1 ДРТ240-2 ДРТ240-3	240	70	3,70	24,6	2200	19	180	50
ДРТ400 ДРТ400-1 ДРТ400-2 ДРТ400-3	400	135	3,25	39,0	2700	22	250	65
ДРТ1000 ДРТ1000-1 ДРТ1000-2 ДРТ1000-3	1000	145	7,50	128	2200	32	330	110

Таблица 4 13

Относительное распределение энергии излучения в спектре ламп типа ДРТ

Длина волны, нм	Средняя энергия излучения, %	Длина волны, нм	Средняя энергия излучения, %
577/90	70,40	297	14,30
546	71,75	289	5,00
436	62,40	280	10,30
405/78	35,90	275	3,20
365/63	100,00	270	4,10
334	6,60	255	23,40
312/32	68,00	254	26,10
302/26	31,20	248	10,50

рое характеризуется отношением светового потока в красной части спектра к общему световому потоку лампы. Если у ламп красное отношение в пределах 5 %, то они могут использоваться в ОУ промышленных предприятий и наружного освещения, где не предъявляется повышенных требований к качеству цветопередачи. Световой поток считают удовлетворительным по цветопередаче, если красное отношение более 7 %.

Имеется ряд способов исправления цветности светового потока ртутных ламп ВД. Наибольшее распространение получили следующие два способа Первый — это преобразование с помощью люминофора УФ-излучения в световой поток красной части спектра (лампы типа ДРЛ), второй — введение в горелку ртутной лампы ВД йодидов металлов (лампы типа ДРИ) В последнем случае за счет соответствующего подбора металла создают требуемую цветность излучения лампы.

Ртутные лампы высокого давления с исправленной цветопередачей общего назначения типа ДРЛ представляют собой кварцевую горелку, которая размещена внутри колбы. Внутренняя поверхность колбы покрыта слоем люминофо-

Таблица 4 14

Технические данные ртутных ламп высокого давления общего назначения

Тип лампы	Номинальные значения				Красное отношение, %	Средняя продолжительность горения, тыс ч	Габаритные размеры, мм		Масса, г	Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Рабочий ток, А	Световой поток, клм			Диаметр	Длина		
ДРЛ250(6)-4	250	130	2,15	13,0	6	12	91	227	235	E40/45
ДРЛ250(10)-4				13,5	10					
ДРЛ250(14)-4				13,5	14					
ДРЛ400(6)-4	400	135	3,25	23,5	6	15	122	292	360	
ДРЛ400(10)-4				24,0	10					
ДРЛ400(12)-4				24,0	12					
ДРЛ700(6)-3	700	140	5,40	40,6	6	20	152	368	595	
ДРЛ700(10)-3				41,0	10					
ДРЛ700(12)-3				41,0	12					
ДРЛ1000(6)-3	1000	145	7,50	58,0	6	18	181	410	650	
ДРЛ1000(10)-3				59,0	10					
ДРЛ1000(12)-3				59,0	12					

ра, который за счет преобразования УФ-излучения насыщает видимое излучение в красной области спектра. В качестве газа, заполняющего полость колбы, применяют смесь аргона с азотом.

Технические данные ртутных ламп ВД общего назначения типа ДРЛ приведены в табл. 4.14. В условном обозначении типов ламп буквы и числа означают: ДР — дуговая ртутная, Л — люминесцентная, первое число — номинальная мощность в ваттах, второе число в скобках — красное отношение в процентах. Лампы изготавливают в климатическом исполнении У, категории размещения 2 по ГОСТ 15150—69 и 15543—70, при этом они должны соответствовать группе условий эксплуатации М1 по ГОСТ 17516—72. Лампы эксплуатируют в электрических сетях переменного тока с номинальным напряжением 220 В частоты 50 Гц и соответствующим ПРА. При наличии в схеме стандартного дросселя коэффициент пульсации светового потока составляет 63—74 %.

Благодаря внешней колбе лампы типа ДРЛ менее чувствительны к температуре окружающей среды, чем ЛЛ и РЛ типа ДРТ. Они надежно работают при температуре в пределах от —30 до +40 °С. Влияние температуры окружающей среды сказывается в основном на напряжении зажигания ламп. Время выхода ламп на предельные характеристики доходит до 15 мин с момента зажигания лампы. Повторное зажигание ламп должно производиться не ранее чем через 15 мин после их отключения. Поло-

Таблица 4 15

Технические данные ртутных ламп высокого давления с увеличенным красным отношением

Тип лампы	Номинальные значения				Средняя продолжительность горения, тыс ч	Габаритные размеры, мм		Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Рабочий ток, А	Световой поток, клм		Диаметр	Длина	
ДРЛ50(15)	50	95	0,61	1,9	10	56	130	E27/27
ДРЛ80(15)	80	115	0,80	3,6	12	81	165	
ДРЛ125(15)	125	125	1,15	6,3	12	91	184	

жение ламп при эксплуатации допускается любое Однако прн горизонтальном положении дуга в горелке из-за конвекционных потоков слегка выгибается вверх, что приводит к некоторому снижению мощности, световой отдачи и продолжительности горення. Присоединение ламп к электрической сети осуществляется с помощью резьбовых цоколей, аналогичных прнменяемым для ЛН

Лампы типа ДРЛ с красным отношением 6 % применяют для уличного освещення и освещення автострад, с красным отношением 10 % — для наружного н внутреннего освещення промышленных объектов с высоким уровнем зрительных работ; с красным отношением 12 % и выше — для внутреннего освещения промышленных объектов.

Допустимое превышенне температуры на цоколе не должно быть более 423 К (150 °С).

Для освещения производственных и административных помещенний, где осуществляются работы, требующие повышенного цветоразличения, разработаны РЛВД типа ДРЛ мощностью 50, 80 и 125 Вт, доля красного нзлучения в которых увеличена до 15 %. Технические данные этих ламп приведены в табл. 4 15.

Металлогалогенные лампы

Металлогалогенные лампы (МГЛ) — это РЛ, в которых свет создается в результате электрического разряда в смеси паров металлов и продуктов разложения галогенных соединений металлов. Лампы имеют высокую световую отдачу (до 100 лм/Вт) и хорошую цветопередачу, что обеспечивает значительный экономический эффект при их применении практически в любых ОУ. В соответствии со сложившейся классификацией различают следующие МГЛ: общего назначения, с улучшенным качеством цветопередачи, специального технологического назначения.

Технические данные МГЛ общего назначения типа ДРИ приведены в табл. 4.16. Маркировка ламп включает в себя. буквы ДРИ (дуговая, ртутная с излучающими добавками), число — номинальную мощность в ваттах и цифру — номер разработки или модификации Лампы типа ДРИ в конструктивном отношенни подобны лампам типа ДРЛ В качестве внешней колбы применяют либо стандартную колбу лампы ДРЛ без люминофорного покрытия (моднфнкация 5), либо колбу цилиндрической формы (моднфикация 6) Лампы модификацни 5 предназначены для работы в любом положении, а модификации 6 — преимущественно в горизонтальном. Лампы, работающие при напряженни 110—130 В, включаются в сеть с напряжением 220 В с балластом; лампы, работающие при напряжении 230 В, стабнльно горят только при включенни их в электрическую сеть с напряжением 380 В.

Напряжение электрической сети оказывает снльное влияние на характеристики ламп; так, при его изменении в пределах ±(10—15) % мощность изменяется на 22—33 %, а световой поток — на 25—37 %. Температура окружающей среды в основном влияет на напряжение зажигания ламп, однако при применении ИЗУ, генерирующего высоковольтный импульс (2—4 кВ), влиянне температуры исключается Пульсация светового потока в МГЛ типа. ДРИ существенно ниже, чем у ламп ДРЛ, и составляет примерно 30 %. В продолжении горения несколько изменяется цветность излучения, что связано с различной глубиной пульсации излучения разных спектральных линий.

Все более широкое применение получают зеркальные МГЛ типа ДРИЗ для освещения сухих, пыльных и влажных производственных помещений, а также для использования в комплексных ОУ со щелевыми световодами. Они имеют резьбовой цоколь, и их включают в сеть переменного тока с номинальным напряжением 380 В частоты 50 Гц. Технические данные МГЛ типа ДРИЗ приведены в табл. 4.17. Преимуществом ламп данного типа является высокая световая отдача, длительное горение и хорошее качество цветопередачи.

Для удовлетворения специфических требований к освещению при передачах цветного телевидения и кинофотосъемочных работ разработаны МГЛ, соче-

Таблица 4 16

Технические данные металлогалогенных ламп общего назначения

Тип лампы	Номинальные значения				Средняя продол житель ность горения, тыс ч	Индекс цвето переда чи	Габаритные размеры, мм		Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Рабочий ток, А	Световой поток, клм			Диаметр	Длина	
ДРИ125	125	110	1,30	8,3	3	65	46	170	Е27/27
ДРИ175	175	110	1,84	12	4		46	211	Е40/45
ДРИ250-5	250	130	2,15	19	10	60	91	227	Е40/45
ДРИ250-6	250	130	2,15	17	3		60	227	Е40/45
ДРИ400-5	400	130	3,30	35	10		122	290	Е40/45
ДРИ400-6	400	130	3,30	32	3		62	290	Е40/45
ДРИ700-5	700	130	6,00	60	9		152	370	Е40/45
ДРИ700-6	700	130	6,00	56	3		80	350	Е40/65×50БМ
ДРИ1000-5	1000	230	4,70	90	9		176	390	Е40/45
ДРИ1000-6	1000	230	4,70	85	3		80	350	Е40/65×50БМ
ДРИ2000-6	2000	230	9,20	190	2		100	430	Е40/65×50БМ
ДРИ3500-6	3500	230	16,00	350	1,5		100	430	Е40/65×50БМ

Таблица 4 17

Техническне данные зеркальных металлогалогенных ламп (ИЖШЦ 675, 640, 00ЧТУ)

Тип лампы	Номинальное значение					Тип КСС по ГОСТ 17677—82	Габарнтные размеры, мм		Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
	Мощность, Вт	Рабочий ток, А	Световой поток, клм	Осевая снла света, ккд	Масса, г		Диаметр	Длнна	
ДРИЗ250	250	2,15	13,7	—	360	Л	167	290	Е40/45
ДРИЗ250-1			12,0	200		—	164		
ДРИЗ250-2			15,0	—		Г	164		
ДРИЗ400-1	400	3,30	23,0	200	460	—	221	355	Е40/75×50
ДРИЗ400-2			27,0	—	400	Г	177	310	Е40/45
ДРИЗ400-3			27,0	—		К	181		
ДРИЗ700-2	700	6,00	45,0	—	800	Г	265	400	Е40/75×50
ДРИЗ700-3						К	275		ЖИЦУ675 701 016

Примечание Номинальное напряжение сети 220 В, напряжение на лампе 130 В Средняя продолжительность горения 7,5 тыс ч Координаты цветности $X=0{,}40\pm0{,}04$, $Y=0{,}43\pm0{,}04$

Таблица 4 18

Технические данные металлогалогенных ламп для цветного телевидения

Тип лампы	Номнналыые зиачения				Цветовая температура, К	Индекс цветопередачи	Средняя продолжительность горения, ч	Габаритные размеры, мм	
	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Рабочий ток, А	Световой поток, клм				Диаметр	Длнна
ДРИ400-1	400	125	3,25	25,2	6000	75	1000	62	330
ДРИ1000-1	1000	125	9,5	80	6000	75	1000	80	405
ДРИ1000-2	1000	125	9,5	65	5400	65	600	80	405
ДРИ2000-1	2000	230	10,3	170	6000	80	800	100	485
ДРИ3500-1	3500	220	18,0	300	6000	85	600	100	485
ДРИШ575	575	95	7,2	44	6000	85	300	21	140
ДРИШ1200	1200	100	13,5	100	6000	80	150	27	220
ДРИШ2500	2500	115	26,0	220	6000	80	100	30	360
ДРИШ4000	4000	200	23,0	370	6000	80	100	38	405

тающие высокую световую отдачу с высоким индексом цветопередачи. Указанные лампы выпускаются в двух модификациях: линейные и шаровые. Их технические данные приведены в табл. 4.18. Лампы включаются в сеть переменного тока через специальный дроссель и снабжены блоком мгновенного перезажигания (БМП). Положение при горении как линейных, так и шаровых ламп — горизонтальное $\pm 15°$, исключение составляют лампы типа ДРИШ575, у которых положение горения произвольное.

Натриевые лампы

В основе действия натриевых ламп лежит резонансное излучение, возникающее при электрическом разряде в парáх натрия. В зависимости от давления паров натрия выделяют два типа ламп: низкого и высокого давления. У первых парциальное давление паров натрия при установившемся режиме горения не превышает 10^2 Па, а у вторых — имеет значение порядка 10^4 Па Более широко в ОУ используются натриевые лампы высокого давления (НЛВД).

В конструктивном отношении НЛВД представляют собой горелку из светопропускающей поликристаллической керамики (окись алюминия), полость которой заполнена ксеноном с добавками натрия и ртути в виде амальгамы, при этом горелка размещена в отвакуумированной до 10^{-4}—10^{-5} Па колбе. Колбе придается цилиндрическая или эллиптическая форма, ее оснащают резьбовым цоколем. Технические данные НЛВД типа ДНаТ приведены в табл. 4.19. НЛВД имеют высокую световую отдачу и большую среднюю продолжительность горения при малом спаде светового потока (не более 15—20 % к моменту истечения продолжительности горения). К числу недостатков следует отнести большой коэффициент пульсации светового потока, удовлетворительную только для ряда случаев цветопередачу и сложную схему подключения к электрической сети.

НЛВД малочувствительны к изменению температуры окружающей среды и работоспособны при ее колебании в пределах от -60 до $+40$ °С. Колебания напряжения электрической сети довольно сильно сказываются на световых и электрических параметрах ламп. Кроме того, НЛВД требуют соблюдения установленного положения горения: цоколем вверх или вниз с нормированным отклонением от этого положения.

Спектр излучения НЛВД имеет выраженную желто-оранжевую составляющую, способствующую увеличению остроты зрения, поэтому их наиболее широко используют для освещения автострад, улиц и площадей, а также больших открытых пространств. Значительное улучшение качества цветопередачи может быть обеспечено совместным применением НЛВД с РЛВД, создающим преимущественное излучение в сине-зеленой части спектра.

Таблица 4 19

Технические данные натриевых ламп высокого давления

Тип лампы	Номинальные значения						Средняя продолжительность горения, тыс ч		Габаритные размеры, мм		Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Рабочий ток, А	Световой поток, лм		Световая отдача, лм/Вт					
				уровня А	уровня Б		уровня А	уровня Б	Диаметр	Длина	
ДНаТ70	70	90	1,0	—	5800	80	—	6	45	165	Е27/27
ДНаТ100	100	100	1,2	—	9500	95	—	6	45	165	Е27/27
ДНаТ150	150	100	1,8	—	14500	100	—	6	48	220	Е40/45
ДНаТ250	250	100	3,0	—	25000	100	—	10	58	240	Е40/45
ДНаТ400-1	400	100	4,6	50000	47000	125	20	15	58	240	Е40/45
ДНаТ210	210	125	2,1	—	18000	86	—	10	91	227	Е40/45
ДНаТ360	360	130	3,3	—	35000	97	—	15	122	292	Е40/45

Тенденция к созданию унифицированных источников света для ОУ привела к появлению «дробного» мощностного ряда НЛВД (210 Вт взамен ДРЛ 250 Вт, 360 Вт взамен ДРЛ 400 Вт), что позволяет эксплуатировать эти лампы с теми же ПРА. Указанные НЛВД выпускаются в матированных колбах, что позволяет не изменять схему включения этих ламп в электрическую сеть, кроме добавления специального ИЗУ, и при меньшей потребляемой мощности обеспечивает большую освещенность.

Ксеноновые лампы

Ксеноновые лампы в соответствии с ГОСТ 15049—81 относят к газоразрядным лампам, т. е. к лампам, в которых электрический разряд происходит в газе. В зависимости от вида газа различают неоновые, гелиевые и ксеноновые лампы.

Электрический разряд в ксеноне имеет ряд особенностей, основными из которых являются следующие:

высокое напряжение для зажигания (до 50 кВ) при малом периоде разгорания, составляющем менее секунды, последнее обусловлено тем, что в отличие от РЛ с парами металлов здесь плотность ксенона практически не меняется при изменении теплового режима;

непрерывный спектр излучения в пределах длин волн от 200 нм до 2 мкм, при этом в видимой области спектр близок к солнечному (цветовая температура 6100—6300 К);

возрастающая вольт-амперная характеристика при высоких плотностях тока, что позволяет стабилизировать разряд с помощью относительно небольших балластных сопротивлений, а трубчатые лампы значительной длины включать в сеть даже без балласта.

Ксеноновые лампы представляют собой мощный источник оптического излучения в близкой УФ-, видимой и близкой к ИК-области спектра, при этом их принято классифицировать в зависимости от давления ксенона при разряде и по конструктивным признакам. В соответствии с этим различают газоразрядные лампы высокого давления (ГЛВД) с естественным и водяным охлаждением (их выполняют трубчатыми) и газоразрядные лампы сверхвысокого давления (ГЛСВД) с короткой дугой с естественным и принудительным (воздушным или водяным) охлаждением (их выполняют шаровыми).

В маркировке ламп буквы и числа означают: Д — дуговая, Кс — ксеноновая, Т — трубчатая, Ш — шаровая, В — с водяным охлаждением, М — металлическая, РБ — разборная, число — мощность в ваттах.

Ксеноновая лампа с естественным охлаждением представляет собой трубку из кварцевого стекла, по концам которой впаяны вольфрамовые активиро-

Таблица 4.20

Технические данные ксеноновых трубчатых ламп

Тип лампы	Номинальные значения				Средняя продолжительность горения, ч	Полная длина лампы, мм	Внутренний диаметр трубки, мм
	Мощность, кВт	Напряжение на лампе, В	Рабочий ток, А	Световой поток, клм			
ДКсТ2000	2	40	50	36	300	356	24
ДКсТ5000	5	110	45	98	300	646	22
ДКсТ10000	10	220	46	250	800	1260	21
ДКсТ20000	20	380	56	694	800	1990	21
ДКсТ50000	50	380	132	2230	500	2700	38
ДКсТВ3000	3	90	34	81	100	285	4
ДКсТВ5000	5	150	34	139	100	315	4
ДКсТВ6000	6	220	28	211	300	478	7
ДКсТВ8000	8	240	34	232	800	375	4
ДКсТВ15000	15	220	68	592	200	460	7
ДКсТВ50000	50	380	132	2088	200	935	12

ванные электроды, а полость заполнена ксеноном. В лампах с водяным охлаждением горелка размещается коаксиально в стеклянном цилиндре, который оснащен фланцами и патрубками для подвода дистиллированной воды За счет интенсивного теплоотвода при одинаковой мощности лампы с водяным охлаждением имеют меньшие габариты и большую световую отдачу. У ламп с естественным охлаждением световая отдача возрастает с ростом удельной мощности и составляет 20—29 лм/Вт, а у ламп с водяным охлаждением она равна 35—45 лм/Вт В табл. 4.20 приведены технические данные ксеноновых трубчатых ламп типа ДКсТ

4.4. ВЫБОР ТИПА ЛАМП ДЛЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Общие положения

Выбор того или иного типа ИС определяется следующими их основными свойствами: электрическими (напряжением, мощностью, силой тока), функциональными (световым потоком, силой света, цветовой температурой, спектральным составом), конструктивными (диаметром колбы, полной длиной лампы), надежностью (средней продолжительностью горения), экономичностью (световой отдачей, стабильностью светового потока).

Исходя из указанного, в ОУ преимущественно следует использовать РЛ низкого и высокого давления. Исследования, проведенные во ВНИСИ, показывают, что расход электроэнергии при замене ЛН на ЛЛ сокращается на 55 %, а при замене на МГЛ — на 65 %, при этом следует отдавать предпочтение РЛ большей единичной мощности при соблюдении требований к качеству освещения. Поэтому выбор ИС следует производить с учетом рекомендаций, приведенных в табл. 4.21—4.24. Из таблиц видно, что чем ниже рекомендуемый диапазон цветовых температур, тем более теплым воспринимается излучение ЛЛ, так как оно приближается к излучению ЛН. При этом необходимо отметить, что ЛЛ типа ЛД и ЛХБ следует более широко использовать в южных зонах, так как они производят приятное психологическое воздействие своим холодноватым светом, а в северных — типа ЛБ, ЛТБ. При отсутствии особых требований к цветопередаче следует применять ЛЛ типа ЛБ, которые имеют наиболее высокую световую отдачу. Случайное сочетание в осветительной установке ЛЛ, имеющих различную цветовую температуру, нежелательно.

В случае технико-экономической нецелесообразности применения РЛ допускается использовать ЛН. В ряде случаев перспективными являются ГЛН, имеющие повышенную световую отдачу и продолжительность горения. При ГЛН с напряжением более низким, чем напряжение электрической сети, светильники должны быть оснащены встроенными понижающими трансформаторами.

В табл. 4 21 приведены цветовые характеристики излучения различных электрических ламп.

Для оценки энергетической эффективности различных типов электрических ламп в работе [6] рекомендуется показатель относительной мощности, который рассчитывают по формуле

$$P_{\text{отн}}=\frac{\alpha_1 E_1 K_1 \eta_1}{\alpha_2 E_2 K_2 \eta_2},$$

где α_1, α_2 — коэффициенты, учитывающие потери мощности в ПРА соответственно для ламп типа 1 и 2; E_1, E_2 — освещенность, создаваемая на рабочей поверхности, лк; K_1, K_2 — коэффициент запаса ОУ; η_1, η_2 — световая отдача, лм/Вт.

Параметры ламп типа ДКсТ с естественным охлаждением практически не зависят от температуры окружающей среды вплоть до минус 50 °С, что позволяет применять их в наружных ОУ в любой климатической зоне.

Включение ламп, рассчитанных на работу без балласта, производят непосредственно в сеть напряжением 220 и 380 В частоты 50 Гц. Для зажигания ламп как с балластом, так и без него применяют зажигающие устройства, генерирующие импульс высокой частоты напряжением до 50 кВ. Колебания напряжения электрической сети оказывают сильное влияние на параметры ламп;

Таблица 4 21

Цветовые характеристики излучения электрических ламп

Тип лампы	Координаты цветности номинальные		Цветовая температура, К	Индекс цветопередачи	Красное отношение, %
	X	*Y*			
ЛН	—	—	2700	100	29,4
ГЛН	—	—	3200	100	—
Источник С	—	—	2854	100	13,1
ЛЛ цветности					
Д	0,313	0,337	6400	70	—
ДЦ	0,321	0,339	6200	90	—
ДЦУФ	0,323	0,338	6000	90	—
Б	0,409	0,394	3450	57	—
ТБ	0,440	0,403	2950	65	—
ТБЦ	0,450	0,395	2800	83	—
ХБ	0,372	0,375	4200	62	—
ЕЦ	0,382	0,367	3900	85	—
ХЕ	0,340	0,338	5200	93	—
ХЕЦ	0,340	0,338	5200	93	—
К	0,600	0,268	—	—	—
Р	0,547	0,266	—	—	—
Ж	0,520	0,440	—	—	—
З	0,230	0,520	—	—	—
Г	0,195	0,196	—	—	—
ДРТ	—	—	—	—	1,7
ДРЛ	0,390	0,400	3800	42	6—15
ДРИ	0,340	0,400	4200	60	—
ДРИШ	0,320	0,320	6000	25	—
ДНаТ	0,510	0,400	2100	25	—
ДКсТ	0,320	0,320	6200	97	—

так, например, при отклонении напряжения сети на ±5 % номинальная мощность лампы изменяется на 20 %. При повышении напряжения наблюдается перегрев лампы и сокращается продолжительность ее горения. Поэтому рекомендуется во всех случаях подключать лампы к сети с небольшими балластами, что за счет незначительной потери в световой отдаче обеспечивает значительный выигрыш в продолжительности горения.

Положение горения для ламп типа ДКсТ мощностью 10, 20 и 50 кВт — горизонтальное с отклонением от него в пределах ±30°, а для остальных ламп — произвольное.

Лампы типа ДКсТ применяются для освещения больших открытых пространств (карьеров, территорий сортировочных железнодорожных станций, мостов, погрузочно-разгрузочных площадок), архитектурных сооружений, а также в установках, имитирующих солнечное излучение.

Выбор типа ламп для ОУ в помещениях производственных зданий

Выбор типа ИС должен производиться в зависимости от технических требований и ограничений, имеющих место для конкретного производственного процесса, при обязательном учете особенностей предполагаемого к применению СП на основе технико-экономических сопоставлений светотехнически равноценных вариантов освещения. Предпочтение следует отдавать тем типам электрических ламп, которые обеспечивают в заданных условиях наименьшие приведенные годовые затраты на освещение и (или) минимум расхода электроэнергии.

При выборе типа ИС для помещений разной высоты необходимо учитывать следующее: в низких помещениях (не выше 6—8 м) наиболее экономичны ОУ с ЛЛ; в помещениях средней высоты (от 6 до 8—15 м) и очень высоких (свыше

Таблица 4 22

Рекомендуемые типы электрических ламп в зависимости от характера зрительной работы для системы общего освещения

Требования к цветоразличению при зрительной работе	Освещенность, лк	Минимальный индекс цветопередачи	Диапазон цветовой температуры, К	Примерные типы электрических ламп
Очень высокие (контроль готовой продукции на швейных фабриках, тканей на текстильных фабриках, сортировка кожи, подбор красок для цветной печати и т. п.)	300 и более	90	5000—6000	ЛДЦ, ЛДЦУФ (ЛХЕ)
Высокие (ткачество, швейное производство, цветная печать, окраска машин и т. п.)	300 и более	85	3500—6000	ЛТБЦ, ЛДЦ, ЛДЦ УФ
Невысокие (сборка радиоаппаратуры, прядение, намотка проводов, переплетные цехи и т. п)	500 и более	50	3500—6000	ЛБ (ЛХБ), МГЛ
	300, 400	50	3500—5500	ЛБ (ЛХБ), МГЛ, НЛВД+МГЛ
	150, 200	45	3000—4500	ЛБ (ЛХБ), НЛВД+МГЛ
	Менее 150	40	2700—3500	ЛБ, ДРЛ, НЛВД+МГЛ (ЛН, КГ)
Отсутствуют (механическая обработка металлов, пластмасс, сборка машин и инструментов и т. п)	500 и более	50	3500—6000	ЛБ (ЛХБ), МГЛ
	300, 400	40	3500—5000	ЛБ (ЛХБ), МГЛ (ДРЛ), НЛВД+МГЛ
	150, 200	29	2600—4500	ЛБ (ЛХБ), МГЛ (ДРЛ), НЛВД+МГЛ, НЛВД+ДРЛ
	Менее 150	25	2400—3500	ЛБ, ДРЛ, НЛВД (ЛН, КГ)

Примечания: 1. При расположении здания в I или II поясе (по карте светового климата СССР) из диапазона цветовых температур отдают предпочтение значениям, приближенным к нижней границе диапазона, а в V поясе — к верхней.

2 В скобках указаны менее эффективные типы электрических ламп.

20 м) наиболее выгодны ОУ с ДРИ; в высоких помещениях (от 8—10 до 20 м) наименьшие затраты имеют место для ОУ с ДРЛ, хотя энергетически они менее выгодны, так как установленная мощность в ОУ с ДРЛ больше, чем в ОУ с ДРИ.

ОУ с НЛВД ввиду высокой пульсации освещенности следует применять при двух-, трех- и четырехрядных схемах размещения светильников только в помещениях высотой не менее 6—8 м и при условии выполнения зрительных работ в них не выше IV разряда.

Ксеноновые лампы для освещения помещений производственных зданий

Таблица 4 23

Рекомендуемые типы электрических ламп в зависимости от характера зрительной работы для системы комбинированного освещения

Требования к цветоразличению при зрительной работе *	Общая освещенность при системе комбинированного освещения, лк	Минимальный индекс цветопередачи для освещения		Диапазон цветовой температуры (К), для освещения		Примерные типы электрических ламп для освещения	
		общего	местного	общего	местного	общего	местного
Очень высокие	150 и более	85	90	5000—6000	5000—6000	ЛТБЦ (ЛДЦ)	ЛДЦ, ЛДЦУФ (ЛХЕ)
Высокие	150 и более	50	85	3500—5000	3500—6000	ЛБ (ЛХБ), МГЛ	ЛТБЦ
Невысокие	500	50	50	3500—5500	3500—5500	ЛБ (ЛХБ), МГЛ, НЛВД + МГЛ	ЛБ, ЛХБ (ЛН)
	300, 400	40	50	3200—5000	2800—5000	ЛБ (ЛХБ), МГЛ, НЛВД + МГЛ, ЛРЛ	ЛБ, ЛХБ (ЛН)
	150, 200	35	50	3000—4500	2800—5000	ЛБ (ЛХБ), МГЛ, НЛВД + МГЛ, ДРЛ	ЛБ, ЛХБ (ЛДЦ)
Отсутствуют	500	50	50	3500—6000	2800—5500	ЛБ (ЛХБ), МГЛ, НЛВД + МГЛ	ЛБ, ЛХБ (ЛН)
	300, 400	35	50	3200—5000	2800—5000	ЛБ (ЛХБ), МГЛ, ДРЛ, НЛВД + МГЛ	ЛБ, ЛХБ (ЛН)
	150, 200	25	50	2400—4500	2800—4500	ЛБ (ЛХБ), НЛВД, МГЛ, ДРЛ, НЛВД + МГЛ, НЛВД + ДРЛ	ЛБ, ЛХБ (ЛН)

* Перечни зрительных работ см в боковике табл 4 22

допускаются только в виде исключения и при обязательном согласовании с Минздравом.

Выбор типа ИС по цветовым характеристикам производят с учетом требований технологического процесса к цветоразличению, а также к комфортности световой среды. Рекомендации по выбору типа электрических ламп исходя из указанных условий приведены в табл 4 22 для системы общего освещения и в табл. 4 23 для системы комбинированного освещения

Для общего освещения низких помещений промышленных зданий независимо от принятой системы освещения следует использовать энергоэкономичные ЛЛ мощностью 36 и 58 Вт либо стандартные ЛЛ мощностью 40 и 65 Вт, обладающие повышенной световой отдачей.

В закрытых светильниках, когда ЛЛ находятся в условиях повышенной температуры, предпочтение следует отдавать амальгамным ЛЛ. В светильниках без отражателей с целью концентрации светового потока в нижней полусфере следует использовать рефлекторные ЛЛ Таким образом, следует наиболее широко использовать следующие типы ЛЛ белого света в нормальном исполнении ЛБ, амальгамные ЛБА и рефлекторные ЛБР, холодно-белого света в нормальном исполнении ЛХБ, рефлекторные ЛХБР, дневного света с исправленной цветностью ЛДЦ, амальгамные ЛДЦА, рефлекторные ЛДЦР и ЛДЦУФ.

Для общего освещения помещений средней и большой высоты следует применять РЛВД типа ДРЛ, НЛВД. МГЛ типа ДРИЗ с внутренним зеркально отражающим покрытием следует применять для освещения помещений с тяжелыми условиями окружающей среды, а также в качестве ИС для КОУ со щелевыми световодами

Перспективным считается так называемое смешанное освещение, которое предусматривает сочетание различных типов электрических ламп в одном СП, например ламп типа ДРИ и ДНаТ, ДРЛ и ДНаТ, ЛЛ типа ЛБ и ДНаТ. При этом не только улучшается спектр, излучаемый осветительной установкой, но и достигается определенная экономия электроэнергии. Так, например, ОУ с НЛВД в сочетании с ДРЛ или ДРИ энергоэкономичны для освещения помещений высотой 5—7 м при выполнении зрительных работ в них не выше IIIб разряда

Окончательный выбор типа ИС для общего освещения помещений производственных зданий с учетом энергетических и материальных затрат производят одновременно с выбором типа СП, составной частью которого он является

Выбор типа ламп для ОУ в помещениях общественных зданий

Рекомендуемые типы электрических ламп в зависимости от характера зрительной работы для системы общего освещения общественных зданий приведены в табл 4.24.

Для освещения помещений высотой до 5 м в общественных зданиях следует, как правило, применять ЛЛ.

ЛН следует использовать в помещениях технического назначения без постоянного пребывания людей, а также в помещениях пионерских лагерей, которые используются только в летнее время, в ювелирных магазинах, магазинах по продаже хрусталя и художественного стекла, так как они вызывают игру света, что способствует лучшей подаче товара Освещение артистических и гримерных также должно выполняться светильниками с ЛН

В помещениях (II и III групп) с повышенными требованиями к восприятию интерьера могут быть использованы одновременно ЛЛ и ЛН в различных сочетаниях, например потолочные светильники с ЛЛ могут сочетаться с подвесными светильниками, которые оснащены лампами накаливания. Смешанное освещение, исходя из повышенных требований к архитектурно-художественному оформлению интерьера, следует предусматривать для залов ресторанов, кафе, баров и некоторых помещений гостиниц и жилых зданий.

Таблица 4.24

Рекомендуемые типы электрических ламп в зависимости от характера зрительной работы для системы общего освещения

Требования к цветоразличению при зрительной работе	Освещенность, лк	Минимальный индекс цветопередачи	Диапазон цветовой температуры, К	Примерные типы электрических ламп
Очень высокие (кабинеты врачей, мастерские изобразительного искусства, помещения для выведения пятен в химчистке и т. п.)	300 и более	90	5000—6500	ЛХЕ, ЛДЦ, ЛДЦУФ
Высокие (выставочные помещения, примерочные кабины, цехи раскроя, пошива и ремонта одежды, меховых и трикотажных изделий в ателье, торговые залы специализированных магазинов по продаже готового платья, тканей, мехов, мяса, фруктов, кондитерских изделий и т. п.)	300 и более	85	4000—6500	ЛХЕ, ЛДЦ, ЛДЦУФ
Различение цветных объектов без контроля и сопоставления (помещения проектных организаций, салоны приема и выдачи заказов, цехи предприятий общественного питания и т. п.)	300 и более От 150 до 300 Менее 150	55 55 55	3500—6000 3000—4500 2700—3500	ЛБ (ЛХБ, ЛХЕ) ЛБ (ЛХБ, ЛХЕ) ЛБ (ЛН, КГ)
Работа с ахроматическими объектами (помещения административных зданий, цехи стирки и приготовления растворов в прачечных, актовые залы, булочные, магазины по продаже хозяйственных товаров и т. п.)	500 и более От 300 до 500 От 150 до 300 Менее 150	55 55 50 45	3500—6500 3500—6000 3000—4500 2700—3500	ЛБ, ДРИ (ЛХБ, ЛХЕ) ЛБ, ДРИ (ЛХБ, ЛХЕ) ЛБ (ЛХБ, ЛХЕ) ЛБ (ЛТБЦ, ЛН, КГ)
Общее восприятие интерьера (фойе, вестибюли, залы театров и киотеатров, коридоры, помещения бань, студии звукозаписи, технические помещения без постоянного пребывания людей и т. п.)	150 и более	55	2700—4000	ЛБ (ЛТБЦ, ЛХЕ, ЛН, КГ)

Примечания: 1. При расположении здания в I или во II поясе (по карте светового климата СССР) из диапазона цветных температур отдают предпочтение значениям, приближенным к нижней границе диапазона, а в V поясе — к верхней.

2. В скобках указаны менее эффективные типы электрических ламп.

Глава пятая

СВЕТОВЫЕ ПРИБОРЫ И КОМПЛЕКСЫ

5.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ И КОМПЛЕКСОВ

Классификация световых приборов и комплексов

Световые приборы и комплексы — исключительно широкая группа светотехнических изделий, от которых в значительной степени зависит эффективность использования электрической энергии в ОУ.

Под световым прибором (СП) в соответствии с ГОСТ 16703—79 понимают устройство, содержащее одну или несколько электрических ламп и светотехническую арматуру, которое за счет перераспределения света электрических ламп или преобразования структуры света предназначено для освещения (осветительные приборы) или сигнализации (светосигнальные приборы). Под световым комплексом понимают устройство, состоящее из набора световых приборов, отдельных светоперераспределяющих или светопреобразующих элементов, конструктивных электротехнических и других деталей, сборочных единиц или блоков, собираемое у потребителя, выполняющее свои функции только в собранном виде и предназначенное для освещения (светящая полоса, светящий потолок, щелевой световод) либо сигнализации (аэродромный, рекламно-информационный комплекс).

По назначению СП подразделяют на светильники, прожекторы и проекторы.

Светильник — это СП, перераспределяющий свет лампы (ламп) внутри больших телесных углов и обеспечивающий соответствующую угловую концентрацию светового потока с коэффициентом усиления не более 30 для круглосимметричных и не более 15 для симметричных приборов

Прожектор — это СП, перераспределяющий свет лампы (ламп) внутри малых телесных углов и обеспечивающий соответствующую угловую концентрацию светового потока с коэффициентом усиления более 30 для круглосимметричных и более 15 для симметричных приборов.

Проектор — это СП, перераспределяющий свет лампы с концентрацией светового потока на поверхности с малыми размерами или в малом объеме.

Светотехнические характеристики световых приборов

Важнейшей светотехнической характеристикой СП является светораспределение, т. е. распределение его светового потока в пространстве.

В зависимости от отношения светового потока, направляемого в нижнюю полусферу, к полному световому потоку СП подразделяют на пять классов (табл. 5.1) При этом под нижней полусферой понимают часть пространства, лежащего ниже горизонтальной плоскости, проходящей через световой центр СП Кроме того, светораспределение светильников общего освещения и прожекторов как размещаемых на относительно больших расстояниях от освещаемых объектов характеризуется пространственной плотностью светового потока, т. е. формой фотометрического тела СП, и описывается кривыми силы света (КСС). Под фотометрическим телом СП понимают область пространства, ограниченную поверхностью, являющейся геометрическим местом концов радиусов-векторов, выходящих из светового центра СП в соответствующем направлении. В зависимости от формы фотометрического тела СП подразделяют на симметричные, фотометрическое тело которых имеет ось или плоскость симметрии, и несимметричные, фотометрическое тело которых является несимметричным. Из симметричных СП в отдельную группу выделяют круглосимметричные СП, фотометрическое тело которых имеет только ось симметрии.

Таблица 5 1

Классификация светильников по светораспределению (ГОСТ 17677—82)

Класс светильника по светораспределеиию		Доля светового потока, направленного в нижиюю полусферу, во всем световом потоке светильника, %
Обозиачение	Наименование	
П (I)	Прямого света	Свыше 80
Н (II)	Преимущественно прямого света	От 60 до 80
Р (III)	Рассеянного света	От 40 до 60
В (IV)	Преимущественно отраженного света	От 20 до 40
О (V)	Отраженного света	До 20

Примечание В скобках указано обозначение класса светораспределения по СТ СЭВ 3182—81

Под КСС понимают график зависимости силы света СП от меридиональных и экваториальных углов, получаемый сечением его фотометрического тела плоскостью или поверхностью. Симметричные СП в зависимости от формы КСС подразделяются на семь типов в соответствии с табл. 5 2. В основу классификации положены два независимых друг от друга признака. зона направлений максимальной силы света и коэффициент формы КСС, под которым понимают отношение максимальной силы света в данной меридиональной плоскости к среднеарифметической силе света СП для этой плоскости. На рис. 5.1 приведены типы КСС, построенных в относительных единицах. Для того чтобы иметь возможность сравнивать КСС световых приборов, оснащенных различными электрическими лампами, кривые строят для условной лампы или нескольких ламп, создающих световой поток, равный 1000 лм (рис. 5.2). Это позволяет определить силу света данного СП при оснащении его лампами различной мощности путем умножения значений силы света, найденных из КСС, на фактический световой поток лампы (в килолюменах), которая установлена в СП

Для описания светораспределения круглосимметричных СП достаточно одной меридиональной КСС, а для симметричных СП необходимо семейство меридиональных КСС для различных меридиональных плоскостей, число которых

Таблица 5 2

Классификация светильников по типу кривой силы света

Тип кривой силы света		Зона направлений максимальной силы света	Коэффициент формы кривой силы света $K_ф$
Обозначение	Наименование		
К (a)	Концентрированная	0—15°	Не менее 3
Г (b)	Глубокая	0—30°, 180—150°	От 2 до 3
Д (c)	Косинусная	0—35°, 180—145°	От 1,3 до 2
Л (d)	Полуширокая	35—55°, 145—125°	Не менее 1,3
Ш (e)	Широкая	55—85°, 125—95°	Не более 1,3,
М (f)	Равномерная	0—180°	при этом $I_{min} > 0{,}7 I_{max}$
С (g)	Синусная	70—90°, 110—90°	Более 1,3, при этом $I_0 < 0{,}7 I_{max}$

Примечание В скобках указано обозначение КСС по СТ СЭВ 3182—81, I_0 — сила света в направлении оптической оси светильника (0°), I_{min}, I_{max} — минимальная и максимальная сила света

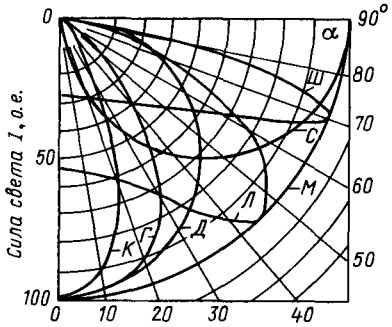


Рис 5 1 Типы кривых силы света в относительных единицах

выбирают, исходя из формы фотометрического тела. Так, например, для ОП и прожекторов с трубчатыми лампами обычно ограничиваются КСС только в двух главных плоскостях: продольной и поперечной.

В связи с этим для круглосимметричных светильников в классификации не указывается меридиональная плоскость, для которой дана КСС, а для светильников с трубчатыми лампами, имеющих две плоскости симметрии, допускается указывать только форму КСС в поперечной плоскости, если КСС в продольной плоскости является косинусной. В классификации светильников также не указывают, какой полусфере свойственна КСС, если основной светотехнической характеристикой данного светильника является его КСС в нижней полусфере.

Светильники с КСС, не соответствующей признакам табл. 5.2, являются осветительными приборами со специальным распределением силы света.

Светораспределение светильников местного освещения (МО), которые размещаются на относительно небольших расстояниях от освещаемых объектов, характеризуется распределением освещенности, т. е плотностью светового потока, по рабочей поверхности. В связи с этим допускается классифицировать светильники МО, декоративные, а также светильники для жилых помещений только по классу светораспределения в соответствии с табл. 5.1.

Важными светотехническими характеристиками светильников являются коэффициент полезного действия (КПД) и защитный угол (условный защитный угол)

КПД светильника — это отношение светового потока светильника, работающего в данных условиях, к световому потоку установленной в нем лампы (ламп). Под световым потоком лампы понимают поток, который она создает при работе вне светотехнической арматуры, в положении, оговоренном в нормативно-технической документации, при температуре окружающей среды плюс 25 °С

Защитный угол светильника (γ, γ_1 на рис. 5.3, *а*, *б*) — угол, характеризующий

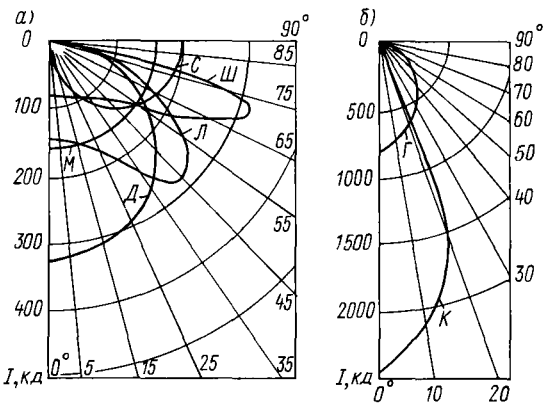


Рис 5 2 Типы кривых силы света для условной лампы со световым потоком 1000 лм

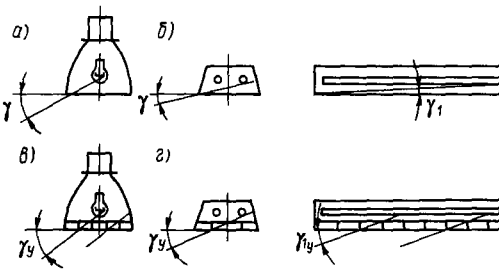


Рис 5 3 Защитный угол светового прибора

зону, в пределах которой глаз наблюдателя защищен от прямого действия лампы. Он заключен между горизонталью и линией, касательной к светящемуся телу лампы и к краю отражателя или непрозрачного экрана. Для светильников с рассеивателями или светопропускающими экранами введено понятие условного защитного угла ($\gamma_у$ и $\gamma_{1у}$ на рис. 5.3, *в, г*), под которым понимают угол, в пределах которого яркость светящегося тела лампы уменьшена с помощью рассеивателя или экрана, выполненных из светопропускающих материалов. Он определяется углом, заключенным между горизонталью и линией, касательной к светящемуся телу лампы и к краю рассеивателя или светопропускающего экрана.

Конструктивно-эксплуатационные параметры светильников

Основными конструктивно-эксплуатационными параметрами светильников являются. способ крепления или установки по ГОСТ 17677—82, вид крепления по ГОСТ 26092—84, степень защиты от воздействия окружающей среды по ГОСТ 14254—80, климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150—69 и 15543—70, условия эксплуатации, касающиеся воздействия механических факторов внешней среды по ГОСТ 17516—72, класс защиты от поражения электрическим током по ГОСТ 12 2 007.0—75, пожарная безопасность и срок службы.

Способы крепления. В соответствии с ГОСТ 17677—82 светильники по способу крепления или установки подразделяют на стационарные, т. е. закрепленные на месте эксплуатации, для снятия с которого требуется инструмент, и нестационарные, которые могут быть сняты с места эксплуатации без помощи инструмента и перенесены или передвинуты на другое место.

Стационарные светильники дополнительно подразделяют на подвесные, которые крепят к опорной поверхности снизу при помощи элементов подвеса высотой более 0,1 м, потолочные, которые крепят к потолку непосредственно или с помощью элементов крепления высотой не более 0,1 м; встраиваемые, которые крепят в отверстие в потолке, стене или встраивают в оборудование, пристраиваемые, которые жестко прикрепляют непосредственно к поверхности мебели или оборудования; настенные, которые устанавливают на вертикальную поверхность, опорные, которые устанавливают на горизонтальную поверхность или крепят к ией с помощью стойки или опоры, венчающие, устанавливаемые на вертикальной опоре, консольные, световой центр которых смещен относительно вертикали, проходящей через точку крепления опоры, торцевые, т. е. консольные светильники, устанавливаемые на опоре без промежуточного кронштейна.

Нестационарные светильники дополнительно подразделяют иа настольные, т. е. опорные светильники для установки на столе или другой мебели; напольные, т. е опорные светильиики для установки на полу, ручные, т. е переносные светильники, которые во время работы располагают в руке или крепят к деталям одежды человека; головные светильники.

В соответствии с ГОСТ 26092—84 различают следующие виды крепления светильников: к скобе для подвески на потолочный крюк; к стержню для подвески на потолочный крюк; к резьбовой муфте; к гладкой муфте со стопором для осевого или торцевого крепления; к монтажному профилю, к несущему тросу; к горизонтальной или вертикальной поверхности при помощи монтажных отверстий.

Кроме указанных видов крепления на практике широко используют крепление к коробам типа КЛ, шинопроводам, а также установку на трубах и индивидуально на штангах.

Защита от воздействия среды и взрывозащищенность. В соответствии с ГОСТ 14254—80 для обозначения степени защиты персонала и электротехнических изделий применяют буквы IP и комбинацию из двух цифр, определяемую по табл. 5.3 и 5.4. Первая цифра обозначает степень защиты персонала от приближения к находящимся под напряжением частям или от соприкосновения с ними либо с движущимися частями, расположенными внутри оболочки, а также степень защиты изделия от попадания внутрь твердых посторонних тел, вторая цифра обозначает степень защиты изделия от попадания воды. Если для изделия не реализована защита от одного из факторов, соответствующая цифра заменяется буквой X, например IPX5, IP2X.

Таблица 5 3

Степень защиты от попадания твердых предметов (первая цифра обозначения)

Первая цифра	Вид защиты	Краткое описаиие
0	Защита отсутствует	—
1	Защита от твердых тел размером более 50 мм	Защита от проникновения внутрь оболочки изделия большого участка поверхности человеческого тела, например руки, и твердых тел размером свыше 50 мм
2	Защита от твердых тел размером более 12 мм	Защита от проникновеиия внутрь оболочки изделия пальцев или предметов длиной не более 80 мм, а также твердых тел размером свыше 12 мм
3	Защита от твердых тел размером более 2,5 мм	Защита от проникновения внутрь обо лочки изделия инструмеитов, проволоки и прочих предметов диаметром или толщиной более 2,5 мм, а также твердых тел размером более 2,5 мм
4	Защита от твердых тел размером более 1 мм	Защита от проникновения внутрь оболочки изделия проволоки и твердых тел размером более 1 мм
5	Защита от пыли	Проиикновение пыли внутрь оболочки изделия не предотвращено полностью Однако пыль не может проникать в количестве, достаточном для нарушения работы изделия
6	Пыленепроницаемость	Проникновеиие пыли предотвращено полностью

Таблица 54

Степень защиты от воды (вторая цифра обозначения)

Цифра	Степень защиты
0	Защита отсутствует
1	Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие
2	Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие при наклоне его оболочки на угол до 15° относительно нормального положения
3	Дождь, падающий на оболочку под углом 60° к вертикали, не должен оказывать вредного воздействия на изделие
4	Вода, разбрызгиваемая на оболочку в любом направлении, не должна оказывать вредного действия на изделие
5	Струя воды, выбрасываемая в любом направлении на оболочку, не должна оказывать вредного действия на изделие
6	Вода при волнении не должна попадать внутрь оболочки изделия в количестве, достаточном для его повреждения
7	Вода не должна проникать в оболочку изделия, погруженного в воду, при определенных давлении и времени в количестве, достаточном для повреждения изделия
8	Изделия пригодны для длительного погружения в воду при условиях, установленных изготовителем Для некоторых типов изделий допускается проникновение воды внутрь оболочки, но без нанесения вреда изделию

ГОСТ 17677—82 предусматривает исполнение светильников с дополнительной защитой от пыли

2′ — степень защиты 2 по ГОСТ 14254—80, причем попадание пыли ограничивается неуплотненными светопропускающими оболочками;

5′ и 6′ — степень защиты соответственно 5 и 6 по ГОСТ 14254—80, причем колбы ламп не защищены от воздействия пыли

Степень защиты таких СП обозначается следующим образом: 2′, 5′ или 6′ и рядом цифра, обозначающая степень защиты от воды (буквы IP при этом не указываются).

Обозначение степени защиты наносят на оболочку изделия или в табличку с паспортными данными

Степень защиты оболочек ОП должна быть не ниже IP20 для ОП внутреннего и IP23 — для ОП наружного освещения

Электрооборудование, в том числе и ОП, предназначенное для внутренней и наружной установки в местах, где могут возникать смеси горючих газов, паров или пыли с воздухом, способные взрываться при наличии источника зажигания (в качестве которого выступает ОП), а также предназначенное для подземных выработок шахт, в том числе опасных по газу или пыли, должно изготовляться взрывозащищенным.

В соответствии с ГОСТ 12.2 020—76 взрывозащищенное электрооборудование в зависимости от области применения подразделяют на две группы: I —

рудничное взрывозащищенное электрооборудование, предназначенное для подземных выработок шахт и рудников, опасных по газу или пыли, II — взрывозащищенное электрооборудование для внутренней и наружной установки, кроме рудничного взрывозащищенного

Взрывозащищенность электрооборудования для внутренней и наружной установки группы II в зависимости от уровня взрывозащиты подразделяют на электрооборудование повышенной надежности против взрыва (знак уровня защиты — 2), взрывобезопасное электрооборудование (знак уровня защиты — 1), особовзрывобезопасное электрооборудование (знак уровня защиты — 0), при этом электрооборудование может иметь следующие виды взрывозащиты·

взрывонепроницаемую оболочку, т е. оболочку, выдерживающую давление продуктов взрыва внутри нее и предотвращающую распространение их из оболочки в окружающую среду (обозначается буквой d),

искробезопасную электрическую цепь, т. е. электрическую цепь, выполненную так, что электрический разряд или нагрев не может воспламенить взрывоопасную среду при предписанных условиях испытания (обозначается буквой i);

защиту вида «е», заключающуюся в том, что в электрооборудовании или его части отсутствуют нормально искрящие контакты и принят дополнительно ряд мер, затрудняющих опасные нагревы, электрические искры и дуги;

масляное заполнение оболочки, т е. электрооборудование имеет оболочку, которая заполнена маслом или жидким негорючим диэлектриком (обозначается буквой «о»);

заполнение или продувку оболочки под избыточным давлением, т е. электрооборудование имеет оболочку, которую продувают чистым воздухом или инертным газом (обозначается буквой «р»),

кварцевое заполнение оболочки, т. е. электрооборудование имеет оболочку, которая заполнена кварцевым песком (обозначается буквой q),

специальный вид взрывозащиты, который основан на принципах, отличных от приведенных выше, но признанных достаточными для взрывозащиты (обозначается буквой s).

Электрооборудование группы II, имеющее взрывонепроницаемую оболочку и (или) искробезопасную электрическую цепь, подразделяют на подгруппы IIA, IIB, IIC Дополнительно в зависимости от предельной температуры установлены следующие температурные классы·

Предельная температура, °С	450	300	200
Температурный класс	T1	T2	T3
Предельная температура, °С	135	100	80
Температурный класс	T4	T5	T6

Маркировка взрывозащиты взрывозащищенного электрооборудования группы II содержит пять элементов в такой последовательности· 1 — уровень взрывозащиты (2, 1, 0), 2 — символ Ex, указывающий, что электрооборудование соответствует ГОСТ 12.2 020—76; 3 — вид взрывозащиты, 4 — цифра II для электрооборудования, которое не подразделяется на подгруппы, символы IIA, IIB, IIC — для электрооборудования, которое подразделяется на подгруппы, 5 — температурный класс (T1—T6)

Вместо температурного класса допускается указывать предельную температуру для конкретной смеси, например 600 °С, если же предельная температура конкретной смеси менее 450 °С, то дополнительно в скобках допускается указывать и температурный класс электрооборудования, например 400 °С (T1).

Маркировку взрывозащиты рекомендуется располагать в прямоугольнике и выполнять рельефными знаками на видном месте оболочки электрооборудования или на табличке, прикрепленной к оболочке.

Если в электрооборудование входят элементы с различными уровнями взрывозащиты, то общий уровень устанавливают по элементу, имеющему наиболее низкий уровень взрывозащиты.

Климатическое исполнение и категория размещения. В условном обозначе-

Таблица 5.5

Климатическое исполнение изделий (ГОСТ 15150—69)

Климатическое исполнение	Обозначение	
	буквенное	цифровое
Изделия, предназначенные для эксплуатации на суше, реках, озерах		
Для макроклиматических районов с умеренным климатом	У	0
То же с умеренным и холодным климатом	УХЛ	1
То же с влажным тропическим климатом	ТВ	2
То же с сухим тропическим климатом	ТС	3
То же как с сухим, так и с влажным тропическим климатом	Т	4
Для всех макроклиматических районов на суше, кроме района с очень холодным климатом (общеклиматическое исполнение)	О	5
Изделия, предназначенные для эксплуатации в макроклиматических районах с морским климатом		
С умеренно-холодным морским климатом	М	6
С тропическим морским климатом, в том числе для судов каботажного плавания или иных, предназначенных для плавания только в этом районе	ТМ	7
Как с умеренно-холодным, так и с тропическим морским климатом, в том числе для судов неограниченного района плавания	ОМ	8
Изделия, предназначенные для эксплуатации во всех макроклиматических районах на суше и на море, кроме района с очень холодным климатом (всеклиматическое исполнение)	В	9

Примечание Цифровые обозначения применяют только для обработки данных на цифровых вычислительных машинах

нии типа (марки) электротехнического изделия, в том числе и СП, после всех обозначений, относящихся к модификации, ставят буквы и цифры, обозначающие климатическое исполнение и категорию размещения изделия в соответствии с ГОСТ 15150—69, 15543—70, 15963—79, 17412—72, 19348—82.

Виды климатического исполнения и категории размещений в соответствии с ГОСТ 15150—69 приведены в табл. 5.5 и 5.6.

СП категории размещения 4 по ГОСТ 15150—69 должны быть влагоустойчивыми и выдерживать непрерывное воздействие относительной влажности (95 ± 3) % при температуре окружающей среды (25 ± 5) °С в течение 48 ч — для СП степени защиты IP20 и 168 ч — для СП степени защиты выше IP20. Требования к СП других категорий размещения указывают в стандартах или ТУ, причем время выдержки во влагокамере должно быть не менее указанного.

ГОСТ 15543—70 «Изделия электротехнические. Исполнения для различных климатических районов. Общие технические требования в части воздействия климатических факторов внешней среды» конкретизирует требования ГОСТ 15150—69 применительно к таким электротехническим изделиям, как, например, ИС, светотехническая аппаратура, комплектные электротехнические установки, ЭУ и т. д.

ГОСТ 15963—79 «Изделия электротехнические для районов с тропическим климатом. Общие технические условия» конкретизирует требования к электротехническим изделиям климатического исполнения Т, ТС, ОМ и О4 по ГОСТ 15150—69

ГОСТ 17412—72 «Изделия электротехнические для районов с холодным климатом. Общие технические условия» конкретизирует требования к электротехническим изделиям климатического исполнения УХЛ по ГОСТ 15150—69.

ГОСТ 19348—82 «Изделия электротехнические сельскохозяйственного назначения. Общие технические требования. Маркировка, упаковка, транспорти-

Таблица 5 6

Категория размещения изделий (ГОСТ 15150—69)

Укрупненные категории		Дополнительные категории	
Характеристика	Обозначение	Характеристика	Обозначение
Для эксплуатации на открытом воздухе (воздействие совокупности климатических факторов, характерных для данного макроклиматического района)	1	Для хранения в процессе эксплуатации в помещениях категории 4 и работы как в условиях категории 4, так и (кратковременно) в других условиях, в том числе на открытом воздухе	1 1
Для эксплуатации под навесом или в помещениях (объемах), где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха, например в палатках, кузовах, прицепах, металлических помещениях без теплоизоляции, а также в оболочке комплектного изделия категории 1 (отсутствие прямого воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков)	2	Для эксплуатации в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий категории 1, 1 1, 2, конструкция которых предотвращает конденсацию влаги на встроенных элементах (например, внутри радиоэлектронной аппаратуры)	2 1
Для эксплуатации в закрытых помещениях (объемах) с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе, иапример в металлических с теплоизоляцией, каменных, бетонных, деревяниых помещениях (отсутствие воздействия атмосферных осадков, прямого солнечного излучения, существеиное уменьшение ветра, существенное уменьшение или отсутствие рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги)	3	Для эксплуатации в нерегулярно отапливаемых помещениях (объемах)	3 1
Для эксплуатации в помещениях (объемах) с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и веитилируемых производственных и других, в том числе хорошо веитилируемых, подземных помещениях (отсутствие прямого солнечного излучения, амосфериых осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха, отсутствие или существенное уменьшение рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги)	4	Для эксплуатации в помещениях с кондиционироваиным или частично коидиционированным воздухом Для эксплуатации в лабораториях, капитальных жилых и других помещениях подобного типа	4 1 4.2

Окончание табл 5 6

Укрупненные категории		Дополнительные категории	
Характеристика	Обозначение	Характеристика	Обозначение
Для эксплуатации в помещениях (объемах) с повышенной влажностью (например, в неотапливаемых и невентилируемых подземных помещениях, в том числе шахтах, подвалах, а также судовых и других помещениях, в которых длительно возможно наличие воды или частая конденсация влаги на стенах и потолке в трюмах, в цехах текстильных, гидрометаллургических производств и т п)	5	Для эксплуатации в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий категории 5, конструкция которых предотвращает конденсацию влаги на встроенных элементах (например, внутри радиоэлектронной аппаратуры)	5 1

Примечание Не изготовляют изделия климатических исполнений У4 и ХЛ4, У4 1 и ХЛ4 1, У4 2 и ХЛ4 2, Т4, Т4 1 и Т4 2, ТС2 1, О3 и О3 1, так как изделия этих климатических исполнений удовлетворяют требованиям, предъявляемым к изделиям следующих климатических исполнений УХЛ4, УХЛ4 1 и УХЛ4 2, О4, О4 1 и О4 2, ТС2, В3 и В3 1

рование и хранение» конкретизирует требования к электротехническим изделиям сельскохозяйственного назначения климатического исполнения У1, У2, У3, У5, У3 5, УХЛ3 и УХЛ4 по ГОСТ 15150—69

Испытания электротехнических изделий на воздействие климатических факторов и специальных сред производят в соответствии с ГОСТ 24682—81, 24683—81 и 24813—81

Группа условий эксплуатации. ГОСТ 17516—72 «Изделия электротехнические Условия эксплуатации в части воздействия механических факторов внешней среды» регламентирует условия эксплуатации изделий в зависимости от места их размещения при эксплуатации и вида объектов, на которых они размещаются. Всего выделена 31 группа условий эксплуатации, обозначаемые, например М1, М6, М9 и т д

Светильники по условиям эксплуатации, как правило, относят к группе М1, что определяет размещение их на строительных конструкциях зданий при внешних источниках, которые создают вибрации с частотой не выше 35 Гц. Если требуется эксплуатировать светильники общего освещения в более жестких условиях, например по группе М6, то при их установке применяют амортизирующие устройства, гасящие вибрационные и ударные нагрузки В светильниках для местного освещения применяют специальные конструктивные меры.

Узлы, используемые для подвешивания ОП, должны выдерживать в течение 10 мин без повреждения и остаточных деформаций приложенную к ним нагрузку, равную пятикратной массе ОП, но не менее 10 кг, а для сложных многоламповых люстр с массой 25 кг и более нагрузку, равную двухкратной массе люстры плюс 80 кг

Масса ОП, подвешиваемого только на гибком шнуре, должна быть не более 5 кг, причем усилие, приходящееся на 1 мм^2 суммарного сечения жил шнура, должно быть не более 15 Н. Не допускается подвешивание ОП на шнуре с простой изоляцией без дополнительной оболочки.

Защита от поражения электрическим током. ГОСТ 12 2.007.0—75 устанавливает общие требования безопасности к конструкции электротехнических изделий, в частности и к СП, и предусматривает пять классов защиты человека от поражения электрическим током: 0, 0I, I, II, III.

Светильники для производственных помещений изготавливают только классов защиты I, II или III.

К классу 0 относят изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию (т. е изоляцию токоведущих частей, обеспечивающую нормальную работу изделий и защиту от поражений электрическим током) и не имеющие элементов для заземления, если эти изделия не отнесены к классу II или III.

К классу 0I относят изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию, элемент для заземления (защитный зажим) и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания.

ОП классов зашиты 0 и 0I могут иметь отдельные части с двойной (т е. с изоляцией, состоящей из рабочей и дополнительной) или с усиленной изоляцией (т. е изоляцией, улучшенной по сравнению с рабочей и обеспечивающей такую же степень защиты от поражения электрическим током, как и двойная изоляция).

К классу I относят изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию и элемент для заземления (защитный зажим) В случае если изделие класса I имеет провод для присоединения к источнику питания, этот провод должен иметь заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом.

У ОП классов защиты 0I и I защитный зажим должен быть размещен вблизи присоединительных контактных зажимов, при этом защитный зажим должен быть резьбовым, а его контактные поверхности — надежно защищены от коррозии. Около защитного зажима наносят любым способом знак заземления Металлические части ОП, доступные для прикосновения, которые при нарушении целостности изоляции могут оказаться под напряжением, должны иметь надежное и устойчивое токопроводящее соединение с защитным зажимом, причем сопротивление между защитным зажимом и такой металлической частью не должно превышать 0,1 Ом. К металлическим нетоковедущим частям ОП, которые могут не иметь токопроводящего соединения с защитным зажимом, относят части, отделенные от деталей, находящихся под напряжением, заземленными металлическими частями, металлические корпуса цоколей для ЛЛ; металлические корпуса стартеров; снимаемые металлические крышки, рамы и дверцы, которые должны обеспечивать контактное защитное соединение только в рабочем положении.

К классу II относят изделия, имеющие двойную или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления. ОП класса защиты II могут быть трех видов:

ОП, у которых оболочки из изоляционного материала закрывают все металлические части, за исключением частей (табличек, болтов, заклепок), отделенных от находящихся под напряжением частей равноценной усиленной изоляцией;

ОП с металлической оболочкой, имеющие везде двойную изоляцию, за исключением тех частей, для которых применена усиленная изоляция,

ОП, представляющие собой комбинацию первых двух видов.

При этом конструктивное оформление ОП должно обеспечивать:

невозможность случайного прикосновения к металлическим частям, которые изолированы от находящихся под напряжением деталей лишь рабочей изоляцией, такие детали должны сниматься только при помощи инструмента,

невозможность попадания под напряжение доступных для случайного прикосновения металлических деталей при соприкосновении их с болтами и винтами, случайно отсоединяющимися от клеммных колодок, патронов, выключателей и т. п.; требование распространяется на переносные и ручные ОП любого класса защиты.

Детали ОП, при снятии которых становятся доступными для прикосновения находящиеся под напряжением детали, должны сниматься только при помощи инструмента

К классу III относят изделия, не имеющие ни внутренних, ни внешних электрических цепей с напряжением свыше 42 В Изделия, получающие питание от внешнего источника, могут быть отнесены к классу III только в том случае, если они предназначены для присоединения непосредственно к источнику питания с напряжением не выше 42 В,

у которого при холостом ходе оно не превышает 50 В. При использовании в качестве источника питания трансформатора или преобразователя его входная и выходная обмотки не должны быть электрически связаиы и между ними должна быть двойная или усиленная изоляция.

ОП класса защиты III изготовляют без защитного зажима.

Тепловой режим светильиików. Предельиая температура нагрева отдельных элементов ОП, работающих при температуре окружающей среды (25±5) °С, номинальном напряжении сети и наиболее неблагоприятном в отношении теплового режима рабочем положении, должна быть не более указанной в табл 5.7. Предельная температура нагрева элементов встроенных ПРА для РЛ, работающих при напряжении, равном 1,1 номинального в аномальном режиме работы ПРА, должна быть не более указанной в табл. 5.8. ОП должны выдерживать воздействие температур, возникающих при работе, без всяких повреждений в течение 200 ч.

Радиопомехи. Напряжение и затухание радиопомех, вносимые ОП с ЛЛ, должны соответствовать ГОСТ 21177—82, а с РЛВД и ОП со светорегуляторами — ГОСТ 23511—79 при эксплуата-

Таблица 5 7

Предельиая температура нагрева элемеитов светильиików *t*

Элемент светильника	Значение *t*, °С
Опорная поверхность из сгораемого материала	90
Цоколь лампы у стеклянной колбы	210
Изоляция проводов внутреннего монтажа и присоединительных проводов, шнуров, кабелей, не подвергаемых механической нагрузке	
из резины	90
из поливинилхлорида	90
из теплостойкого поливинилхлорида	105
из кремнийорганической резины повышенной твердости	200
Изоляция проводов внутреннего монтажа и присоединительных проводов, шнуров, кабелей, подвергаемых механической нагрузке	
из резины	70
из поливинилхлорида	70
из теплостойкого поливинилхлорида	90
из кремнийорганической резины повышенной твердости	180
Детали из изоляционных (кроме керамики) материалов в зависимости от типа патронов	
Е14, В15	135
Е27, В22	165
Е40	225
Детали из термореактивных пластмасс (кроме проводов и патронов)	
пресс-массы на основе фенольных смол с древесным наполнителем	110
пресс-массы на основе фенольных смол с минеральным наполнителем	140
пресс-массы на основе меламиновых смол	100
Детали из гетинакса и текстолита	110—125
Детали, окрашенные мочевиноформальдегидными эмалями	90
Детали из резины (не для изоляционных целей)	
обычной	70
селиконовой	195—230
Детали из дерева, бумаги, текстиля и т п	85
Выключатели	55
Рукоятки, кнопки, клавиши, а также наружные поверхности ОП, которые в эксплуатации (при работе светильника) подлежат частому прикосновению	
из металлов	60
из других материалов	75
Обмотки пускорегулирующих аппаратов	
с бумажной прокладкой	95
без прокладки	85
Корпуса конденсаторов	50

Таблица 5.8

Предельная температура нагрева t элементов ПРА

Элемент светильника	Значение t, °С
Обмотка пускорегулирующего аппарата	
без указания средней температуры	170
с указанием средней температуры (°С)	
90	170
95	177
100	185
105	193
110	200
115	208
120	216
125	223
130	230
Корпус конденсатора.	
без указания средней температуры	60
с указанием средней температуры t_c	t_c+10
Опорная поверхность	
сгораемая для светильника с лампами накаливания	180
сгораемая для светильника с разрядными лампами, маркированного символом F в треугольнике	130
несгораемая	Не измеряется
Встраиваемые светильники	
любая часть испытательного потолка	105
любая часть встроенной поверхности	155

ции в жилых помещениях или подключении к электрическим сетям жилых домов либо же нормам допускаемых индустриальных радиопомех (которые утверждены в установленном порядке) при эксплуатации ОП вне жилых помещений и не связанных с электрическими сетями жилых домов.

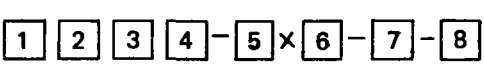
Методы испытаний источников индустриальных радиопомех регламентированы ГОСТ 16842—82.

Пожарная безопасность. Светильники по пожароопасности подразделяют на два класса, при этом к первому относят ОП, предназначенные для установки на сгораемые материалы, а ко второму — на несгораемые материалы.

Конструкция ОП, предназначенного для непосредственной установки на сгораемый материал, должна обеспечивать полное отделение всех частей ОП от опорной поверхности, на которую устанавливают ОП, несгораемым материалом, при этом в нем допускаются только отверстия для ввода проводов и крепления ОП. Температура частей ОП не должна превышать значений, указанных в табл. 5.7 и 5.8. В ОП с разрядными лампами ПРА должны быть размещены так, чтобы под ними не было отверстий, через которые расплавленная заливочная масса могла бы попасть на детали из сгораемых материалов в случае тепловой перегрузки или возгорании ПРА.

5.2. УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ СВЕТИЛЬНИКОВ

Светильникам, которые предназначены для внутреннего и наружиого освещения и подключаются к сетям переменного тока напряжением до 660/380 В, присваивают условное обозначение следующей структуры:



Здесь: *1* — буква, обозначающая ИС. Н — накаливания общего назначения; С — лампа-светильник (зеркальные и диффузные); И — кварцевые ГЛН; Л — прямые трубчатые ЛЛ; Ф — фигурные ЛЛ; Э — эритемные ЛЛ; Р — ртутные

типа ДРЛ; Г — ртутные типа ДРИ, ДРИШ; Ж — натриевые типа ДНаТ, Б — бактерицидные; К — ксеноновые трубчатые;

2 — буква, обозначающая способ установки светильника: С — подвесные; П — потолочные; В — встраиваемые, Д — пристраиваемые, Б — настенные, Н — настольные; опорные; Т — напольные, венчающие; К — консольные, торцевые; Р — ручные; Г — головные;

3 — буква, обозначающая основное назначение светильника: П — для промышленных и производственных зданий, О — для общественных зданий; Б — для жилых (бытовых) помещений; У — для наружного освещения, Р — для рудников и шахт; Т — для кинематографических и телевизионных студий;

4 — число, обозначающее номер серии (от 01 до 99),

5 — обозначение числа ламп в светильнике, при этом для одноламповых ОП число не указывается и знак «×» не ставится, а мощность лампы указывается непосредственно после черточки;

6 — число, обозначающее мощность ламп в ваттах,

7 — число, обозначающее номер модификации ОП (от 001 до 999);

8 — буквы и числа, обозначающие климатическое исполнение и категорию размещения ОП по ГОСТ 15150—69.

Для ОП, рассчитанных на разные способы установки, в условном обозначении указывают основной способ установки. Климатическое исполнение УХЛ и категорию размещения 4 для ОП, предназначенных для освещения жилых помещений и общественных зданий, допускается не указывать. Дополнительно к условному обозначению допускается присваивать ОП наименование, размещаемое после условного обозначения. Наименование без условного обозначения не допускается.

Условные обозначения ОП, в которых применяются лампы различной мощности или различного типа (например, накаливания и люминесцентные или ДРИ и ДНаТ), должны содержать обозначения: основного типа ИС, способа установки ОП, назначения ОП, номер серии ОП, число и мощность основного типа ламп, число ламп другого типа и их мощность, которые указываются в скобках В конце обозначения ОП указывают номер модификации ОП, климатическое исполнение и категорию размещения по ГОСТ 15150—69.

5.3. СВЕТИЛЬНИКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Светильники с лампами накаливания для нормальных и тяжелых условий среды

Технические данные светильников с ЛН и ГЛН для производственных помещений с нормальными и тяжелыми условиями среды приведены в табл. 5.9. ОП рассчитаны на работу в сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В частоты 50 Гц.

ОП типа НПП03 предназначены для общего освещения низких сырых производственных помещений. Сальниковый ввод допускает присоединение ОП к питающей сети либо с помощью кабеля с наружным диаметром 13—16 мм, либо с помощью трех одинаковых одножильных проводов с наружным диаметром 4—6 мм, уложенных в трубу $^3/_4''$.

ОП типа НПП05 предназначены для общего освещения низких вспомогательных производственных помещений с тяжелыми условиями среды, для эксплуатации под навесом, а также для освещения сельскохозяйственных помещений без химически активной среды.

ОП типа НСП02 предназначены для общего освещения производственных помещений с повышенным содержанием пыли.

ОП типа НСП03 с групповой компенсацией реактивной мощности предназначены для общего освещения производственных помещений с повышенным содержанием пыли и повышенной относительной влажностью.

ОП типа НСП11 предназначены для общего освещения пыльных и влажных производственных помещений (запыленность до 10 мг/м^3), а также взрывоопасных помещений классов В-Iб и В-IIа и пожароопасных помещений классов П-I и П-II.

Таблица 5.9

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами накаливания

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Группа условий эксплуатации	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
НПП03-100-001М	Б220-230-100	П	Д	75	90	IP64	У3, Т3	М1	290×265×155	2,7
НПП05-100-001	Б215-225-100		М	75		IP55	УХЛ2		324×135×160	2,4
НПП05-100-002				72					324×150×160	2,5
НСП02-100		Р		70		IP51	У3, ХЛ2, Т3		ø 155×262	2,5
НСП03-60-01	Б215-225-60			75		IP54	У3		ø 110×334	1,1
НСП03-60-02				65						
НСП11-100-231	Б215-225-100	П	Д	65	15	IP62	У3, ХЛ3, Т3		ø 305×320	2,8
НСП11-100-331									ø 305×332	
НСП11-100-431									ø 305×345	
НСП11-200-231	Б215-225-200								ø 410×350	5,1
НСП11-200-331									ø 410×362	
НСП11-200-431									ø 410×375	
НСП11-100-234	Б215-225-100	Р	М	75	90				ø 200×330	2,1
НСП11-100-334									ø 200×345	
НСП11-100-434									ø 200×355	
НСП11-200-234	Б215-225-200								ø 230×365	3,2
НСП11-200-334									ø 230×380	
НСП11-200-434									ø 230×390	

Окончание табл. 5 9

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, ...°	Степень защиты	Климатическое исполнение	Группа условий эксплуатации	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
НСП17-200-003(103)	Г220-230-200	П	Л	80	15	IP20, 5′0	У3, ХЛ3, Т3	М1	ø 284×336	1,2
НСП17-500-003(103)	Г220-230-500								ø 321×404	1,4
НСП17-500-004(104)			Г						ø 408×400	1,7
НСП17-1000-004(104)	Г220-230-1000								ø 478×514	2,3
НСП17-1000-005(105)			К						ø 548×483	2,0
НСП21-100-001	Б215-225-100		Д Косо-свет			5′3			ø 224×290	1,3
НСП21-100-002					30*	5′0			ø 210×380	1,3
НСП21-200-003	Б215-225-200		Д	82	15	5′3	У3, Т3		ø 316×340	2,2
НСП21-200-004			Косо-свет	80	30*	5′0			ø 280×420	2,2
НСП21-200-005			Г	65	15	5′3			ø 310×400	3,8
НСП22-500-111	Г215-225-500	Н	К	65		IP60	У2, ХЛ3, Т3		ø 445×480	9,5
НСП22-500-121				70		5′0			ø 410×420	4,1
НСР01-100	Б220-230-100	Р	М	80	90	IP54	О5, Т5, ХЛ1		ø 180×270	2,5
НСР01-200	Б220-230-200			77					ø 240×305	3,7
ИСП04-1000	КГ220-1000-5	П	К	55	45		УХЛ4	М3	700×360×630	21,0

* Угол наклона оси симметрии светильника к вертикали.

ОП типа НСП17 предназначены для общего освещения различных по высоте производственных помещений с нормальными (модификации 003, 004, 005) и тяжелыми условиями среды (модификации 103, 104, 105). Конструкция ОП предусматривает установку их на крюк, на трубу $^3/_4''$, на монтажный профиль.

ОП типа НСП21 предназначены для общего освещения производственных помещений, атмосфера которых содержит нетокопроводящую и негорючую пыль (запыленность до 10 мг/м^3). В зависимости от способа крепления ОП имеют три исполнения: 1 — к трубе $^3/_4''$, 2 — к монтажному профилю, 3 — к крюку.

ОП типа НСП22 предназначены для общего освещения производственных помещений, запыленность в которых достигает 10 мг/м^3. Модификация 111 предназначена для установки на трубу $^3/_4''$, 121 — на монтажный профиль.

ОП типа НСР01 как пыле- и брызгозащищенные предназначены для освещения подземных выработок, угольных шахт, не опасных по газу и пыли.

ОП типа ИСП04 предназначены для общего освещения реакторных отделений атомных электростанций.

Светильники с люминесцентными лампами для нормальных и тяжелых условий среды

Технические данные светильников с ЛЛ для производственных помещений с нормальными и тяжелыми условиями среды приведены в табл. 5.10. ОП рассчитаны на работу в сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В частоты 50 Гц и соответствующими ПРА.

ОП типа ЛВП04 предназначены для общего освещения производственных помещений, имеющих технический этаж, как с нормальной, так и с повышенной пыльностью и влажностью. ОП устанавливают в проемы подвесных потолков различной конструкции на специальные обрамления, ширина полок которых не менее 30 мм. Пространство между ОП и проемом заливают строительной мастикой или другим аналогичным составом. Обслуживают ОП с технического этажа. Для подключения к электрической сети ОП комплектуют шнуром марки ПРС длиной 2 м.

ОП типа ЛВП05 предназначены для общего освещения производственных помещений с нормальными условиями среды, а также помещений с технологическим микроклиматом. ОП выпускают трех модификаций: 001 — с рассеивателем из оргстекла, 002 — с экранирующей решеткой из полистирола и 003 — с рассеивателем из оргстекла — в ОП, предназначенных для работы в системах, в которых вентиляция (коидициоиирование) и освещение совмещены. В полости ОП поток воздуха создается либо за счет избыточного давления в освещаемом помещении и разрежении в запотолочном пространстве, либо путем индивидуального подключения к системе вытяжной вентиляции. ОП модификаций 001 и 003 крепят непосредственно к полкам обрамления проема паиели с помощью восьми винтов М6, а модификации 002 — с помощью восьми поворотных скоб. Конструкция ОП предусматривает использование энергоэкономичных ЛЛ мощностью 58 Вт.

ОП типа ЛВП06 предназначены для общего освещеиия производственных помещений, при этом в модификациях 001 и 002 рассеиватель изготовлен из светотехнического оргаиического стекла, а в модификации 003 применена светорассеивающая решетка из полистирола. Монтаж и обслуживание ОП производят с технического этажа. Конструкция ОП предусматривает использование энергоэкономичных ЛЛ мощностью 58 Вт.

ОП типа ЛСП02 предназначены для общего освещения производственных помещений с нормальными условиями среды, при этом модификации 01—03 выполняют с отверстиями в отражателе и без экранирующей решетки, 07—09 — с отверстиями в отражателе и с экранирующей (пластмассовой или металлической) решеткой, 10—12 — без отверстий в отражателе и с экранирующей металлической решеткой, 13—15 — с отверстиями в отражателе и с экранирующей пластмассовой решеткой, 16—18 — без отверстий в отражателе и с экранирующей пластмассовой решеткой, 19—21 — с КСС типа «кососвет». ОП

Таблица 5 10

Технические данные светильников для производственных помещений с люминесцентными лампами

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Группа условий эксплуатации	Габаритные размеры, мм	Масса кг
ЛВП04 4×65 001	ЛБ65	П	Д	51	90	IP54	УХЛ4, О4	М1	1630×545×405	25,0
ЛВП05-4×65-001				52						19,0
ЛВП05 4×65 002				55	15	IP20			1630×545×135	17,5
ЛВП05-4×65-003				60						18,5
ЛВП06 5×65 001				52	90	IP54			1630×545×410	21,4
ЛВП06 5×65-002				46					1560×545×425	23,4
ЛВП06 5×65 003				51					1560×545×403	20,0
ЛСП02 2×40-01-03	ЛБ40	Н		75	15	IP20		М2	1234×280×159	5,5
ЛСП02 2×40 04 06		П		70						7,0
ЛСП02 2×40 07-09		Н		70						7,0
ЛСП02 2×40-10-12		П		60						8,0
ЛСП02 2×40 13 15		Н		65						6,0
ЛСП02 2×40 16-18		П		60						7,5
ЛСП02 2×40 19 21		Н		70						6,0
ЛСП02 2×65 01-03	ЛБ65	Н		75					1534×280×159	9,0
ЛСП02 2×65 04 06		П		70						9,0
ЛСП02 2×65-07 09		Н		70						
ЛСП02 2×65-10-12		П		60						
ЛСП02 2×65-13 15		Н		65						10,0
ЛСП02 2×65 16-18		П		60						
ЛСП02 2×65 19 21		Н		65					1534×200×159	9,0
ЛСП13 2×65-001	ЛБ65	П	Л	75	15	IP20	У4	М1	1546×480×154	15,5
ЛСП13 2×40 001	ЛБ40								1246×480×154	12,0
ЛСП13 2×65 002	ЛБ65			70	30				1546×480×154	16,0
ЛСП13 2×40 002	ЛБ40								1246×480×154	12,5
ЛСП13 2×65 003	ЛБ65		Г	70	15				1546×480×156	15,0
ЛСП13 2×40-003	ЛБ40								1246×480×156	11,5
ЛСП13 2×65 004	ЛБ65			75	30				1546×480×156	14,0
ЛСП13-2×40 004	ЛБ40								1246×480×156	10,5
ЛСП13 2×65 005	ЛБ65		Специальная	70	15				1546×480×150	15,5
ЛСП13 2×40-005	ЛБ40								1246×480×150	12,0
ЛСП13-2×65-006	ЛБ65			65	30				1546×480×150	16,0
ЛСП13 2×40 006	ЛБ40								1546×480×150	12,5
ЛСП18 40	ЛБР40	Н		88	15	5′4	УХЛ4, О4		1330×65×165	4,3
ЛСП18-65	ЛБР65								1330×65×165	5,4
ЛСП18 2×40	ЛБР40			85					1310×160×170	6,3
ЛСП18-2×65	ЛБР65								1610×160×173	7,7
ЛСП18 18	ЛБ18		М	75	—	IP65			750×75×180	5,3
ЛСП18 36	ЛБ36								1630×75×180	5,4
ЛСП18 58	ЛБ58								1630×75×180	6,5
ЛСП18 18	ЛБ18	П	Д	70	15	5′4			720×152×204	4,2
ЛСП18-36	ЛБ36								1330×152×204	6,3
ЛСП18 58	ЛБ58								1630×152×204	6,3
ЛСП18-2×18	ЛБ18								720×270×204	5,3
ЛСП18-2×36	ЛБ36								1330×270×204	7,7
ЛСП18 2×58	ЛБ58								1630×270×204	9,4
ЛСП18 2×18	ЛБ18	Р	Специальная	70	—	IP65			710×240×126	4,8
ЛСП18-2×36	ЛБ36								1320×240×126	7,0
ЛСП18-2×58	ЛБ58								1620×240×126	8,5
ЛСП22 2×65 001	ЛБР65	Н	Д	85		5′0			1625×148×170	9,2
ЛСП22-2×65-002										9,1
ЛСП22-2×65 101	ЛБ65	П		70	90	5′3	УХЛ4, О4	М1	1625×280×215	11,5
ЛСП22-2×65 102										11,4
ЛСП22-2×65-201		Н		75		5′0				11,0
ЛСП22 2×65-202										10,9
ЛСП22-2×65-111		П		65	15	5′3				13,1
ЛСП22-2×65-112										13,0
ЛСП22-2×65-211		Н		70		5′0				12,0

Окончание табл 5 10

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД %	Защитный угол °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Группа условий эксплуатации	Габаритные размеры мм	Масса, кг
ЛСП22 2×65 212	ЛБ65	Н	Д	70	15	5′0	УХЛ4, О4	М1	1625×280×215	11,9
ПВЛМ 2×40 01 ПВЛМ 2×40 02	ЛБР40	Н		85	—			М2	1325×148×160	6,9
ПВЛМ ДО 2×40-01 ПВЛМ ДО-2×40-02	ЛБ40			75	15*				1325×276×215	9 7

* В поперечной плоскости

устанавливают либо по отдельности, либо стыкуют в непрерывную линию

ОП типа ЛСП13 унифицированы и предназначены для общего равномерного или локализованного освещения производственных помещений с нормальными условиями среды. ОП с КСС типа Л применяют для освещения относительно низких помещений (высотой до 4,5 м), в которых требуется создать высокие отношения вертикальной освещенности к горизонтальной, а также для локализованного освещения конвейеров с двухсторонним расположением рабочих мест. ОП с КСС типа Г служат для освещения помещений высотой до 12 м и создания высоких уровней освещенности при хорошем качестве освещения (механообработка, сборка и т. п.) ОП с КСС типа «кососвет» предназначены для освещения вертикальных поверхностей, например изделий на сборочных конвейерах в машиностроении, при этом ОП располагают непосредственно над рабочими местами. ОП рассчитаны на установку на короб типа КЛ или шинопровод типа ШОС-4-25 как в непрерывную линию, так и по отдельности с помощью подвесов.

ОП типа ЛСП18 предназначены для общего освещения помещений с тяжелыми условиями среды, в том числе пожароопасных всех классов (степень защиты 5′4), а со степенью защиты IP65 — еще и взрывоопасных помещений классов В-Iб и В-IIа.

ОП типа ЛСП22 предназначены для общего освещения сырых и пыльных, в том числе пожароопасных (всех категорий), производственных помещений. В обозначении модификации первая цифра означает наличие или вид отражателя (0 — без отражателя, 1 — отражатель без отверстий, 2 — отражатель с отверстиями); вторая цифра — наличие экранирующей решетки (0 — без экранирующей решетки, 1 — с экранирующей решеткой); третья цифра — способ установки ОП (1 — на штангах, 2 — на потолке). Кроме того, конструкция ОП предусматривает стыковку в линию с помощью патрубков соответствующей длины с резьбой труб $^3/_4''$

ОП серии ПВЛМ предназначены для общего освещения сырых и пыльных производственных помещений. Структура условного обозначения: ПВ — пыле-влагозащищенный; Л — люминесцентный; М — модернизированный, ДО — особенности отражателя (Д — диффузный, О — с отверстиями в отражателе); 2 — число ламп; 40 — мощность лампы и последние две цифры — модификация ОП по способу установки (01 — на штанге, 02 — на потолке). Кроме того, конструкция светильника позволяет их стыковать в линию при помощи патрубков соответствующей длины, которые имеют на концах трубную резьбу $^3/_4''$.

Светильники с лампами накаливания и люминесцентными лампами для взрывоопасной среды

Технические данные светильников для взрывоопасных помещений с ЛН приведены в табл. 5.11, а с ЛЛ — в табл. 5.12. ОП рассчитаны на работу в сети

Таблица 5 11

Технические данные светильников для взрывоопасных помещений с лампами накаливания

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Степень защиты	Климатическое исполнение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
В4А-60	БК220-230-60 С220-60-1	П	Д	50 45	2ExdIIT1	У3, ОМ3	340×270×210	7,0
В3Г-100	БК220-230-100			45	2ExdIIT3		340×310×195	8,5
В3Г/В4А-200МС	Г215-225-200	П/Н		45/75		У2, Т2	∅398×510	8,3/7,2
Н4Б-300МА	Г220-230-300-1	П/Р	Г/М	50/80	2ExdIIT2		∅508×584	12/10

Примечание В поле таблицы справа от косой черты приведены характеристики светильников без отражателя и сетки

Таблица 5 12

Технические данные светильников для взрывоопасных помещений с люминесцентными лампами типа ЛБ65

Тип светильника	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Н4Т4Л-1×65-11	П	Д	60	15	2ExiIIT4	У3, ХЛ3, Т3	1695×205×390	15,0
Н4Т4Л-1×65-12	Р	М	70	—				12,8
Н4Т5Л-1×65-11	П	Д	60	15	2ExiIIT5			15,0
Н4Т5Л-1×65-12	Р	М	70	—				12,8
Н4Т5Л-2×65-11	П	Д	55	15			1695×310×405	28,5
Н4Т5Л-2×65-12	Р	М	65	—				25,5

Таблица 5 13

Сфера применения взрывозащищенных ОП

Тип светильника	Класс взрывоопасной зоны	Категория и группа взрывоопасной смеси
В4А-60 В3Г-100	В-I, В-Ia, В-Iг, В-II, в помещении или под навесом	IIA, IIB, IIC, T1 IIA, IIB, T1—T3
В3Г/В4А-200МС Н4Б-300МА	В-I, В-Ia, В-Iг, В-II В-Ia, В-Iг, В-II, В-IIa } в помещении или под навесом	IIA, IIB, T1—T3 IIA, IIB, IIC, T1, T2
Н4Т5Л-1×65 Н4Т5Л-2×65 Н4Т4Л-1×65	В-Ia, В-IIa	IIA, IIB, IIC, T1—T5
ГСП25, РСП25	В-I, В-Ia, В-Iг, В-II	IIA, IIB, T1—T3

переменного тока с номинальным напряжением 220 В частоты 50 Гц.

Предприятия-изготовители поставляют ОП с ЛН в следующих комплектах: с отражателем и сеткой, с отражателем без сетки, без отражателя с сеткой, без сетки и без отражателя. Отверстия в предохранительных сетках, предотвращающие выпадение осколков разбитого стекла, выполняют диаметром не более 100 мм. Так как наиболее уязвимым элементом взрывозащищенных ОП является защитный светопропускающий колпак, то ОП без защитных сеток следует применять во взрывоопасных зонах, где исключено однако, механическое повреждение защитного колпака. ОП укомплектованы патронами с искрогасительной взрывонепроницаемой камерой.

Области применения взрывозащищенных ОП по классам взрывоопасных зон с учетом взрывоопасной среды приведены в табл. 5.13.

Светильники с разрядными лампами высокого давления

Светильники с РЛВД для производственных помещений разрабатываются унифицированными сериями на основе единого корпуса и отражателей различного профиля, и, как правило, их выполняют подвесными. При этом используют три принципиальные светотехнические схемы, определяемые положением ИС и наличием отражателя или рассеивателя Первая схема характеризуется вертикальным положением лампы и круглосимметричным или асимметричным отражателем диффузного или зеркального типа. Вторая схема характеризуется горизонтальным расположением лампы и цилиндрическим отражателем и третья — вертикальным расположением лампы и рассеивателем. Первая и вторая схемы позволяют получать благодаря отражателям различного профиля разнообразные типы КСС. В табл. 5.14 приведены усредненные значения КПД и силы света для РЛВД с условным световым потоком 1000 лм при защитном угле ОП, равном 15° [13].

Светильники для производственных помещений с нормальными условиями среды включают в себя следующие основные детали: корпус, узел подвеса и отражатель, а светильники для тяжелых условнй среды дополнительно имеют защитное стекло плоской или выпуклой формы. Во всех ОП используются керамические патроны с резьбовой гильзой Е40 или Е27 и нагревостойкие провода марки ПРКА, имеющие предельную температуру нагрева изоляции до 180—200 °С.

ОП устанавливают на трубу $^3/_4''$ или на монтажный профиль. В последнем случае в узлах подвеса ОП предусмотрены два отверстия М6 с расстоянием между их осями, равным $34 \pm 0{,}3$ мм. Кроме того, конструкция подвеса позволяет «заряжать» ОП либо тремя проводами сечением от 0,5 до 4,0 мм^2, либо кабелем с наружным диаметром оболочки от 10 до 15 мм.

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами типа ДРЛ приведены в табл. 5.15. ОП рассчитаны на работу в сети переменного тока с номинальным напряжением 380/220 В частоты 50 Гц.

ОП типа РПП01 предназначены для освещения низких производственных помещений с тяжелыми условиями среды: пыльных, влажных, сырых, с химически агрессивными парами, а также для взрывоопасных помещений классов В-Iб и В-IIа.

ОП типа РСП05 предназначены для общего освещения производственных помещений. В зависимости от способа крепления предусматривают модификации: 01 — к трубе, 02 — к крюку с клеммной колодкой, 03 — к трубе или монтажному профилю, 04 — к крюку нли монтажному профилю.

ОП типа РСП08-250 предназначены для общего освещения производственных помещений.

ОП типа РСП12-700 предназначен для освещения пыльных и влажных производственных помещений, а также помещений взрывоопасных классов В-Iб и В-IIа и пожароопасных классов П-I и П-II.

ОП типа РСП13 предназначены для общего освещения производственных помещений

Таблица 5 14

Сила света светильников с условным световым потоком 1000 лм и различными типами кривых силы света

Угол, °	Значение силы света светильников, кд, с лампами типа							
	ДРЛ			ДРИ			ДНаТ	
	Г	К	Д	Г	К	Д	Г	К
0	691	1106	285	722	1125	345	701	1197
5	664	1020	282	700	1070	341	678	946
15	574	804	273	560	815	335	588	790
25	421	480	255	440	450	318	492	470
35	286	278	228	315	170	283	306	241
45	172	128	189	170	75	237	84	64
55	73	52	121	73	25	172	20	18
65	17	8	59	8	12	100	10	—
75	—	—	30	—	—	30	—	—
85	—	—	5	—	—	—	—	—
КПД, %	82	87	71	82	78	89	74	75

ОП типа РСП14-2×700 «Дубль» предназначены для общего освещения пыльных и влажных производственных помещений, а ОП со степенью защиты IP60 — помещений взрывоопасных классов В-Iб и В-IIа и пожароопасных классов П-I и П-II

ОП типа РСП18 предназначены для общего освещения сухих, пыльных и влажных производственных помещений, в том числе и пожароопасных класса П-II и П-IIа.

ОП типа РСП21 предназначены для общего освещения помещений с нормальными и тяжелыми условиямн среды, пожароопасных помещений класса П-IIа, а в случае исполнення ОП со степенью защиты IP53 — помещений всех классов пожароопасности.

ОП типа РСП25 предназначены для общего освещения помещений со взрывоопасной средой классов В-I, В-Iа и В-II, относящихся к химической, нефтехимической, лакокрасочной и другим отраслям промышленности, где возможно образование различных взрывоопасных смесей горючих газов или паров легковоспламеняющихся жидкостей с воздухом. Конструкция ОП предусматривает доступ в оболочку только с помощью специнструмента.

ОП типа РСП26-125 предназначен для общего освещения помещений сельскохозяйственного назначения.

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами типа ДРИ приведены в табл. 5.16. ОП рассчитаны на работу в сети переменного тока с номинальным напряжением 380/220 В частоты 50 Гц.

ОП типа ГПП01 предназначены для освещения низких производственных помещений с тяжелыми условиями среды. пыльных, влажных, сырых, с химически агрессивными парáми, а также взрывоопасных помещений классов В-Iб и В-IIа.

ОП типа ГСП15-400 предназначены в исполнении 5′0 — для освещения пыльных и влажных помещений, а в исполнении IP60 — для помещений с тяжелыми условиями, а также взрывоопасных, классов В-Iб и В-IIа и пожароопасных, классов П-I и П-IIа.

ОП типа ГСП17 с лампами типа ДРИ700-5 и степенью защиты IP20 предназначены для общего освещения высоких производственных помещений (выше 12 м) с нормальными условиями среды, а степенью защиты 5′0 — для освещения пыльных, влажных и пожароопасных помещений класса П-IIа. ОП с лампамн типа ДРИ2000-6 предназначены для общего освещения высоких помещений (выше 20 м) с нормальными условиями среды, т. е. механических, механосборочных и сборочных цехов.

ОП типа ГСП18 предназначены для общего освещения производственных по-

Таблица 5.15

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами типа ДРЛ

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Группа условий эксплуатации	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
РПП01-50	ДРЛ50	П	Д	65	90*	IP54	У3	М1	385×340×200	7,5
РПП01-80 РПП01-125	ДРЛ80 ДРЛ125			60						
РСП05-250	ДРЛ250			70	15	IP20	УХЛ4, О4	М2	ø 398×440	2,1
РСП05-400	ДРЛ400								ø 492×535	2,3
РСП05-700	ДРЛ700								ø 542×565	3,3
РСП05-1000	ДРЛ1000								ø 614×590	3,5
РСП08-250Д	ДРЛ250		Д	75		IP20	У3, Т3	М1	ø 400×480	8,0
РСП08-250Г			Г	80		5′3				
РСП08-250Л			Л	80		IP20, 5′0			ø 350×500	
РСП12-700-001	ДРЛ700		М	60		IP60			ø 600×650	11,5
РСП13-400-001	ДРЛ400		Д	71		5′4			ø 440×527	2,7
РСП13-400-002			Г	76						
РСП13-700-001	ДРЛ700		Д	71					ø 590×600	3,6
РСП13-700-002			Г	76					ø 590×615	3,9
РСП13-700-003			К	76					ø 590×645	4,5
РСП13-1000-001	ДРЛ1000		Д	71					ø 590×614	4,0
РСП13-1000-002			Г	76					ø 590×630	4,3
РСП13-1000-003			К	76					ø 590×645	4,5
РСП14-2×700-011	ДРЛ700		Д	60		IP60			1330×610×595	41,5
РСП14-2×700-012				70		5′0			1290×565×575	33,5
РСП14-2×700-021			Г	70		IP60			1330×610×595	41,5
РСП14-2×700-022				75		5′0			1290×565×575	33,5

Окончание табл. 5.15

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, ...°	Степень защиты	Климатическое исполнение	Группа условий эксплуатации	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
РСП18-250-001	ДРЛ250	П	Д	70	15	IP20	У3, Т3	М1	ø 435×420	1,85
РСП18-250-002			Г	75					ø 435×420	1,85
РСП18-250-003			К	75					ø 435×450	1,90
РСП18-400-001	ДРЛ400		Д	70					ø 435×475	1,70
РСП18-400-002			Г	75					ø 435×420	1,70
РСП18-400-003			К	75					ø 585×550	2,55
РСП18-700-001	ДРЛ700		Д	70					ø 585×550	2,70
РСП18-700-002			Г	75					ø 435×475	2,70
РСП18-003			К	75					ø 585×565	2,85
РСП18-1000-001	ДРЛ1000		Д	70					ø 585×575	3,00
РСП18-1000-002			Г	75					ø 585×575	3,00
РСП18-1000-003			К	75					ø 585×605	3,10
РСП21-125(80)-Х11	ДРЛ125 (ДРЛ80)		Д	60		IP53	УХЛ3, Т3		ø 365×375	6,2
РСП21-125(80)-Х21				65		5'3			ø 345×320	5,0
РСП21-125(80)-Х31						5'0			ø 345×340	5,0
РСП21-125(80)-Х41						IP25			ø 345×340	5,0
РСП21-125(80)-Х32			Специальная		—	5'0			ø 345×405	4,9
РСП21-125(80)-Х52						IP20			ø 345×405	4,9
РСП25-80	ДРЛ80		Д	60	15	IP54	УХЛ4, О4		ø 476×490	14,5
РСП25-125	ДРЛ125		Специальная	80					ø 476×490	14,5
РСП25-250	ДРЛ250								ø 516×530	15,5
РСП26-125-001	ДРЛ125		Д	70	—	5'1	У5		ø 193×350	4,0

* Условный защитный угол.

Таблица 5 16

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами типа ДРИ

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Группа условий эксплуатации	Коэффициент мощности	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ГПП01-125	ДРИ125	П	Д	60	90*	IP54	У3	М1	0,50	385×340×200	8,5
ГСП15-400-101	ДРИ400-5		Г	75	15	IP60 5′0	У3, Т3		—	Ø 570×540	7,4
ГСП15-400-102				70						Ø 590×570	10,5
ГСП17-700-014	ДРИ700-5			75		IP20, 5′0			0,32	Ø 520×580	4,2
ГСП17-700-114										Ø 520×687	
ГСП17-700-024											
ГСП17-700-124											
ГСП-700-015			К							Ø 610×600	—
ГСП17-700-115											
ГСП17-700-025										Ø 610×657	
ГСП17-700-125											
ГСП17-2000-014	ДРИ2000-6		Г			IP20			0,53	Ø 660×670	5,0
ГСП17-2000-024										Ø 666×727	
ГСП17-2000-015										Ø 745×670	5,6
ГСП17-2000-025										Ø 745×727	
ГСП18-250-004	ДРИ250-5		Д	70						Ø 440×350	1,8
ГСП18-250-005			Г	75						Ø 440×370	
ГСП18-250-006			К	75						Ø 440×370	
ГСП18-400-004	ДРИ400-5		Д	70			У3		0,32	Ø 440×370	2,0
ГСП18-400-005			Г	75						Ø 440×400	
ГСП18-400-006			К	75						Ø 440×400	
ГСП18-700-004	ДРИ700-5		Д	70						Ø 560×565	2,7
ГСП18-700-005			Г	75						Ø 560×565	
ГСП18-700-006			К	75						Ø 560×575	

* Условный защитный угол

мещений высотой 6 м и более с нормальными условнями среды.

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами типа ДРИЗ приведены в табл. 5 17. ОП рассчитаны на работу в сети переменного тока с номинальным напряжением 380 В частоты 50 Гц. Они предназначены для общего освещения помещений с тяжелыми условиями среды, в частности, с повышенной пыльностью и влажностью, но без падения капель.

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами типа ДНаТ приведены в табл. 5.18. ОП рассчитаны на работу в сети

Таблица 5 17

Технические данные светнльннков для пронзводственных помещенн с лампамн типа ДРИЗ

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	
							без ПРА	с ПРА
ССП04-250-001	ДРИЗ250 ДРИЗ250-2	П	Л Г	95	15	∅170×455	1,4	6,8
ССП04-400-001	ДРИЗ400-2 ДРИЗ400-3		Г К			∅185×485	1,4	9,6
ССП04-700-001	ДРИЗ700-2 ДРИЗ700-3		Г К			∅270×550	1,7	16,5

Примечания 1. Степень защиты — 5'0, климатическое исполнение — УХЛ3, группа условий эксплуатации — М1, коэффициент мощности — не менее 0,32, срок службы — 10 лет

2 Светильники укомплектованы патронами типа Е40ДКС-01

3 Светильники могут комплектоваться лампами типов ДРИЗ250-1, ДРИЗ400-1, ДРИЗ700-1, имеющими специальную КСС

Таблица 5 18

Технические данные светнльников для производственных помещенн с лампами типа ДНаТ

Тип светильинка	Тип лампы	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ЖПП01-70 ЖПП01-100	ДНаТ70 ДНаТ100	Д	60	90*	IP54	У3	385×340×200	8,5
ЖСП01-400-001	ДНаТ400-4	К	73	40	IP23	У3, Т3	∅550×595	3,5
ЖСП01-400-002							∅550×555	3,5
ЖСП01-400-041					IP53		∅550×595	7,5
ЖСП01-400-042							∅550×555	7,5
ЖСП01-400-011		Г			IP23		∅480×530	3,3
ЖСП01-400-012							∅480×490	3,3
ЖСП01-400-051					—		∅480×530	6,3
ЖСП01-400-052							∅480×490	6,3
ЖСП20-250-121	ДНаТ250	Д	72	15	5'0	У3, ХЛ3, Т3	∅410×470	4,5

* Условный защитный угол

Примечание. Класс светораспределения светильников — П, группа условий эксплуатации — М1, коэффициент мощности 0,5.

переменного тока напряжением 380/220 В частоты 50 Гц.

ОП типа ЖПП01 предназначены для освещения низких помещений с тяжелыми условиями среды: пыльных, влажных, сырых, с парáми агрессивных химических веществ, при опасности механических повреждений ОП, а также взрывоопасных помещений классов В-Iб и В-IIа. Конструкция ОП предусматривает доступ в оболочку только с помощью специнструмента.

ОП типа ЖСП01 предназначены для общего освещения производственных помещений, при этом ОП степени защиты IP23 следует применять для освещения складов с нормальными условиями среды, шихтовых дворов, плавильнозаготовительных отделений литейного производства и тому подобных объектов, а степени защиты IP53 — для смесеприготовительных цехов абразивных заводов, а также кузнечно-прессовых, штамповочных и сварочных цехов машиностроительных заводов. Рекомендуемая высота установки 10 м и более.

ОП тиап ЖСП20-250 предназначены для освещения производственных помещений средней высоты с тяжелымн условиями среды: пыльных, влажных, с химически агрессивной средой, жарких, а также пожароопасных классов П-II и П-IIа. В ОП часть светового потока через специальные прорези в корпусе направляется в верхнюю полусферу для обеспечения зрительного комфорта в помещении.

Светильники местного освещения

В одиом производственном помещении могут располагаться рабочие места, на которых выполняются различные по точности зрительные работы, требующие неодинаковой освещенности или различного направления светового потока. В связи с этим для обеспечения хорошего различения объектов и минимальной утомляемости работающих требуется комбинированное освещение. При этом большое значение прнобретает МО, которое позволяет значительно улучшить видимость за счет выбора соответствующего ИС и уровня освещенности, создать благоприятное распределение яркости в поле зрения и обеспечить необходимое направление светового потока, например для высвечивания полостей изделий.

МО может быть реализовано двумя способами: индивидуальным и групповым В первом случае каждое рабочее место оснащают конкретным типом осветительного прибора местного освещения. Второй способ реализуют, когда в производственном помещении рядом друг с другом расположены однотипные рабочие места, требующие одинаковой освещенности и направления светового потока, например пульты испытательных и контрольных стендов.

Технические данные осветительных приборов МО с ЛН приведены в табл. 5.19. Для питания таких приборов применяют напряжение: в помещениях без повышенной опасности поражения электрическим током — не выше 220 В, в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных — не выше 42 В.

СП типа НВП01-60 предназначены для местного освещения кузнечно-прессовых машин и рассчитаны для работы в сети переменного тока с номинальным напряжением не более 24 В частоты 50 Гц. Окружающая среда не должна содержать агрессивные газы и пары в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

СП типа НКП01-60 предназиачены для местного освещения кузнечно-прессовых машнн и зоны резания деревообрабатывающих станков, эти СП рассчитаны для работы в сети переменного тока номинальным напряжением не более 24 В частоты 50 Гц. Окружающая среда не должна содержать агрессивные газы и пары в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию ОП.

СП типа НКС01 предназначены для местного освещения токарных, консольно-фрезерных, поперечно-строгальных, сверлильных и других металлообрабатывающих станков. Допускается эксплуатация ОП в сети переменного тока номинальным напряжением не более 24 В.

СП типа НКП02-25 предназначены для освещения зоны иглы промышленных швейных машин, а также зоны других работ, требующих высвечивания

пятна малых размеров при выполнении операций в помещениях с нормальными условиями среды.

Технические данные светильников МО с ЛЛ приведены в табл. 5 20 В СП приняты специальные меры по предотвращению стробоскопического эффекта и значительному снижению пульсаций освещенностн Все указанные СП — двухламповые со стартерной схемой за-

Таблица 5 19

Технические данные светильников местного производственного освещения с лампами накалнвания

Тип светильиика	Тип лампы	Класс светораспределения	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Группа условий эксплуатацин	Наличие выключателя	Длина кронштейиа, мм	Габаритные размеры (головки), мм	Масса, кг
НВП01-60-010		Н	10	IP54			—	—	⌀240 × 145	2,5
НКП01-60-101							+	500	700 × 200 × 400	
НКП01-60-201				IP20			+	700	900 × 200 × 400	
НКП01-60-301							+	900	1100 × 200 × 400	
НКП01 60-111	С24-60-2		30				+	500	700 × 200 × 400	
НКП01-60-211				IP54		М9	+	700	900 × 200 × 400	5,0
НКП01-60-311							+	900	1100 × 200 × 400	
НКП01-60-120							—	500	700 × 200 × 400	
НКП01-60-220				IP65			—	700	900 × 200 × 400	
НКП01-60-320					УХЛ, О4		—	900	1100 × 200 × 400	
НКП02-25-111	А24-21-2	П				М6	—	640	525 × 95 × 330	0,8
НКС01-100-01							+	750		
НКС01-100-02							—	750		
НКС01-100-03							+	650		
НКС01-100-04							—	650		
НКС01-100-05	МО336-100		10	IP20		М8	+	410	⌀120 × 165	1,6
НКС01-100-06							—	410		
НКС01-100-07							+	250		
НКС01-100-08							—	250		
НКС01-100-09							+	545		
НКС01-100-10							—	545		

Таблица 5 20

Технические данные промышленных светнльников местного освещення с люмнесцентиымн лампами

Тип светильиика	Тип лампы	Размер освещаемого пятиа, мм	Высота расположения светового центра СП, мм	Освещенность пятна, лк		Защитный угол, °	Габаритные размеры, мм	Длина стойки, мм	Устаиовочные размеры, мм	Масса, кг
				в цеитре пятиа	иа краю пятна					
МЛ-2×40	ЛБ40	1000×600	750	1400	900	30	1246× ×160× ×152	460	320×125	12
ЛНП03-2×30U	ЛБU30	300×250	350	2700	950	90*	500× ×410× ×470	650	90×110	5,7

* Условный защитный угол

Примечание Все светильники имеют класс светораспределения П и КСС типа Д

Таблица 5 21

Технические данные светильников местиого освещения с энергоэкономичиыми люминесцентными лампами

Тип светнльника	Внд рассеивателя*	Размер светового пятна, мм	Высота расположения светового центра, мм	Освещенность пятна, лк		Разновидность СП по способу установкн	Габаритные размеры головкн СП, мм	Длина стойкн, мм
				в центре пятна	на краю пятна			
ЛБП-4×18	ЭР МР	300×400	70	1900 1700	1000 900	Настенный	634×200×170	450
ЛДП-2×36	ЭР МР	300×600	500	2200 2100	1200 1000	Пристраиваемый (настольный)	1244×134×170	700
ЛДП-4×18	ЭР МР	300×400	500	3100 2900	1700 1300		634×200×170	
ЛДП-2×18	ЭР МР	300×400	500	950 850	750 600		634×130×170	
ЛСП-4×36	ЭР МР	300×600	700	3200 3000	1800 1600	Подвесной	1244×250×200	—
ЛСП-2×36	ЭР МР	300×600	700	1300 1200	750 550		1244×134×200	

* ЭР — экранирующая пластмассовая решетка (защитный угол 30°), МР — сплошной рассеиватель из светотехнического оргстекла (условный защитный угол 90°).

Примечания· 1 Степень защиты для светильников с решеткой IP20, а с рассеивателем 2'0

2. Группа условий эксплуатации — М1

жигания, укомплектованы компенсированными ПРА.

СП типа МЛ2-40 являются настенными со степенью защиты IP20 и предназначены для МО верстаков и столов, где производят слесарные, монтажные, сборочные, наладочные и другие аналогичные работы в помещениях с нормальными условиями среды. ОП может комплектоваться рассеивателем, тогда освещенность в центре пятна снижается до 1250 лк, а на краю — до 750 лк. Климатическое исполнение и категория размещения световых приборов этого типа УХЛ4, группа условий эксплуатации М1 Средний срок службы — 5 лет.

СП типа ЛНП03 выполняются степени защиты IP20 и предназначены для МО монтажных, наладочных и сборочных столов, а также рабочих мест на конвейерах в помещениях с нормальными условиями среды. Климатическое исполнение и категория размещения УХЛ4, группа условий эксплуатации М1. Средний срок службы — 6 лет.

Выпуск энергоэкономичных ЛЛ позволил разработать компактные световые приборы МО, предназначенные для освещения рабочих мест с точными зрительными работами. Их технические данные приведены в табл. 5.21. Конструктивно светотехнические схемы всех исполнений СП одинаковы и включают в себя: металлический корпус, отражатель с диффузным эмалевым покрытием и пластмассовые боковины. Выходное отверстие в зависимости от исполнения перекрывают экранирующей решеткой или сплошным рассеивателем. В последнем случае значительно ограничивается проникновение пыли в СП и облегчается уход за ними. СП подключают к сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В частоты

50 Гц с помощью шнура, оснащенного вилкой с заземляющим (зануляющим) контактом.

Переносные световые приборы

Разновидностью местного освещения является так называемое переносное освещение, осуществляемое переносными или ручными СП. К переносным СП относят нестационарные СП с автономным источником питания или соединенные с электрической сетью гибким проводом, не отключаемым при перемещении СП вручную. К ручным СП относят переносные СП, которые во время работы держат в руке или крепят к одежде человека Переносные СП используют при эпизоднчески выполняемых наладочных и ремонтных работах, при осмотре полостей изделий и оборудования, а также при некоторых видах работ, где требуется временное повышение уровня освещенности, например при разметочных работах. Помещения, в которых имеется переносное освещение, не относятся к помещениям с комбинированным освещением.

Технические данные переносного светильника типа РВО-42 приведены в табл. 5.22. Он предназначен для освещения рабочей зоны во влажных производственных помещениях и рассчитан для работы в сетях переменного или постоянного тока напряжением до 42 В. СП состоит из пластмассового корпуса-ручки, в которой смонтированы узел крепления ЛН и провода КГ2×0,75 (армированные штепсельной вилкой), а также нз отражателя и защитной сетки.

5.4. СВЕТИЛЬНИКИ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Под общественными подразумевают здания, предназначенные для размещения организаций, учреждений и предприятий, при этом их помещения относят к одной из пяти групп в соответствии с табл. 5.23. В помещениях общественных зданий, как правило, используют систему общего равномерного и локализованного освещения. Исключение составляют некоторые помещения производственного назначения в комбинатах бытового обслуживания, где выполняются работы высокой точности (ремонт часов, радиоаппаратуры и т. п.).

Номенклатура ОП для общественных зданий подвержена значительным изменениям, так как функциональное многообразие общественных зданий и различие интерьеров требует большого разнообразия ОП. В соответствии с этим ОП для общественных зданий выпускают унифицированными сериями, имеющими большое число модификаций, которые отличаются внешним видом и светотехническими характеристиками. Наиболее широко это направление используют при создании ОП с ЛЛ. В общественных зданиях довольно широко используют ОП, предназначенные для промышленного освещения. Перспективными являются потолочные и встраиваемые ОП с РЛВД, а также ОП, приспособленные для установки на однофазных шинопроводах

Несмотря на большое число модификаций ОП для общественных зданий для

Таблица 5 22

Технические данные переносного светильника РВО-42

Параметр	Значение параметра
Тип лампы накаливания	МО12-60, МО36-60
Класс светораспределения	В
Угол охвата отражателя, °	180
Освещенность в пределах круга диаметром 0,5 м на рабочей поверхности, расположенной на расстоянии 1 м от светильника, лк	95
Степень защиты	IP20
Климатическое исполнение и категория размещения	У2, ХЛ2, Т2
Группа условий эксплуатации	М4
Габаритные размеры, мм	⌀90×255
Масса, кг	0,32

них установлен ряд обязательных требований Так, защитный угол и зона ограничения яркости ОП общего освещения в нижней полусфере должны соответствовать указанным в табл. 5 24 для подвесных, потолочных и встраиваемых ОП и в табл. 5.25 для настенных, настольных и напольных ОП. Допускается изготовление ОП общего освещения с защитными углами, меньшими приведенных в табл. 5.24 и 5.25, или без защитного угла, но с обязательным указанием условий их применения в эксплуатационной документации, при этом габа-

Таблица 5 23

Классификация помещений общественных зданий

Группа помещения	Перечень помещений
1	Групповые и спальные комнаты детских учреждений, палаты больниц
2	Операционные, перевязочные, приемные и лечебно-диагностические кабинеты в лечебно-профилактических учреждениях, классы и учебные кабинеты в школах
3	Комнаты преподавателей, классы, учебные кабинеты и аудитории в вузах и техникумах, конструкторские, чертежные и машинописные бюро, читальные залы, лаборатории, кабинеты, рабочие комнаты, парикмахерские
4	Гимнастические и игровые залы
5	Залы банков, торговые и обеденные залы, актовые, зрительные залы, фойе театров, дворцов культуры, клубов и кинотеатров

Таблица 5 24

Защитный угол и зона ограничения яркости для светильников общего освещения помещений общественных зданий

Группа помещений	Защитный (условный защитный) угол в поперечной и продольной плоскостях, °, не менее	Зона ограничения яркости, °	Габаритная яркость, кд/м^2, не более, для классов светораспределения		
			П	Н	Р, В
1	90	0—90	2000	2000	2000
2	90	0—90	2500	3000	3500
3	30	60—90	3500	4500	5000
4	90	0—90	4000	5000	5000
5	30	60—90	4500	5000	5000

Таблица 5 25

Защитный угол и зона ограничения яркости для настенных, настольных и напольных светильников

Светильники	Расстояние светового центра светильника, м		Защитный (условный защитный) угол в поперечной и продольной плоскостях, °, не менее		Зона ограничения яркости, °
	от пола	от опоры основания	в нижней полусфере	в верхней полусфере	
Настенные	До 1,8	—	30	30	60—120
	Свыше 1,8		30	—	60—90
Напольные	До 1,0		10	40	80—130
	От 1,0 до 1,3		20	30	70—120
	От 1,3 до 1,6		30	20	60—110
	Свыше 1,6		30	10	60—90
Настольные	—	До 0,3	5	50	—
		От 0,3 до 0,4	10	40	—
		Свыше 0,4	20	30	—

Таблица 5.26

Уровень звука для светильников с разрядными лампами

Область применения светильников	Уровень звука по шкале А, дБ
Палаты больниц и санаториев	20,0
Групповые и спальные комнаты детских учреждений, операционные, перевязочные, приемные и лечебно-диагностические кабинеты в лечебно-профилактических учреждениях, жилые помещения	25,0
Классы, учебные кабинеты и аудитории в школах, вузах и техникумах, конструкторские, чертежные и машинописные бюро, читальные залы, лаборатории, кабинеты, рабочие комнаты, парикмахерские	30,0
Гимнастические и игровые залы, комнаты преподавателей, залы банков, торговые и обеденные залы, актовые и зрительные залы, фойе театров, дворцов культуры, клубов, кинотеатров и другие общественные помещения	35,0

ритная яркость таких СП не нормируется.

Уровень звука по шкале А шумомера для СП с РЛ на расстоянии 1 м от его наружного контура должен быть не более указанного в табл. 5.26.

КПД светового прибора должен быть не менее 45 %, климатическое исполнение и категория размещения УХЛ4, степень защиты IP21 для сантехкабин общественных зданий и IP20 или 2'0 для СП, предназначенных для освещения прочих помещений. Средний срок службы — не менее 8 лет, срок сохраняемости со дня отгрузки — 1 год.

Светильники с лампами накаливания

Технические данные светильников для общественных зданий с ЛН приведены в табл. 5.27. Они рассчитаны на работу в сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В частоты 50 Гц.

СП типа ДС-19 предназначены для дежурного освещения палат больниц, их встраивают в специальную нишу в стенной панели рядом с входной дверью на высоте 0,3 м от пола.

СП типа НБЛ02 предназначены для освещения палат больниц.

СП типа НБО06 предназначены для общего освещения вспомогательных помещений общественных зданий. Конструкция СП ограничивает попадание в них пыли, однако защита от попадания влаги отсутствует, поэтому СП запрещается применять в помещениях, где возможна конденсация влаги на стенах и потолке.

СП типа НВО04 предназначены для общего освещения помещений общественных зданий. Они встраиваются в подвесные потолки из негорючих материалов.

СП типа НПО20 предназначены для общего освещения вспомогательных помещений общественных зданий.

СП типа НСО08 предназначены для общего освещения врачебных, врачебно-диагностических кабинетов и лабораторий в больницах и поликлиниках, а также для освещения административно-конторских помещений.

СП типа ПКЛ-150 предназначены для общего освещения помещений общественных зданий, отнесенных к группе 3

СП типа СВП предназначены для общего освещения помещений общественных зданий, в которых имеются подвесные потолки.

Светильники с люминесцентными лампами

Технические данные светильников для общественных зданий с ЛЛ приведены в табл. 5.28. СП рассчитаны на работу в сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В частоты 50 Гц.

СП типа ЛБО08 предназначены для общего и местного освещения палат больниц, они имеют раздельное включение местного и общего освещения. Включение общего освещения осуществляется из коридора, а местного — самим больным с помощью выключателя с тяговым

Таблица 5.27

Технические данные светильников для общественных зданий с лампами накаливания

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ДС-19	РН230-15	П			90		ХЛ4	110×97×150	0,5
НБЛ02-100-60/0-П-01	Б220-230-100	0/П			10/40	IP20	У4	510×140×670	1,5
	Б220-230-60								
НБЛ02-100/0-02	Б220-230-100	0	—	70	10/—			300×140×245	0,7
НБЛ02-60/П-03	Б220-230-60	П			40			510×140×560	0,8
НБО06-100-01	Б220-230-100	Р			90	2'0	УХЛ, О4	ø 110×214	1,4
НБО06-100-02								ø 185×214	
НБО06-100-03									
НВО04-300-02	ЗК-220-300-2	П	Г	75	30	IP20	УХЛ4	ø 209×245	2,1
НПО20-100-01	Б220-230-100	Р	—	70	90	2'0	УХЛ4, О4	ø 110×210	1,3
НПО20-100-02								ø 185×210	
НПО20-100-03								ø 160×210	
НСО08-300-01	Г220-230-300		Д	75		IP20	У4, ХЛ4	ø 368×640	1,2
ПКЛ-150	Г220-230-150	П		60	30		УХЛ4, О4	ø 400×150	—
СВП-200А	ЗК-220-200-1		К	65			УХЛ4.2	ø 224×255	2,0
СВП-500А	ЗК-220-500-1							ø 304×360	3,0

Примечание. В поле таблицы слева от косой черты приведены класс светораспределения и защитный угол в верхней полусфере, а справа — в нижней полусфере.

Таблица 5 28

Технические данные светильников для общественных зданий с люминесцентными лампами

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ЛБО08-1×65(1×20)	ЛБ65, ЛБ20	Н, О*	Специальная	—	40 в продольной плоскости, 10 в поперечной	IP20	УХЛ4	1600×130×145	13,0
ЛБО08-1×40(1×20)	ЛБ40, ЛБ20							1300×130×145	9,5
ЛБО08-1×58(1×18)	ЛБ58, ЛБ18							1600×130×145	13,0
ЛБО08 1×36(1×18)	ЛБ38, ЛБ18							1300×130×145	9,5
ЛВО01-4×40/П-01	ЛБ40	П	Д	55	90	2′0	УХЛ4, О4	1260×640×146	17,3
ЛВО01-2×40/П-01				57				1260×320×146	9,5
ЛВО01-4×20/П-01	ЛБ20			53				645×640×146	12,5
ЛВО03-2×40-001	ЛБ40			50	30		У4, ХЛ4, О4	1275×310×115	7,5
ЛВО03-2×40-002								1275×310×136	9,5
ЛВО03-4×40-001								1275×610×115	13,5
ЛВО03-4×40-002								1275×610×136	15,0
ЛВО03-2×65-002	ЛБ65							1575×310×136	13,0
ЛВО03-4×65-002								1575×610×136	20,0
ЛВО05-2×40-001	ЛБ40				90	IP20	УХЛ4	1240×300×120	6,4
ЛВО05-2×40-002					30			1240×300×100	6,5
ЛВО05-2×42-001	ЛТБМ42				90			1200×300×120	6,4
ЛВО05-2×42-002					30			1200×300×100	6,5
ЛПО02-2×40-01	ЛБ40			52	30	2′0		1296×214×95	7,0
ЛПО02-2×40 02				55	30				
ЛПО02-4×40-01				50	90			1296×420×95	13,0
ЛПО02-4×40-02				50	30				
ЛПО09-40/П-01				65	90	IP20		1232×200×92	3,5
ЛПО09-40/П-02				80				1232×58×92	3,0
ЛПО16-40/Н-05		Н	М	60				1245×70×110	3,4
ЛПО16-40/Н-07				80	—		УХЛ4, О4	1245×65×100	2,6
ЛПО16-20/Н-06	ЛБ20							625×70×110	2,5
ЛПО21-2×20/Н-01			Д					686×214×95	5,0
ЛПО21-2×40/Н-02	ЛБ40			60		2′0		1296×214×95	9,0
ЛПО21-4×20/Н-04	ЛБ20				90			686×420×95	8,0
ЛПО21-4×40/Н-05	ЛБ40							1296×420×95	14,0
ЛПО25М-2×40		П		57		IP54		1275×185×113	6,5
ЛПО26М×40-001		Р		67		IP20		1248×75×115	3,0
ЛПО26М×40-002				85	—			1248×75×105	2,8
ЛПО28-2×40-003		Н		75		2′0		1292×280×130	8,0
ЛПО28-2×40-006									

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ЛПО28-2×65-003 ЛПО28-2×65-006	ЛБ65	Н	Д	75	90	2′0	УХЛ4, О4	1592×280×130	9,0
ЛПО33-2×18-002	ЛБ18	П		55				760×270×90	4,0
ЛПО33-2×36-002	ЛБ36							1370×270×90	7,0
ЛПО33-2×58-002	ЛБ58							1670×270×90	8,5
ЛПО33-2×18-003	ЛБ18							760×270×90	4,0
ЛПО33-2×36-003	ЛБ36							1370×270×90	7,0
ЛПО33-2×58-003	ЛБ58							1670×270×90	8,5
ЛПО33-2×18-004	ЛБ18			60				760×270×90	4,0
ЛПО33-2×36-004	ЛБ36							1370×270×90	7,0
ЛПО33-2×58-004	ЛБ58							1670×270×90	8,5
ЛПО33-2×18-005	ЛБ18			45				760×270×90	4,0
ЛПО33-2×36-005	ЛБ36							1370×270×90	7,0
ЛПО33-2×58-005	ЛБ58							1670×270×90	8,5
ЛПО34-4×36-001	ЛБ36			60	30	IP20		1340×460×80	10,6
ЛПО34-4×36-002									8,0
ЛПО34-4×58-001	ЛБ58				90	2′0		1640×460×80	10,6
ЛПО34-4×58-002									10,3
ЛСО02-2×40/Р-01	ЛБ40	Р		65	30	IP20	У4	1265×292×1090	7,1
ЛСО02-2×40/Р-02				65					6,2
ЛСО02-2×40/Р-03				70					6,1
ЛСО02-2×65/Р-01	ЛБ65			65				1565×292×1090	10,3
ЛСО02-2×65/Р-02				65					11,1
ЛСО02-2×65/Р-03				70					11,8
ЛСО02-2×40/1×30/Р 01	ЛБ40 и ЛЭ30-1			60					11 4
ЛСО02-2×40/1×30/Р 03				65				1265×292×1090	11,0
ЛСО02-4×40/Р-02	ЛБ40			65				1265×440×1090	13,1
ЛСО04-2×40-004				70			УХЛ4, О4	1266×292×90	6,2
ЛСО04-2×40-005				73					5,7
ЛСО05-2×40-001				77				1250×250×380	
ЛСО05-2×40-003				77					5,6
ЛСО06-4×36-001	ЛБ36	Н		60	90	2′0		1340×460×80	9,0
ЛСО06-4×36-002		Р		70	30	IP20			8,3
ЛСО06-4×58-001	ЛБ58	Н		60	90	2′0	УХЛ4	1640×460×80	11,5
ЛСО06-4×58-002		Р		70	30	IP20			10,6
Л201Г220-15М	ЛБ20	Н		55	90	2′0		640×236×125	4,4
Л201Б420-18М		П		50				640×441×143	8,3
Л201Б420-19М								640×441×125	8,3
Л201Б620-18М								640×646×143	12,0
Л201Г240-02М	ЛБ40	Н		55				1250×236×105	8,0
Л201Г240-03М		Н						1250×236×105	7,9
Л201Г240-08		П					УХЛ4, Т4	1275×255×115	
Л201Г240-12		Р						1280×276×108	8,0

Окончание табл 5 28

Тнп светнльника	Тнп лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатнческое исполнение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Л201Г240-13	ЛБ40	Р	Д	65	90	2'0	УХЛ4, Т4	1280×240×121	8,0
Л201Г240-15М		Н		50			УХЛ4	1250×236×125	7,9
Л201Г240-31М Л201Г240-32М Л201Г240-33М				55				1267×236×90	7,0
Л201Б440-02М Л201Б440-16М Л201Б440-18М		П		50				1250×441×105 1250×441×125 1250×441×143	14,0
Л201Б640-15М								1256×646×125	20,0
Л201Г265-32М Л201Г265-33М	ЛБ65	Н		55				1567×236×90	9,6

* О — класс светораспределения в верхней полусфере, а Н — в нижней полусфере
Примечание Группа условий эксплуатации СП — М1

шнурком. СП закрепляют на стене индивидуально или в линию по два или по три СП на высоте 1,65 м от пола.

Встроенные и полувстроенные СП типа ЛВО01 предназначены для общего освещения конструкторских бюро, зрительных залов и других аналогичных помещений. Их устанавливают в декоративных или акустических потолках, выполненных из плиток «акмигран» или «травертон», а также в подвесных потолках, выполненных из несгораемых материалов.

СП типа ЛВО03 предназначены для общего освещения общественных зданий помещений группы 5 при установке их в декоративных или акустических потолках, выполненных из плиток «акмигран», «травертон» или минераловатных плит, а также при установке в оштукатуренных и подвесных алюминиевых потолках на направляющих высотой от 28 до 50 мм.

СП типа ЛВО05 предназначены для общего освещения помещений общественных зданий с потолками из плиток типа «акмигран» размером 300×300 мм. СП обслуживаются со стороны освещаемого помещения и могут устанавливаться по отдельности или стыковаться в линию для прокладки магистральных проводов внутри корпуса.

СП типа ЛПО02 предназначены для общего освещения помещений общественных зданий.

СП типа ЛПО09 тоже предназначены для общего освещения помещений общественных зданий, эти СП устанавливают как по отдельности, так и состыковывают в линию.

СП типа ЛПО16 предназначены для общего освещения помещений группы 4 и 5. СП модификаций 05 и 06 могут быть использованы для общего освещения жилых помещений, а модификации 07 — для освещения коридоров (кроме коридоров лечебных учреждений) и других помещений с временным пребыванием людей.

СП типа ЛПО21 предназначены для общего освещения помещений общественных зданий групп 2 и 4.

СП типа ЛПО25М предназначены для общего освещения помещений общественных зданий, в атмосфере которых содержание пыли не превышает 5 мг/м^3. СП устанавливают либо по отдельности, либо в линию.

СП типа ЛПО26М предназначены для общего освещения конструкторских

бюро, зрительных залов. СП модификации 002 предназначены для освещения помещений с временным пребыванием людей. СП устанавливают либо по отдельности, либо в линию.

СП типа ЛПО28 предназначены для общего освещения различных помещений общественных зданий.

СП типа ЛПО33 предназначены для общего освещения преимущественно низких помещений всех групп. Светорассеивающим элементом в модификации 001 является металлическая экранирующая решетка, 002 — плоский опаловый рассеиватель, 003 — плоский призматический рассеиватель, 004 — П-образный профильный двухцветный рассеиватель, 005 — рассеиватель из пленки, 006 — пластмассовая экранирующая решетка. СП крепятся к потолку с помощью дюбелей.

СП типа ЛПО34 предназначены для общего освещения концертных и зрительных залов, фойе театров и кинотеатров, вестибюлей и других аналогичных помещений 5-й группы. СП модификации 001 оснащаются пластмассовым рассеивателем, 002 — экранирующей решеткой. СП крепятся к потолку с помощью дюбелей

СП серии ЛСО02 предназначены для общего освещения школьных классов и аналогичных помещений общественных зданий. Светильники с дополнительными эритемными лампами предназначены для освещения и компенсации ультрафиолетовой недостаточности в школах Крайнего Севера. В условном обозначении СП буква Р указывает, что СП рассеянного света, а последние цифры обозначают модификацию: 01 — с металлической боковиной и металлической экранирующей решеткой; 02 — с металлической боковиной и пластмассовой экранирующей решеткой; 03 — с боковиной из светорассеивающей пластмассы и с металлической экранирующей решеткой Светильники устанавливают индивидуально либо стыкуют в линию без магистрального короба под провода.

СП типа ЛСО04 предназначены для общего освещения школьных классов, учебных кабинетов, аудиторий, читальных залов. СП модификации 04 имеют пластмассовую экранирующую решетку, а 05 — металлическую. Конструкция СП предусматривает крепление его к потолку или к штанге, а также стыковку в линию.

СП типа ЛСО05 предназначены для общего освещения помещений общественных зданий групп 3 и 5. В них могут быть использованы энергоэкономичные ЛЛ мощностью 36 Вт.

СП типа ЛСО06 предназначены для освещения концертных и зрительных залов, фойе театров, кинотеатров, вестибюлей и других аналогичных помещений 5-й группы. СП модификации 001 оснащаются рассеивателем, а 002 — пластмассовой экранирующей решеткой. СП крепятся к потолку с помощью дюбелей.

СП серии Л2010 и Л2010М предназначены для общего освещения помещений общественных зданий. Структура условного обозначения: Л — с люминесцентной лампой; 2 — потолочной; 01 — номер серии; Б или Г — класс светораспределения; 2, 4 или 6 — число ламп; 20, 40 или 65 — мощность лампы; последние две цифры — номер модификации и М — модернизированный.

Светильники с разрядными лампами высокого давления

Светильники с РЛВД для общественных зданий выполняются, как правило, встраиваемыми или потолочными и рассчитаны на применение ламп мощностью от 70 до 175 Вт. СП с РЛВД должны частично заменить широко используемые в настоящее время СП с ЛЛ. Такая замена позволяет значительно уменьшить число ламп и СП в осветительных установках и за счет этого снизить затраты на монтаж и эксплуатацию ОУ. Учитывая, что СП в общественных зданиях устанавливаются на небольшой высоте и при этом яркость их должна быть не выше регламентированной, СП с РЛВД разрабатывают либо со специальным преломителем перед рассеивателем, либо с глубоким корпусом, обеспечивающим большие защитные углы.

Технические данные светильников для общественных зданий с РЛВД приведены в табл. 5.29. СП рассчитаны на работу в сети переменного тока с номи-

Таблица 5 29

Технические данные светильников с разрядными лампами высокого давления для общественных зданий

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
РСО02-125	ДРЛ125	В	Л	80	30	IP20	450 × 450 × 700	6,5
ГВО02-175-001 ГВО02-125-003	ДРИ175 ДРИ125	П	Г	55			566 × 315 × 190	8,8 8,0
ГВО02-175-002 ГВО02-125-004	ДРИ175 ДРИ125		Д	45	90*	2′0	566 × 315 × 153	8,7 7,9
ГЖВО01 175(1×150)	ДРИ175+ ДНаТ150						590 × 630 × 325	17,4
ГЖВО01 125(1×70)	ДРИ125+ ДНаТ70							15,6
ГПО02-175-001 ГПО02-125-003	ДРИ175 ДРИ125		Г	60	30	IP20	529 × 278 × 190	8,4 7,6
ГПО02-175-002 ГПО02-125-004	ДРИ175 ДРИ125		П	45	90*	2′0	529 × 278 × 153	8,3 7,5
ГСО02 175	ДРИ175	В	Л	80	30	IP20	450 × 450 × 700	7,0

* Условный защитный угол

Примечания 1 Климатическое исполнение и категория размещения УХЛ4 (О4) 2 Группа условий эксплуатации М1 3 Коэффициент мощности 0,8 4 Срок службы светильников 8 лет

нальным напряжением 220 В частоты 50 Гц

СП типа РСО02 и ГСО02У предназначены для общего освещения залов с ЭВМ и контрольно-вычислительными устройствами, а также помещений, где требуется высокая освещенность горизонтальных и вертикальных поверхностей. СП оснащены встроенными ПРА и индивидуальной компенсацией реактивной мощности.

СП типа ГВО02 и ГПО02 предназначены для общего освещения помещений высотой более 3,2 м приемных, вестибюлей, актовых, торговых, зрительных залов, операционных залов банков и других помещений с временным пребыванием людей В модификациях 001 и 003 применены зеркальный отражатель и экранирующая решетка, а в модификациях 002 и 004 — зеркальный отражатель и формованный рассеиватель. В СП обеспечена индивидуальная компенсация реактивной мощности, коэффициент мощности 0,8.

СП типа ГЖВО01 предназначены для общего освещения парадных помещений общественных зданий высотой более 3,2 м и другнх достаточно высоких помещений с временным пребыванием людей. СП монтируются в проемах подвесных потолков с помощью четырех специальных поворотных замков, обеспечены индивидуальной компенсацией реактивной мощности, коэффициент мощности 0,8

5.5. СВЕТИЛЬНИКИ ДЛЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

В жилых помещениях наиболее широко нспользуют систему комбинированного освещения Систему общего осве-

щения применяют для малых помещений с кратковременным пребыванием в них людей (проходы, коридоры, кладовые и т п) Иногда применяют систему общего локализованного освещения, например зеркала в ванной комнате. Таким образом, к светильникам для жилых помещений относят СП для общего н (или) МО квартир жилых домов.

Систематизация технических параметров СП для жилых помещений весьма затруднена из-за того, что они должны отвечать прежде всего функциональным требованиям и рассматриваться, с одной стороны, как элемент организации пространства интерьера в целом нли его отдельных функциональных зон, а с другой — как элемент, отвечающий требованиям эргономики, гигиеничности, безопасности, а также технологичности и экономичности. При этом с точки зрения организации пространства интерьера СП для жилых помещений должен рассматриваться двояко с точки зрения композиционной целостности СП н с точки зрения соответствия его современному интерьеру квартиры, региональным и национальным традициям, эстетическим представлениям людей с учетом их возраста, привычек, вкусов.

Композиционная целостность СП — это зрительная согласованность его элементов по пропорциям, форме, размерам, материалам, фактуре и цвету, а также стилистическое и масштабное единство с выделением главного и подчиненных элементов Особо следует учитывать сочетание материалов, так как при изготовлении СП широко используются металлы, пластмассы, стекло, дерево, ткань, керамика, фарфор, хрусталь и т п.

Несмотря на столь разнообразные требования, предъявляемые к СП для жилых помещений, имеется комплекс требований, которым они должны отвечать Это прежде всего классификация СП по выполняемой ими светотехнической функции В зависимости от нее выделяют шесть типов СП·

светильники для общего освещения помещений подвесные, потолочные, настенные, напольные, настольные,

светильники МО для освещения рабочей поверхности в соответствии с выполняемой зрительной работой: настольные, напольные, настенные, подвесные, пристраиваемые, встраиваемые в мебель;

светильники комбинированного освещения, выполняющие функции как общего, так и местного освещения раздельно или одновременно: подвесные, настенные, напольные, настольные;

декоративные светильники, выполняющие функцию архитектурного элемента интерьера: настольные, настенные;

светильники для ориентации в жилых помещениях в темное время суток,

экспозиционные светильники для освещения отдельных объектов. настольные, настенные, пристраиваемые, встраиваемые.

Для обеспечения зрительного комфорта при использовании СП местного и комбинированного освещения защитные углы и зоны ограничения яркости должны соответствовать значениям, указанным в табл. 5.30. Защитный угол в

Таблица 5 30

Защитный угол и зона ограничения яркости для светильников местного и комбинированиого освещения

Расстояние от светового центра светильника до пола, м	Зона ограничения яркости, °	Защитный (условно защитный) угол, °, не менее	
		в нижней полусфере	в верхней полусфере
До 1,1	85—125	5	35
От 1,1 до 1,2	75—110	15	20
От 1,2 до 1,3	65—95	25	5
Свыше 1,3	60—90	30	—

нижией полусфере подвесных и потолочиых СП общего освещения жилых помещений должеи быть не менее 30°.

СП для жилых помещений должны иметь климатическое исполнение и категорию размещения УХЛ4, степень защиты не меиее IP20, а для сантехкабин — IP23. Средний срок службы — не менее 5 лет.

КПД светильников общего освещения с ЛН должен быть не меньше значений, указанных в табл. 5.31, а для СП с ЛЛ — не меньше значений, указанных в табл. 5.32. В случае если СП с ЛЛ

Таблица 5.31

КПД светильников общего освещения с лампами накаливания для жилых помещений

Вид светильников по способу установки и материалу рассеивателей	КПД, %
Подвесные, настенные, напольные, настольные, потолочные:	
без рассеивателей и экранирующих элементов	80
с подвесками из прозрачного силикатного или хрустального стекла	75
с рассеивателями из прозрачного силикатного или хрустального стекла либо прозрачной пластмассы, с подвесками из прозрачной пластмассы	70
с рассеивателями из пластмассы или пленки белого цвета, из молочного или матированного силикатного стекла, а также из прозрачного силикатного стекла, окрашенного люстровыми красками или силикатными эмалями	60
с рассеивателями из цветного силикатного стекла, цветных пластмасс и пленок, ткани, бумаги и т. п.	50
с экранирующими элементами	50

Примечание Допускается снижение КПД не более чем на 10 % для светильников с дополнительными экранирующими элементами, с рассеивателями из цветной двухслойной пластмассы и не более чем на 5 % — для потолочных и подвесных светильников с полностью перекрытыми выходными отверстиями, а также для многоламповых потолочных светильников.

Таблица 5 32

КПД светильников общего освещения с разрядными лампами для жилых помещеиий

Класс светораспределения	Отражатель	Защитный (условно защитный) угол в нижней полусфере, °	КПД, %, не менее				
			СП с прозрачным защитным стеклом	СП с рассеивателем или преломителем	СП с экранирующей решеткой или кольцами	СП без оптических и экранирующих элементов	СП с рассеивателем и экранирующими элементами или с рассеивателем и преломителем
П и О	Зеркальный	До 15	65	55	60	70	—
		От 15 до 30	60	55	60	65	—
	Диффузный	От 15 до 30	60	50	50	60	50
Н и В	Зеркальный	До 15	70	60	65	75	—
		От 15 до 30	65	60	65	70	—
	Диффузный	До 15	65	60	55	70	55
		От 15 до 30	60	55	55	65	50
Р	Диффузный	До 15	70	60	60	75	60
		От 15 до 30	65	60	60	70	55
	Без отражателя	—	70	—	—	80	—
		До 15	—	65	75	—	65
		От 15 до 30	—	65	75	—	65

Таблица 5.33

Технические данные светильников для жилых помещений с компактными люминесцентными лампами

Тип светильника	Тип лампы	Степень защиты	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ЛББ31-0-001	КЛ9/ТБЦ	IP20	120 × 44 × 225	1,20
ЛББ34-9-001			90 × 115 × 215	0,78
ЛББ34-11-002	КЛ11/ТБЦ		90 × 115 × 285	0,82
ФББ12-13-001	КЛС13/ТБЦ	IP21	205 × 97 × 195	0,90
ФББ13-13-001			205 × 97 × 185	0,90
ФББ13-2×13-002			170 × 290 × 180	1,10
ФПБ16-13-001			∅97 × 270	0,80

оснащен экранирующим элементом, имеющим защитный угол только в одной плоскости, то КПД СП должен быть на 5 % выше значений, указанных в табл. 5.32. КПД СП с конструктивными элементами, указаниыми в табл. 5.32, должен быть не менее 45 %.

Создание КЛЛ с достаточно низкой цветовой температурой, приближающейся к цветовой температуре ЛН, и с особо улучшеиной цветопередачей позволили разработать энергоэкономические СП для жилых помещений; технические данные таких СП приведены в табл. 5.33

СП типа ЛББ31-9-001 состоит из корпуса, где размещены ПРА и кнопочный выключатель, и подвижного рассеивателя из полистирола, который поворачивается на шарнире, что позволяет в зависимости от выбора объекта подсветки перераспределять световой поток. В связи с этим данный СП предназначен для освещения элементов интерьера или функциональных зон.

Компоновка СП типа ЛББ34 аналогична компоновке светильника ЛББ31, за исключением того, что первый оснащен проходным выключателем и соединительным шнуром длиной 1,5 м с опрессованной на конце штепсельной вилкой. СП типа ЛББ34 предназначен для дополнительного общего освещения жилых помещений, а также для локального освещения.

СП типа ФББ и ФПБ предназначены для освещения помещений хозяйственного и вспомогательного назначения в жилых зданиях.

Перечни вновь разработанных СП для жилых помещений и принятых Межведомственной комиссией (МВК) к серийиому производству в нашей страие, регулярно публикуются в журнале «Светотехника».

5.6. СВЕТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Под световым комплексом подразумевают устройство, состоящее из набора световых приборов, отдельных светоперераспределяющих или светопреобразующих элемеитов, коиструктивных, электротехнических и других деталей, сборочиых единиц или блоков, собираемое у потребителя, выполняющее свои функции только в собранном виде и предназиаченное для освещеиия или сигнализации.

Из световых комплексов для освещения наиболее широко используют светящую линию, светящий потолок и щелевой световод (комплектное осветительное устройство серии КОУ).

Светящую линию образуют путем последовательиой пристыковки ОП друг к другу, при этом в корпусе ОП предусматривают полости для прокладки в них групповых линий рабочего и аварийного освещения. В ОП с двумя и более ЛЛ обычно предусматривают прокладку восьми проводов групповых линий сечением провода до 4,0 мм^2, при этом расстояние между пучками проводов рабочего и аварийного освещения должно быть не менее 20 мм в свету или пучки проводов должны быть разделены пере-

городкой из изоляционного материала. В одноламповых стыкуемых ОП обычно предусматривают прокладку не менее четырех проводов групповых линий сечением провода до 2,5 мм^2

Светящий потолок — это световой комплекс, размеры светящей поверхности которого сопоставимы с размером в плане освещаемого помещения Основное требование к светящему потолку — равномерное распределение яркости по нему.

Для организации светящих потолков используют способ отражения или пропускания света При первом способе световой поток от ОП направляется на потолок и за счет отражения от него создает определенную освещенность в помещении. При втором — к перекрытию прикрепляют осветительные приборы, а ниже их — подвесной потолок, состоящий из рассеивателей или системы решеток, а также сплошных панелей Более широко используют второй способ, так как первому присуща невысокая экономичность и сложность поддержания равномерной яркости в процессе эксплуатации.

При втором способе наилучший эстетический эффект обеспечивается с помощью рассеивателей. С точки зрения уменьшения теплонапряженности в технической полости, т. е. пространстве между перекрытием и подвесным потолком, применение решеток более рационально, однако для того чтобы «начинка» технической полости не просматривалась наблюдателем, необходимо иметь защитный угол не менее 45°. Такой защитный угол требует решеток с большой высотой ребра. Так, например, при размере ячейки решетки 80×100 мм и высоте ее ребра 70 мм защитный угол будет составлять 35—41°

Светящий потолок на всю площадь помещения устраивают только в том случае, когда требуется освещенность свыше 1000 лк, при этом предельной допустимой яркостью считают 2000 кд/м^2 в высоких и 1000 кд/м^2 в низких помещениях В остальных случаях применяют светящие полосы, т. е. световые комплексы, у которых отношение длины светящей поверхности к ее ширине не более 5. При этом светящие и темные полосы располагают в определенном ритме, исходя из соображений выразительности светового пространства в интерьере помещения

Включение ОП в техническом пространстве следует организовывать группами так, чтобы, с одной стороны, можно было обеспечивать различные уровни освещенности, а с другой — сохранять определенную световую картину светящей части потолка, которая гармонирует с общей архитектурно-художественной и функциональной композицией помещения.

Перспективным видом световых комплексов, предназначенных для освещения как производственных помещений, так и помещений общественных зданий, являются комплектные осветительные устройства (КОУ) со щелевыми световодами (рис 5.4). КОУ включают в себя следующие основные блоки· камеру, в которой размещены ИС, прозрачный иллюминатор или световой фильтр и щелевой световод. Щелевой световод — полый протяженный цилиндрический или другой формы светоперераспределяющий элемент, бóльшая часть внутренней поверхности которого по всей длине покрыта зеркально отражающим слоем, при этом световой поток от ИС вводится в торец световода, а выходит из него по всей длине через часть поверхности, не покрытую отражающим слоем,— светопропускающую оптическую щель

Технические данные КОУ приведены в табл 5 34. В условном обозначении буквы и числа означают: первая группа букв и цифра — исполнение КОУ; буква после черточки — исполнение оболочки щелевого световода: М — мягкая оболочка, ее изготавливают из зеркализованной, а щель — из светорассеивающей полиэтилентерефталевой пленки, Т — твердая оболочка, ее изготавливают из алюминиевого профиля, а щель — из органического или силикатного стекла, следующее число — диаметр щелевого световода в миллиметрах, цифра после второй черточки — число ИС, размещаемых в камере; число после знака × — мощность ИС; буквы и цифры после третьей черточки — климатическое ис-

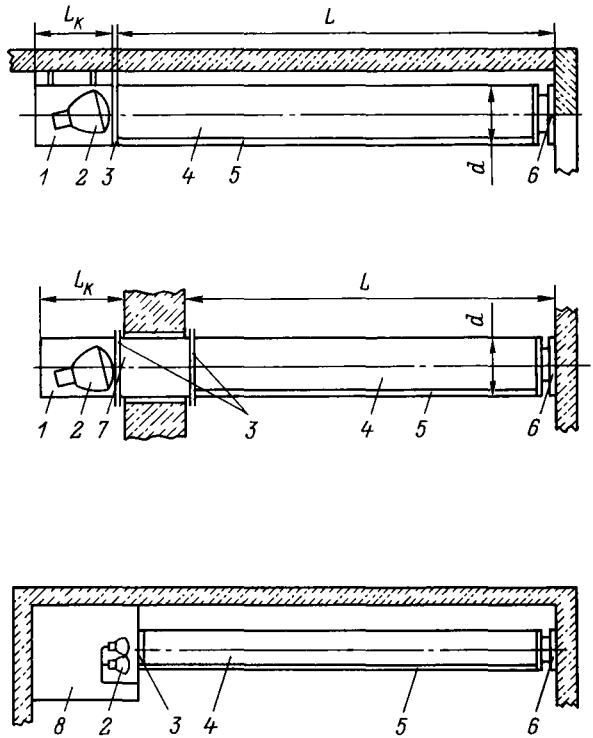


Рис 5 4 Комплектные осветительные устройства со щелевым световодом *а* — КОУ1, *б* — КОУ1А, *в* — КОУ1С

1 — камера, *2* — источник света, *3* — прозрачный иллюминатор *4* — канал щелевого световода, *5* — оптическая щель, *6* — торцевой элемент, *7* — переходный элемент, *8* — строительная галерея

полнение и категория размещения по ГОСТ 15150—69 КОУ рассчитаны для работы в сети переменного тока с номинальным напряжением 380/220 В частоты 50 Гц Степень защиты оболочек IP54.

В зависимости от конструктивной схемы предусмотрено три исполнения КОУ, которые предопределяют размещение их блоков КОУ1 (все блоки КОУ размещают в освещенном помещении); КОУ1А (размещение камеры с ИС и блока ПРА — за стеной освещаемого помещения, а остальных блоков — в освещаемом помещении); КОУ1/С (все блоки КОУ размещают в освещаемом помещении, но при этом камеру с ИС и блок ПРА устанавливают или в специальной строительной галерее или в коммутационном канале).

Исходя из конструктивных особенностей КОУ основными областями их применения следует считать.

цехи со взрыво- и пожароопасными зонами, в которых одно КОУ заменяет от 10 до 50 дефицитных СП во взрывозащищенном исполнении,

помещения с трудным доступом к средствам освещения,

цехи с верхними световыми фонарями, где обслуживание СП возможно с наружной стороны перекрытия или технических этажей;

цехи, в которых для размещения ИС и ПРА могут использоваться строительные коммутационные каналы и галереи,

помещения, где необходимо ступенчатое регулирование освещенности путем включения части или всех ИС, что снижает мощность ОУ и расход электроэнергии;

уникальные промышленные и общественные здания, где можно эффективно применять специальные исполнения ще-

Таблица 5.34

Технические данные комплектных осветительных устройств со щелевыми световодами

Обозначение исполнения	Параметры КОУ								Параметры лампы				Число ламп в КОУ
	Размеры				Масса, кг		Общая потребляемая мощность, кВт	КПД, %	Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, клм	Продолжительность горения, ч	
	канала		камеры		без ПРА	с ПРА							
	L, м	d, мм	$L_к$, м	$d_к$, мм									
КОУ1-М600-4×700-У3	18	650	1	700	80	160	2,95	40	ДРИ3700-1	700	38	3000	4
КОУ1-М275-1×250-У3	6	275	1	380	12,5	16	0,26	40	ЛФМГ250	250	14	2000	1
КОУ1-М275-1×400-У3	6	275	1	380	12,5	18	0,42	40	ЛФМГ400	400	25	2500	1
КОУ1-М275-1×700-У3	6	275	1	380	12,5	22	0,74	40	ДРИ3700-1	700	38	3000	1
КОУ1-Т140-1×300-У3	3	140	0,3	210	15	—	0,30	30	ЗК220-300	300	3	1500	1
КОУ1А-М600-4×700-У2	18	650	1,5	700	110	190	2,95	30	ДРИ3700-1	700	38	3000	4
КОУ1А-М275-1×250-У2	6	275	1,5	380	27	31	0,26	30	ЛФМГ250	250	14	2000	1
КОУ1А-М275-1×400-У2	6	275	1,5	380	27	33	0,42	30	ЛФМГ400	400	25	2500	1
КОУ1А-М275-1×700-У2	6	275	1,5	380	27	37	0,74	30	ДРИ3700-1	700	38	3000	1
КОУ1-М600-4×700/С-У3	18	650	—	—	40	120	2,95	35	ДРИ3700-1	700	38	3000	4

левых световодов при широком использовании строительных архитектурных элементов.

КОУ могут применяться и для эвакуационного, и для аварийного освещения. В связи с тем что ПУЭ для эвакуационного и аварийного освещения не допускает ламп типа МГЛ, то при многоламповых КОУ одна из ламп МГЛ подлежит замене на зеркальную ЛН типа ЗК требуемой мощности с подключением ее к сети эвакуационного или аварийного освещения, а при одноламповых КОУ часть из них оснащают лампами накаливания типа ЗК, которые автоматически подключаются к сети эвакуационного или аварийиого освещения.

В общем случае КОУ обеспечивают регулирование направления светового потока посредством измеиения расположения щелевого световода или его поворота вокруг продольной оси; использование ИС высокой единичной мощности при варьировании спектра излучения с помощью соответствующих фильтров либо применением ИС с определенным спектром излучения. Кроме того, КОУ позволяют значительно сократить протяженность электрической распределительной сети, ее стоимость и трудоемкость монтажа, а также упростить эксплуатацию при экономии электроэнергии.

Глава шестая

РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ. МЕТОД КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ЕГО УПРОЩЕННЫЕ ВАРИАНТЫ

6.1. МЕТОДЫ РАСЧЕТА И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Все методы расчета освещения можно свести к двум основным: точечному и методу светового потока, иначе называемому методом коэффициента использования.

Точечный метод предназначен для нахождения освещенности в расчетной точке, он служит для расчета освещения произвольно расположенных поверхностей при любом распределении освещенности Отраженная составляющая освещенности в этом методе учитывается приближенно.

Точечный метод целесообразен при расчете ОУ с повышенной неравномериостью распределения освещенности (локализованное освещение светильниками прямого света, наружное освещение, рассчитываемое на минимальную освещенность, аварийное освещение и т. п.), а также при расчете освещения наклонных поверхностей, создаваемого светильниками прямого света.

Точечным методом рассчитывается общее локализованное освещение, а также общее равномерное освещение при наличии существенных затенений. Если светильники не относятся к классу светильников прямого света, то отражеиная составляющая должиа учитываться с особой тщательностью.

Освещение открытых пространств и местное освещение, как правило, рассчитываются точечным методом.

Метод коэффициеита использоваиия предназначен для расчета общего равномерного освещения поверхностей без крупных затеняющих предметов.

При расчете этим методом учитывается как прямой, так и отраженный свет. Переход от средней освещенности к минимальной выполияют приближеино.

Средняя освещенность может быть рассчитана для произвольно расположенной поверхности, но наиболее распространенные варианты этого метода предусматривают в основном расчет горизонтальной освещенности. Прнмерная область применения каждого метода определяется исходя из следующих соображений

Метод коэффициента использования целесообразен во всех случаях, когда

расчет ведется по средней освещенности, и в частности упрощенные формы метода (таблицы удельной мощности, графики Гурова и Прохорова) нашли широкое примеиение в практике проектирования, когда ие требуется высокой точности расчета ОУ.

Общее равномерное освещение без существенных затенений может рассчитываться любым методом. Чаще всего применяется метод коэффициента использования, но в наиболее ответственных случаях при светильниках прямого света предпочтителен точечный метод.

Освещенность рабочей поверхности $E_{рп}$ создается световым потоком, поступающим непосредственно от светильников и отраженным, падающим на расчетную поверхность в результате многократных отражений от стен, потолка, оборудования.

Прямая составляющая освещенности рассчитывается на основе кривой силы света светильника и расположения светильников относительно выбранной точки на рабочей поверхности, и поэтому ее значения на отдельных участках рабочей поверхности могут быть различными.

Отраженная составляющая освещенности $E_{от}$ определяется световым потоком, падающим на отражающие поверхности непосредственно от светильиков, т. е. определяется светораспределением светильников, отражающими свойствами ограждающих поверхностей, а также соотношеиием размеров освещаемого помещения.

Метод расчета прямой составляющей освещенности выбирается в зависимости от применяемых светящих элементов проектируемой ОУ. В зависимости от соотношения между размерами светящих элементов и расстояний их до освещаемой поверхности все светящие элементы можно разделить на три группы: точечные, линейные элементы и светящие поверхности.

По характеру КСС точечные светящие элементы могут быть круглосимметричными или некруглосимметричными.

В зависимости от условий применения светящий элемент может быть отнесеи к различиым группам Так, линейный светящий элемент может рассматриваться как точечный, если его длина в два раза меньше расстояния до точки, в которой определяется создаваемая им освещенность, при этом погрешность расчета не превышает 5 %. Аналогичное допущение может быть принято для светящего равнояркого круга, если расстояние, на котором определяется освещенность, в 2,5 раза превышает диаметр круга.

Подход к расчету отраженной составляющей является общим для всех трех групп светящих элементов и заключается в определении светового потока, первоначально попавшего от светильников на отражающие поверхности ограждающих помещение конструкций.

6.2. МЕТОД КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Данный метод применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей, равновеликих полу, при светильниках любого типа.

Потребный поток ламп в каждом светильнике находится по формуле

$$\Phi_л = \frac{E_н K_з S z}{n U_{оу}}, \qquad (6.1)$$

где $E_н$ — нормируемое значение освещенности; $K_з$ — коэффициент запаса; S — освещаемая площадь; $z = E_{ср}/E_{мин}$; $E_{ср}$, $E_{мин}$ — среднее и минимальное значения освещенности; n — число светильников; $U_{оу}$ — коэффициент использования светового потока.

Коэффициент z, входящий в формулу (6.1), характеризует неравномерность освещения. В наибольшей степени z зависит от отношения расстояния между светильниками к расчетной высоте ($L/h_р$). При $L/h_р$, не превышающем рекомендуемых значений ($L \leqslant 0{,}5h_р$), принимается $z = 1{,}15$ для ЛН и ДРЛ и $z = 1{,}10$ для люминесцентных ламп при расположении светильников в виде светящихся линий. Для отраженного освещения полагается $z = 1{,}0$; при расчете на среднюю освещенность z не учитывается.

Под коэффициентом использования $U_{оу}$ понимают отношение светового по-

тока, падающего на расчетную плоскость, к световому потоку источников света. Коэффициент $U_{ОУ}$ зависит от светораспределения светильников и их размещения в помещениях, от размеров освещаемого помещения и отражающих свойств его поверхностей, от отражающих свойств рабочей поверхности

Соотношение размеров освещаемого помещения и высота подвеса светильников в нем характеризуются индексом помещения

$$i_{п} = \frac{AB}{h_{р}(A+B)}, \qquad (6.2)$$

где A — длина помещения; B — его ширина, $h_{р}$ — расчетная высота подвеса светильников

Упрощенно индекс помещений может быть определен с помощью табл 6.1 и 6 2 [8]

Индекс помещения $i_{п}$ находится по известной площади помещения S и высоте подвеса светильников $h_{р}$ по табл

Таблица 6 1

Индекс помещения $i_{п}$ при $A/B \leqslant 3$

Площадь помещения S, м^2	Значение $i_{п}$ при расчетной высоте $h_{р}$, м, равной														
	2,0	2,2	2 5	2,7	3,0	3 5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8 0	9,0	10
10	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	0,9	0,8	0,7	0,7	0,5	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
20	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	—	—	—	—	—	—	—
25	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	—	—	—	—	—	—
30	1,25	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	—	—	—	—	—
40	1,5	1,5	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	—	—	—	—
50	1,75	1,5	1,25	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	—	—	—
60	1,75	1,75	1,5	1,5	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	—	—	—
70	2,0	1,75	1,5	1,5	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	—	—
80	2,25	2,0	1,75	1,5	1,5	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	—	—
90	2,25	2,0	1,75	1,5	1,5	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	—
100	2,5	2,25	2,0	1,75	1,5	1,5	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	—
120	2,5	2,25	2,0	2,0	1,75	1,5	1,25	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
150	3,0	2,5	2,25	2,25	2,0	1,75	1,5	1,25	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
200	3,5	3,0	2,5	2,5	2,25	2,0	1,75	1,5	1,25	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
250	4,0	3,5	3,0	3,0	2,5	2,25	2,0	1,75	1,5	1,5	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8
300	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,25	2,0	1,75	1,75	1,5	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8
350	4,0	4,0	3,5	3,5	3,0	2,5	2,25	2,0	1,75	1,75	1,5	1,25	1,1	1,0	0,9
400	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5	2,25	2,0	1,75	1,5	1,25	1,25	1,1	1,0
450	5,0	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,25	2,0	1,75	1,75	1,5	1,25	1,1	1,0
500	—	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	1,75	1,5	1,25	1,25	1,1
600	—	—	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,25	2,0	2,0	1,75	1,5	1,25	1,1
700	—	—	5,0	5,0	4,0	3,5	3,0	3,0	2,5	2,25	2,0	1,75	1,5	1,5	1,25
800	—	—	—	5,0	5,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5	2,25	2,0	1,75	1,5	1,25
900	—	—	—	—	5,0	4,0	3,5	3,0	3,0	2,5	2,25	2,0	1,75	1,5	1,5
1000	—	—	—	—	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0	3,0	2,5	2,25	2,0	1,75	1,5
1200	—	—	—	—	—	5,0	4,0	3,5	3,5	3,0	2,5	2,25	2,0	1,75	1,75
1400	—	—	—	—	—	5,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,0	2,5	2,25	2,0	1,75
1600	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0
1800	—	—	—	—	—	—	5,0	5,0	4,0	3,5	3,5	3,0	2,5	2,25	2,0
2000	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5	2,25
2500	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5
3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5
3500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	5,0	4,0	3,5	3,0	3,0
4000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0
4500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	3,5	3,0
5000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	4,0	3,5
6000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	3,5
7000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	4,0
8000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0
9000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	5,0
10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0

6.1 при $A/B \leqslant 3$. Для удлиненных помещений, когда $A/B > 3$, $i_п$ находится по табл. 6.2 по известным A/B и $h_р$.

Для помещения практически неограниченной длины можно считать

$$i_п = B/h_р.$$

Во всех случаях $i_п$ округляется до ближайшего табличного значения: 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 3,0.

Коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка $\rho_п$ и стен $\rho_с$ — оцениваются с помощью табл. 6.3. Коэффициент отражения расчетной поверхности или пола в большинстве случаев принимается $\rho_р = 0{,}1$.

По найденным значениям индекса помещения $i_п$ и коэффициентов отражения $\rho_п$, $\rho_с$ и $\rho_р$ для выбранного типа светильников, определяется коэффициент использования $U_{оу}$. Значения коэффициентов использования для светильников с типовыми КСС приведены в табл. 6.4. На рис. 6.1 приведены кривые зависимости коэффициента использования ОУ для светильника рассеянного света от индекса помещения $i_п$.

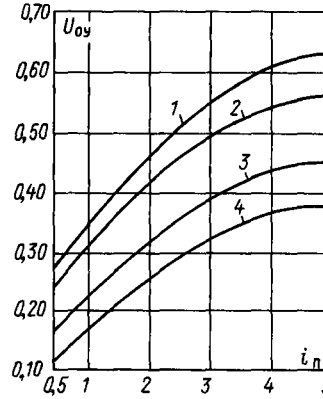


Рис. 6 1. Графики зависимости коэффициента использования ОУ от индекса помещения

Кривая	1	2	3	4
$\rho_п$	0,7	0,7	0,3	0,3
$\rho_с$	0,5	0,5	0,1	0,1
$\rho_р$	0,3	0,1	0,1	0,1

В тех случаях, когда в таблицах отсутствуют данные о коэффициентах ис-

Таблица 6 2

Индекс помещения $i_п$ при $A/B > 3$

A/B	Значение $i_п$ при расчетной высоте $h_р$, м, равной																
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
3—4	—	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0
5—6	—	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	4,0
7—9	—	—	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,5
10	—	—	—	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,25	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0
15	—	—	—	—	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5
20	—	—	—	—	—	—	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,25
30	—	—	—	—	—	—	—	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,25	1,5	1,75
40—50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,25	1,5

Таблица 6 3

Приблизительные значения коэффициентов отражения стен и потолка

Отражающая поверхность	Коэффициент отражения, %
Побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Побеленные стены при незанавешенных окнах, побеленный потолок в сырых помещениях, чистый бетонный и светлый деревянный потолок	50
Бетонный потолок в грязных помещениях, деревянный потолок, бетонные стены с окнами, стены, оклеенные светлыми обоями	30
Стены и потолки в помещениях с большим количеством темной пыли, сплошное остекление без штор, красный кирпич неоштукатуренный, стены с темными обоями	10

Таблица 6 4

Коэффициент использования светильников с типовым КСС $U_{оу}$

Тип КСС	Значение $U_{оу}$, %																							
	при $\rho_п=0{,}7$, $\rho_с=0{,}5$; $\rho_р=0{,}3$ и $i_п$, равном						при $\rho_п=0{,}7$, $\rho_с=0{,}5$, $\rho_р=0{,}1$ и $i_п$, равном						при $\rho_п=0{,}7$; $\rho_с=0{,}3$; $\rho_р=0{,}1$ и $i_п$, равном						при $\rho_п=\rho_с=0{,}5$, $\rho_р=0{,}3$ и $i_п$, равном					
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
М	35	50	61	73	83	95	34	47	56	66	75	86	26	36	46	56	67	80	32	45	55	67	74	84
Д-1	36	50	58	72	81	90	36	47	56	63	73	79	28	40	49	59	68	74	36	48	57	66	76	85
Д-2	44	52	68	84	93	103	42	51	64	75	84	92	33	43	56	74	80	76	42	51	65	71	90	85
Г 1	49	60	75	90	101	106	48	57	71	82	89	94	42	52	69	78	73	76	45	56	65	78	76	84
Г 2	58	68	82	96	102	109	55	64	78	86	92	96	48	60	73	84	90	94	55	66	80	92	96	103
Г 3	64	74	85	95	100	105	62	70	79	80	90	93	57	66	76	84	84	91	63	72	83	91	96	100
Г 4	70	77	84	90	94	99	65	71	78	83	86	87	62	69	76	81	84	85	68	73	81	87	91	94
К 1	74	83	90	96	100	106	69	76	83	88	91	92	65	73	81	86	89	90	70	78	86	92	96	100
К-2	75	84	95	104	108	115	71	78	87	95	97	100	67	75	84	93	97	100	72	80	91	99	103	108
К-3	76	85	96	106	110	116	73	80	90	94	99	102	68	77	86	95	98	101	74	83	93	101	106	170
Л	32	49	59	71	83	91	31	46	55	65	74	83	24	40	50	62	71	77	32	47	57	69	79	90

Окончание табл 6 4

Тип КСС	Значение $U_{оу}$, %																							
	при $\rho_п=\rho_с=0{,}5$, $\rho_р=0{,}1$ и $i_п$, равном						при $\rho_п=0{,}5$, $\rho_с=0{,}3$; $\rho_р=0{,}1$ и $i_п$, равном						при $\rho_п=0{,}3$, $\rho_с=\rho_р=0{,}1$ и $i_п$, равном						при $\rho_п=\rho_с=\rho_р=0$ и $i_п$, равном					
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
М	31	43	53	63	72	80	23	36	45	56	65	75	17	29	38	46	58	67	16	28	38	45	55	65
Д-1	34	47	54	63	70	77	27	40	48	55	65	73	27	35	42	52	61	68	21	33	40	49	58	66
Д-2	40	48	61	74	82	84	33	42	52	69	75	86	28	36	48	63	75	81	25	33	47	61	70	78
Г-1	44	53	69	77	83	80	41	48	64	76	70	88	35	45	60	73	68	77	34	44	56	71	68	74
Г-2	53	63	76	85	90	94	48	58	72	83	86	93	43	54	68	79	85	90	43	53	66	77	82	86
Г-3	61	68	78	84	88	91	57	65	75	83	86	90	53	62	73	80	84	86	53	61	71	78	82	85
Г 4	65	71	78	81	84	85	62	68	74	81	83	85	61	66	72	78	81	83	59	65	71	78	80	81
К 1	68	77	83	86	89	90	64	73	80	86	88	90	62	71	77	83	86	88	60	69	77	84	85	86
К 2	71	78	87	93	98	99	68	74	84	92	93	99	68	72	80	89	93	97	65	71	79	88	92	95
К-3	72	79	88	94	97	99	68	76	85	93	95	99	64	73	83	90	94	97	64	72	81	88	91	94
Л	30	45	55	65	70	78	24	40	49	60	70	76	20	35	44	48	65	69	17	33	42	53	63	70
Л-Ш	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	26	35	47	58	68
Ш	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	17	25	36	49	62

пользования светильников, например, новых модификаций, эти коэффициенты приближенно могут быть определены следующим путем: по форме кривой силы света в нижней полусфере определяется ее тип (см. гл. 5, рис. 5.1, 5.2); по каталожным данным светильника определяются (в процентах потока лампы) потоки нижней $\Phi_\cup$ и верхней $\Phi_\cap$ полусфер; первый умножается на коэффициент использования по табл. 6.5, второй — по табл. 6.6. Сумма произведений дает общий полезный поток, делением которого на поток лампы (обычно 1000 лм) находится коэффициент использования.

Порядок расчета методом коэффициента использования следующий: 1) определяется $h_р$, тип и число светильников n в помещении, как указывалось выше; 2) по таблицам находятся коэффициент запаса $K_з$; поправочный коэффициент z; нормированная освещенность $E_н$; 3) вычисляется индекс помещения $i_п$ по формуле (6.2); 4) определяется коэффициент использования светового потока ламп $U_{оу}$; 5) по формуле (6.1) находится необходимый поток ламп в одном светильнике; 6) выбирается лампа с близким по величине световым потоком.

Световой поток светильника при выбранных лампах не должен отличать-

Таблица 6 5

Коэффициент использования светового потока светильников с типовыми кривыми силы света, излучаемого в нижнюю полусферу

Типовая КСС	Равномерная М								Косинусная Д								Глубокая Г							
$\rho_п$, %	70				50		30	0	70				50		30	0	70				50		30	0
$\rho_с$, %	50		30		50	30	10	0	50		30		50	30	10	0	50		30		50	30	10	0
$\rho_р$, %	30	10	30	10	10		10	0	30	10	30	10	10		10	0	30	10	30	10	10		10	0
Значение $i_п$	Коэффициент использования, %																							
0,5	28	28	21	21	25	19	15	13	36	35	30	30	34	28	25	22	58	57	55	53	57	53	49	47
0,6	35	34	27	26	31	24	18	17	43	42	35	34	40	33	28	27	68	65	62	60	64	60	57	56
0,7	44	39	32	31	39	31	25	24	48	47	41	38	45	38	33	31	74	69	68	64	69	64	61	60
0,8	49	46	38	36	43	36	29	28	54	51	45	43	49	43	37	36	78	73	72	69	72	69	66	64
0,9	51	48	40	39	46	39	31	30	57	55	48	46	52	46	41	39	81	76	75	72	75	72	70	67
1,0	54	50	43	41	48	41	34	32	60	57	52	50	55	49	45	42	84	78	78	75	77	74	72	70
1 1	56	52	46	43	50	43	35	33	64	60	55	52	58	51	47	44	87	81	80	77	79	76	74	72
1,25	59	55	49	46	53	45	38	35	69	63	60	56	61	55	50	48	90	83	84	79	82	79	76	75
1,5	64	59	53	50	56	49	42	39	75	69	67	62	67	61	55	53	94	86	88	83	85	82	79	78
1 75	68	62	57	53	60	53	45	42	79	72	71	66	70	65	60	57	97	88	92	85	86	85	82	80
2 0	73	65	61	56	63	56	48	45	83	75	75	69	73	68	64	61	99	90	95	88	88	87	84	82
2,25	76	68	65	60	66	59	51	48	86	77	79	73	76	71	66	64	101	92	97	90	90	88	85	83
2,5	79	70	68	63	68	61	54	51	89	80	82	75	78	73	69	66	103	93	99	91	91	89	87	85
3,0	83	75	73	67	72	65	58	55	93	83	86	79	81	77	73	71	105	94	102	92	93	91	89	86
3,5	87	78	77	70	75	68	61	59	96	86	90	82	83	80	76	73	107	95	104	94	94	93	90	88
4,0	91	80	81	73	78	72	65	62	99	88	93	84	85	83	79	76	109	96	105	94	94	94	91	89
5,0	95	83	86	77	80	75	69	65	105	90	98	88	88	85	81	79	111	97	108	96	96	95	92	90

Таблица 6 6

Коэффициент использования светового потока светильников (любого типа), излучаемого в верхнюю полусферу

Светильники	Потолочные							Подвесные						
$\rho_п$, %	70				50		30	70				50		30
$\rho_с$, %	50		30		50	30	10	50		30		50	30	10
$\rho_р$, %	30	10	30	10	10		10	30	10	30	10	10		10
Значение $i_п$	Коэффициент использования, %													
0,5	26	25	20	19	17	13	6	19	18	15	14	11	9	4
0,6	30	28	24	23	20	16	8	21	22	18	18	14	11	5
0,7	34	32	28	27	22	19	10	27	26	22	21	16	13	6
0,8	38	36	31	30	24	21	11	31	29	25	25	18	16	7
0,9	40	38	34	33	26	23	12	34	32	28	28	20	18	8
1,0	43	41	37	35	28	25	13	37	35	32	30	22	20	9
1,1	46	43	39	37	30	26	14	40	37	34	33	24	21	11
1,25	49	46	42	40	32	28	15	43	41	38	36	26	24	12
1,5	54	49	47	44	34	31	17	48	44	42	40	29	26	14
1,75	57	52	51	47	36	33	18	52	48	46	43	31	29	15
2,0	60	54	54	50	38	35	19	55	50	50	46	33	31	16
2,25	62	56	57	52	39	37	20	58	52	53	49	35	33	17
2,5	64	58	59	54	40	38	21	60	54	55	51	36	34	18
3,0	68	60	63	57	42	40	22	64	57	59	54	39	36	20
3,5	70	62	66	59	43	41	23	67	60	62	56	40	39	21
4,0	72	64	68	61	45	42	24	69	61	65	58	42	40	22
5,0	75	66	72	64	46	44	25	73	64	69	62	44	42	24

ся от $\Phi_л$ больше чем на величину $(-10 \div +20)\%$. При невозможности выбора ламп с таким приближением корректируется число светильников n либо высота подвеса светильников $h_р$.

При расчете люминесцентного освещения чаще всего первоначально намечается число рядов светильников N, которое подставляется в формулу (6.1) вместо n. Тогда под $\Phi_л$ следует подразумевать световой поток светильников одного ряда. Число светильников в ряду определяется как

$$n = \Phi_л / \Phi_1, \qquad (6.3)$$

где Φ_1 — световой поток одного светильника.

Суммарная длина n светильников сопоставляется с длиной помещения, причем возможны следующие случаи:

1. Суммарная длина светильников превышает длину помещения: необходимо или применить более мощные лампы (у которых световой поток на единицу длины больше), или увеличить число рядов, или компоновать ряды из сдвоенных, строенных светильников.

2. Суммарная длина светильников равна длине помещения: задача решается установкой непрерывного ряда светильников.

3 Суммарная длина светильников меньше длины помещения: принимается ряд с равномерно распределенными вдоль него разрывами λ между светильниками.

Из нескольких возможных вариантов на основе технико-экономических соображений выбирается наилучший.

Рекомендуется, чтобы λ не превышала 0,5 расчетной высоты (кроме многоламповых светильников в помещениях общественных и административных зданий).

При заданном потоке ряда светильников $\Phi_л$ формула (6.1) решается относительно N.

Пример 6.1. В помещении площадью 200 м^2 и с индексом $i_п = 1{,}25$ светильниками типа НПП05-100 требуется обеспечить $E_н = 30$ лк при $K = 1{,}5$. Задано $\rho_п = 50\%$, $\rho_с = 30\%$, $\rho_р = 10\%$, $z = 1{,}15$.

По табл. 5.9 данный тип светильника имеет КСС типа М. По табл. 6.4 для $i_п = 1{,}25$ и КСС типа М определяется коэффициент $U_{ОУ} = 45\% = 0{,}45$.

В светильнике применена лампа типа БК215-225-100 с $\Phi_л = 1500$ лм (см. табл 4.2).

Необходимое число светильников может быть определено в соответствии с формулой (6.1):

$$n = \frac{E_н K_з S z}{U_{ОУ} \Phi_л};$$

в данном случае

$$n = \frac{30 \cdot 1{,}5 \cdot 200 \cdot 1{,}15}{0{,}45 \cdot 1500} \approx 15 \text{ шт}$$

Пример 6.2. В том же помещении установлено три продольных ряда светильников ЛСП02 (КСС типа Д-2) с лампами ЛБ и требуется обеспечить $E = 300$ лк при $K = 1{,}5$. В табл 6.4 этим условиям соответствует $U_{ОУ} = 0{,}52$. Поток ламп одного ряда

$$\Phi_л = \frac{300 \cdot 1{,}5 \cdot 200 \cdot 1{,}1}{3 \cdot 0{,}52} = 63\,460 \text{ лм}$$

Если применить светильники с лампами 2×40 Вт (с общим потоком 6300 лм), то в ряду необходимо установить $63\,460 : 6300 \approx 11$ светильников; если же светильники с лампами 2×65 Вт (с потоком 9600 лм), в ряду необходимы 6 светильников. Так как длина помещения не менее 20 м, то в обоих случаях светильники вмещаются в ряд. Некоторые преимущества имеет первый вариант, при котором разрывы между светильниками меньше.

6.3. УПРОЩЕННЫЕ ВАРИАНТЫ МЕТОДА КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

К настоящему времени хорошо известны упрощенные варианты расчета освещенности с помощью коэффициента использования. К ним относятся следующие расчеты: по удельной мощности; по графикам Гурова и Прохорова; по удельному числу светильников и по условной удельной мощности.

Расчет освещенности по удельной мощности

Удельной мощностью называют частное от деления общей мощности установленных в помещении ламп на площадь помещения (Вт/м^2)

$$W = P_л n / S, \qquad (6.4)$$

где $P_л$ — мощность одной лампы, Вт; n — число ламп; S — площадь помещения, м^2

Формула (6 4) может быть получена путем преобразования формулы (6.1), если ввести в нее следующие величины: $P_л$ — мощность одной лампы, Вт; W — удельную мощность, Вт/м^2; η — световую отдачу, лм/Вт. Учитывая, что $\Phi_л = \eta P_л$, формулу (6.1) приводим к виду:

$$\Phi_л = \eta P_л = \frac{E_н K_з S z}{n U_{оу}},$$

откуда

$$P_л = \frac{E_н K_з S z}{n U_{оу} \eta}.$$

Подставляя полученное выражение для $P_л$ в формулу (6.4), находим выражение для удельной мощности

$$W = \frac{E_н K_з z}{\eta U_{оу}}. \qquad (6.5)$$

Такая форма записи удельной мощности показывает, что W зависит от тех же показателей, которые оказывают влияние на коэффициент использования $U_{оу}$. В табл 6.7—6.15 приводятся данные об удельной мощности для светильников прямого света с типовыми КСС [92]

Удельная мощность является важнейшим энергетическим показателем осветительной установки, широко используемым для оценки экономичности решений и для предварительного определения осветительной нагрузки на начальных стадиях проектирования.

На всех стадиях проектирования допускается вместо полного светотехнического расчета определять мощность и число ламп по таблицам удельной мощности. Это допускается только для общего равномерного освещения при отсутствии требующих учета затемнений. Не следует рассчитывать по таблицам удельной мощности освещение таких помещений, как гардеробы и санузлы, по существу, являющиеся локализованны-

Таблица 6 7

Удельная мощность общего равномерного освещения * светильниками с ЛН мощностью 60 Вт

h, м	S, м^2	Удельная мощность W, Вт/м^2, светильников с КСС					
		Д-1	Д 2	Д 3	Г-1	Г 2	Г-3
1,5—2	10—15	24,6	23,5	23,0	19,8	17,4	16,9
	15—25	23,9	21,5	20,1	17,6	15,8	15,6
	25—50	21,1	19,5	17,6	15,8	14,7	14,4
	50—150	17,8	16,2	15,3	14,1	13,3	13,2
	150—300	16,2	15,1	14,4	13,6	13,1	13,1
	Свыше 300	15,4	14,4	13,6	13,2	12,8	12,8
2—3	10—15	34,2	30,2	28,8	23,9	20,8	20,1
	15—25	27,5	24,4	24,4	20,8	18,1	17,6
	25—50	24,4	21,8	20,8	18,1	16,2	15,2
	50—150	20,1	18,1	16,4	15,1	14,2	13,9
	150—300	17,6	16,0	15,3	13,9	13,3	13,3
	Свыше 300	15,4	14,4	13,6	13,2	12,8	12,8
3—4	10—15	60,3	48,7	39,6	31,7	26,4	25,3
	15—20	45,2	38,4	33,3	26,9	22,6	22,2
	20—30	34,2	30,2	28,8	23,9	20,4	20,1
	30—50	27,5	24,4	24,4	20,8	18,1	17,7
	50—120	23,5	21,1	19,8	17,3	15,6	15,4
	120—300	20,1	17,8	16,4	14,9	14,1	14,1
	Свыше 300	16,0	15,1	14,4	13,5	13,1	13,1

* Освещенность 100 лк, условный КПД = 100 %, $\rho_п = 0{,}5$, $\rho_с = 0{,}3$, $\rho_р = 0{,}1$, $K_з = 1{,}3$, $z = 1{,}15$

Таблица 6 8

Удельная мощность общего равномерного освещения * светильниками с ЛН мощностью 100—200 Вт

h, м	S, м^2	Удельная мощность W, Вт/м^2, светильников с КСС					
		Д 1	Д 2	Д 3	Г 1	Г 2	Г 3
2—3	10—15	28,8	25,4	24,3	20,1	17,5	16,9
	15—25	23,2	20,5	20,5	17,5	15,2	14,8
	25—50	20,5	18,4	17,5	15,2	13,7	13,3
	50—150	16,9	15,2	13,9	12,7	12,0	11,7
	150—300	14,8	13,2	12,9	11,7	11,2	11,2
	Свыше 300	13,0	12,1	11,5	11,1	10,8	10,8
3—4	10—15	50,8	41,1	33,4	26,7	22,2	21,3
	15—25	38,1	32,3	28,1	22,7	19,1	18,7
	20—30	28,8	25,4	24,3	20,1	17,2	16,9
	30—50	23,2	20,5	20,5	17,5	15,2	14,9
	50—120	19,8	17,8	16,7	14,6	13,2	13,0
	120—300	16,9	15,0	13,9	12,6	11,9	11,9
	Свыше 300	13,5	12,7	12,1	11,4	11,0	11,0
4—6	10—17	97,1	62,8	53,4	36,8	28,1	28,8
	17—25	59,3	46,4	38,1	28,8	23,7	23,7
	25—35	42,7	38,1	30,5	24,3	20,5	20,9
	35—50	33,3	28,8	26,0	21,3	18,4	18,1
	50—80	24,3	22,2	22,2	18,7	16,2	15,7
	80—150	21,8	19,4	18,7	16,2	14,4	14,0
	150—400	18,4	16,4	15,2	13,7	12,6	12,3
	Свыше 400	14,4	13,3	12,7	11,7	11,4	11,1

* См сноску под табл 6 7

Таблица 6 9

Удельная мощиость общего равномерного освещения * светильниками с ЛН мощностью 300 Вт

h, м	S, м^2	Удельная мощность W, Вт/м^2, светильников с КСС					
		Д 1	Д-2	Д 3	Г 1	Г-2	Г 3
3—4	10—15	46,5	37,6	30,5	21,4	20,3	19,5
	15—20	34,9	29,6	25,7	20,8	17,4	17,1
	20—30	26,4	23,3	22,2	18,4	15,8	15,5
	30—50	21,2	18,8	18,8	16,0	13,9	13,7
	50—120	18,1	16,3	15,3	13,4	12,1	11,9
	120—300	15,5	13,8	12,7	11,5	10,8	10,8
	Свыше 300	12,4	11,6	11,1	10,4	10,1	10,1
4—6	10—17	88,8	57,5	48,8	33,7	25,7	26,4
	17—25	54,3	42,5	34,9	26,4	21,7	21,7
	25—35	39,1	34,9	27,9	22,2	18,8	19,2
	35—50	30,5	25,4	23,8	19,5	16,8	16,6
	50—80	22,2	20,4	20,4	17,1	14,8	14,4
	80—150	19,9	17,8	17,1	14,8	13,2	12,8
	150—400	16,8	15,0	14,0	12,5	11,5	11,2
	Свыше 400	13,2	12,2	11,6	10,7	10,4	10,2
6—8	25—35	75,2	54,3	42,5	30,5	24,4	23,8
	35—50	51,4	42,5	34,9	25,7	21,2	20,8
	50—65	40,7	34,9	27,9	22,7	18,8	18,4
	65—90	32,6	27,9	24,4	20,3	17,1	16,8
	90—135	24,4	21,7	21,2	17,8	15,3	15,0
	135—250	20,3	18,1	18,1	15,5	13,6	13,2
	250—500	17,8	16,0	15,0	13,2	11,9	11,8
	Свыше 500	13,2	12,2	11,6	10,7	10,4	10,2

* См сноску под табл 6 7

Таблица 6 10

Удельная мощность общего равномерного освещения * светильниками с ЛН мощностью 500 Вт

h, м	S, м^2	Удельная мощность W, Вт/м^2, светильников с КСС					
		Д 1	Д 2	Д 3	Г 1	Г 2	Г 3
4—6	10—17	82,4	53,3	45,3	31,2	23,8	24,5
	17—25	50,3	39,4	32,4	24,5	20,1	20,1
	25—35	36,2	32,3	25,9	20,6	17,4	17,8
	35—50	28,3	24,5	22,1	18,1	15,6	15,3
	50—80	20,6	18,9	18,9	15,9	13,7	13,3
	80—150	18,5	16,5	15,9	13,7	12,2	11,9
	150—400	15,6	13,9	12,9	11,6	10,6	10,4
	Свыше 400	12,2	11,3	10,8	9,9	9,6	9,4
6—8	25—35	69,7	50,3	39,4	28,3	22,6	22,1
	35—50	47,7	39,4	32,4	23,8	19,7	19,3
	50—65	37,8	32,3	25,9	21,1	17,4	17,1
	65—90	30,2	25,9	22,6	18,9	15,9	15,6
	90—135	22,6	20,1	19,7	16,5	14,2	13,9
	135—250	18,9	16,8	16,8	14,4	12,6	12,2
	250—500	16,5	14,8	13,9	12,2	11,0	10,9
	Свыше 500	12,2	11,3	10,8	10,0	9,6	9,4
8—12	50—70	78,8	50,3	43,1	29,2	23,8	22,6
	70—100	50,3	39,4	32,3	24,5	20,1	19,7
	100—130	39,4	32,4	26,6	21,1	17,8	17,1
	130—200	28,3	24,5	22,1	18,1	15,6	15,4
	200—300	21,6	18,9	18,9	15,9	13,9	13,5
	300—600	18,5	16,5	16,2	13,9	12,2	11,9
	600—1500	15,6	14,2	13,1	11,8	10,8	10,6
	Свыше 1500	12,2	11,3	10,8	10,0	9,6	9,4

* См сноску под табл 6 7

Таблица 6 11

Удельная мощность общего равномерного освещения * светильниками с ЛН мощностью 1000 Вт

h, м	S, м^2	Удельная мощность W, Вт/м^2, светильников с КСС							
		Д-1	Д 2	Д 3	Г 1	Г 2	Г 3	К 1	К 2
4—6	10—17	75,5	49,0	41,6	28,7	21,9	22,4	18,9	16,6
	17—25	46,1	36,1	29,7	22,5	18,5	18,5	16,3	14,3
	25—35	33,3	29,7	23,7	18,9	16,0	16,3	14,3	13,0
	35—50	26,0	22,5	20,3	16,6	14,3	14,1	13,0	11,9
	50—80	18,9	17,3	17,3	14,6	12,6	12,2	11,7	10,9
	80—150	17,0	15,1	14,6	12,6	11,2	10,9	10,8	9,9
	150—400	14,3	12,8	11,9	10,7	9,8	9,6	9,6	9,1
	Свыше 400	11,2	10,4	9,9	9,1	8,9	8,6	8,8	8,5
6—8	25—35	64,0	46,2	96,2	26,0	20,8	20,3	18,5	16,0
	35—50	43,8	36,2	29,6	21,9	18,1	17,7	16,0	14,3
	50—65	34,7	29,7	23,7	19,4	16,0	15,7	14,3	13,0
	65—90	27,8	23,7	20,8	17,3	14,6	14,3	13,2	12,0
	90—135	20,8	18,5	18,1	15,1	13,0	12,8	12,2	11,2
	135—250	17,4	15,4	15,4	13,2	11,5	11,2	10,9	10,1
	250—500	15,1	13,6	12,8	11,2	10,1	10,0	10,0	9,3
	Свыше 500	11,2	10,4	9,9	9,1	8,9	8,6	8,8	8,5
8—12	50—70	72,3	46,2	39,6	26,8	21,9	20,8	18,9	16,3
	70—100	46,2	36,1	29,7	22,4	18,5	18,1	16,3	14,3
	100—130	36,1	29,7	24,4	19,3	16,3	15,7	14,3	13,2
	130—200	26,0	22,4	20,2	16,6	14,3	14,1	13,0	11,7
	200—300	19,8	17,3	17,3	14,6	12,8	12,4	11,9	10,9
	300—600	16,9	15,1	14,8	12,8	11,2	10,9	10,8	10,0
	600—1500	14,3	13,0	12,0	10,8	9,9	9,8	9,7	9,1
	Свыше 1500	11,2	10,4	9,9	9,1	8,8	8,6	8,7	8,5

* См сноску под табл 6 7

Таблица 6 12

Удельная мощность общего равномерного освещения * светильниками с ЛЛ типа ЛБ40

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², светильников с КСС							
		Д 1		Д 2		Д 3		Г 1	
		при $\rho_п$ $\rho_с$ $\rho_р$							
		0,7, 0,5, 0,1	0,5, 0,3, 0,1	0,7, 0,5, 0,1	0,5, 0,3, 0 1	0,7, 0,5, 0,1	0,5, 0,3, 0,1	0,7, 0,5, 0,1	0,5, 0,3, 0,1
2—3	10—15	4,9	6,1	4,4	5,2	4,3	5,0	3,7	4,1
	15—25	4,0	4,8	3,7	4,2	3,7	4,2	3,3	3,6
	25—50	3,6	4,2	3,3	3,8	3,2	3,6	2,9	3,1
	50—150	3,1	3,5	2,8	3,1	2,7	2,9	2,5	2,6
	150—300	2,7	3,0	2,6	2,8	2,5	2,6	2,4	2,5
	Свыше 300	2,5	2,7	2,4	2,5	2,3	2,5	2,2	2,3
3—4	10—15	7,6	10,5	6,7	8,5	5,6	4,9	6,9	5,5
	15—20	7,8	5,4	6,7	4,9	5,8	4,2	4,7	4,7
	20—30	4,9	5,9	4,4	5,2	4,2	5,0	3,7	4,2
	30—50	4,0	3,7	4,6	3,7	3,7	4,2	3,2	3,6
	50—120	3,5	4,1	3,2	3,7	3,1	3,4	2,8	3,0
	120—300	3,0	3,5	2,8	3,1	2,7	2,9	2,5	2,6
	Свыше 300	2,6	2,8	2,5	2,6	2,4	2,3	2,2	2,3
4—6	10—17	10,5	20,0	9,6	12,9	8,1	11,0	6,3	7,6
	17—25	8,5	12,2	7,1	9,6	6,5	7,8	5,1	5,9
	25—35	7,1	8,8	5,9	7,8	5,1	6,3	4,4	5,0
	35—50	5,5	6,9	4,9	5,9	4,5	5,4	3,8	4,4
	50—80	4,2	5,0	3,8	4,6	4,0	4,6	3,4	3,8
	80—150	3,8	4,5	3,4	4,0	3,4	3,8	3,1	3,3
	150—400	3,3	3,5	3,1	3,4	2,9	3,1	2,6	2,8
	Свыше 400	2,7	3,0	2,6	2,8	2,5	2,6	2,3	2,4

* Освещенность 100 лк, условный КПД = 100 %, $K_з = 1{,}5$, $z = 1{,}1$

Таблица 6 13

Удельная мощность общего равномерного освещения * светильниками с лампами типа ДРЛ

h, м	S, м²	Удельная мощность W, Вт/м², светильников с КСС							
		Д-1	Д-2	Д 3	Г 1	Г 2	Г-3	К 1	К 2
3—4	10—15	14,9	12,0	9,8	7,8	6,5	—	—	—
	15—20	11,2	9,5	8,2	6,7	5,6	—	—	—
	20—30	8,5	7,4	7,1	5,9	5,0	—	—	—
	30—50	6,8	6,0	6,0	5,1	4,5	—	—	—
	50—120	5,8	5,2	4,9	4,3	3,9	—	—	—
	120—300	4,9	4,4	4,1	3,7	3,5	—	—	—
	Свыше 300	3,9	3,7	3,5	3,4	3,2	—	—	—
4—6	10—17	28,5	18,4	15,7	10,8	8,2	8,5	—	—
	17—25	17,4	13,6	11,2	8,5	7,0	7,0	—	—
	25—35	12,5	11,2	8,9	7,1	6,0	6,1	—	—
	35—50	9,8	8,5	7,6	6,2	5,4	5,3	—	—
	50—80	7,1	6,5	6,5	5,5	4,7	4,6	—	—
	80—150	6,4	5,7	5,5	4,7	4,2	4,1	—	—
	150—400	5,4	4,8	4,5	4,0	3,7	3,6	—	—
	Свыше 400	4,2	3,9	3,7	3,4	3,3	3,3	—	—

Окончание табл 6 13

h, м	S, м^2	Удельная мощность W, Вт/м^2, светильников с КСС							
		Д 1	Д-2	Д-3	Г-1	Г 2	Г 3	К 1	К 2
6—8	50—65	13,0	11,2	9,0	7,3	6,0	5,9	5,4	—
	65—90	10,4	8,9	7,8	6,5	5,5	5,4	5,0	—
	90—135	7,8	6,9	6,8	5,7	4,9	4,8	4,6	—
	135—250	6,5	5,8	5,8	5,0	4,3	4,2	4,1	—
	250—500	5,7	5,1	4,8	4,2	3,8	3,8	3,8	—
	Свыше 500	4,2	3,9	3,7	3,4	3,3	3,8	3,3	—
8—12	70—100	17,4	13,6	11,2	8,5	7,0	6,8	6,1	—
	100—130	13,6	11,2	9,2	7,3	6,1	5,9	5,4	—
	130—200	9,8	8,5	7,6	6,3	5,4	5,3	4,9	—
	200—300	7,5	6,5	6,5	5,5	4,8	4,7	4,4	—
	300—600	6,4	5,7	5,6	4,8	4,2	4,1	4,1	—
	600—1500	5,4	4,9	4,5	4,1	3,7	3,7	3,6	—
	Свыше 1500	4,2	3,9	3,7	3,4	3,3	3,3	3,3	—
12—16	130—200	—	13,6	11,2	8,4	7,0	6,8	6,3	5,4
	200—350	—	9,5	8,0	6,8	5,7	5,5	5,1	4,6
	350—600	—	6,6	6,7	5,6	4,8	4,7	4,5	4,2
	600—1300	—	5,6	5,4	4,7	4,2	4,1	4,0	3,7
	1300—4000	—	4,6	4,3	3,8	3,6	3,5	3,5	3,3
	Свыше 4000	—	3,9	3,7	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2

* Освещенность 100 лк, условный КПД = 100 %, $\rho_п = 0{,}5$, $\rho_с = 0{,}3$, $\rho_р = 0{,}1$, $K_з = 1{,}5$, $z = 1{,}15$

Таблица 6 14

Удельная мощность общего равномерного освещения * светильниками с лампами типа ДРИ

h, м	S, м^2	Удельная мощность W, Вт/м^2, светильников с КСС							
		Д-1	Д 2	Д-3	Г-1	Г 2	Г 3	К-1	К-2
3—4	10—15	9,7	7,8	6,3	5,1	4,2	4,0	—	—
	15—20	7,2	6,1	5,3	4,3	3,6	3,6	—	—
	20—30	5,5	4,8	4,6	3,8	3,3	3,2	—	—
	30—50	4,4	3,9	3,9	3,3	2,9	2,8	—	—
	50—120	3,7	3,4	3,2	2,8	2,5	2,5	—	—
	120—300	3,2	2,8	2,6	2,4	2,2	2,2	—	—
	Свыше 300	2,6	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1	—	—
4—6	10—17	18,4	11,9	10,1	7,0	5,3	5,5	—	—
	17—25	11,3	8,8	7,2	5,5	4,5	4,5	—	—
	25—35	8,1	7,2	5,8	4,6	3,9	4,0	—	—
	35—50	6,3	5,5	4,9	4,1	3,5	3,4	—	—
	50—80	4,6	4,2	4,2	3,6	3,1	3,0	—	—
	80—150	4,1	3,7	3,6	3,1	2,7	2,7	—	—
	150—400	3,5	3,1	2,9	2,6	2,4	2,3	—	—
	Свыше 400	2,7	2,5	2,4	2,2	2,2	2,1	—	—
6—8	50—65	8,4	7,2	5,8	4,7	3,9	3,8	3,5	—
	65—90	6,8	5,8	5,1	4,2	3,6	3,5	3,2	—
	90—135	5,1	4,5	4,4	3,7	3,2	3,1	3,0	—
	135—250	4,2	3,8	3,8	3,2	2,8	2,7	2,7	—
	250—500	3,7	3,3	3,1	2,7	2,5	2,4	2,4	—
	Свыше 500	2,7	2,5	2,4	2,2	2,2	2,1	2,1	—

Окончание табл 6 14

h, м	S, м²	Удельная мощность W, Вт/м², светильников с КСС							
		Д-1	Д 2	Д-3	Г-1	Г-2	Г-3	К 1	К 2
6—12	70—100	11,8	8,8	7,2	5,5	4,5	4,4	4,0	—
	100—130	8,2	7,2	6,0	4,7	4,0	3,8	3,5	—
	130—200	6,3	5,5	4,9	4,0	3,5	3,4	3,2	—
	200—300	4,8	4,2	4,2	3,6	3,1	3,0	2,9	—
	300—600	4,1	3,7	3,8	3,4	2,7	2,7	2,6	—
	600—1500	3,5	3,2	2,9	2,6	2,4	2,4	2,3	—
	Свыше 1500	2,7	2,4	2,4	2,2	2,1	2,1	2,1	3,5
12—16	150—200	—	8,8	7,2	5,5	4,5	4,4	4,1	3,0
	200—350	—	6,1	5,2	4,4	3,7	3,6	3,3	2,7
	350—600	—	4,3	4,8	3,6	3,4	3,0	2,9	2,4
	600—1300	—	3,6	3,5	3,0	2,7	2,8	2,6	2,2
	1300—4000	—	3,0	2,5	2,5	2,3	2,3	2,3	2,1
	Свыше 4000	—	2,5	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	—

* См сноску под табл 6 13

Таблица 6 15

Удельная мощность общего равномерного освещения * светильниками с лампами типа ДНаТ

h, м	S, м²	Удельная мощность W, Вт/м², светильников с КСС							
		Д 1	Д-2	Д 3	Г 1	Г 2	Г-3	К 1	К-2
3—4	10—15	9,1	7,4	6,0	4,8	3,8	3,8	—	—
	15—20	6,8	5,8	5,0	4,1	3,4	3,4	—	—
	20—30	5,2	4,6	4,4	3,6	3,1	3,0	—	—
	30—50	4,2	4,0	3,7	3,1	2,7	2,7	—	—
	50—120	3,5	3,2	3,0	2,6	2,4	2,3	—	—
	120—300	3,0	2,7	2,5	2,3	2,1	2,1	—	—
	Свыше 300	2,4	2,2	2,0	2,0	2,0	2,0	—	—
4—6	10—17	17,4	11,3	9,6	6,6	5,0	5,2	—	—
	17—25	10,6	8,3	6,8	5,2	4,3	4,3	—	—
	25—35	7,7	6,8	5,5	4,4	3,7	3,8	—	—
	35—50	6,0	5,2	4,7	3,8	3,3	3,2	—	—
	50—80	4,3	4,0	4,0	3,4	2,9	2,8	—	—
	80—150	3,9	3,5	3,4	2,9	2,6	2,5	—	—
	150—400	3,3	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	—	—
	Свыше 400	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	2,0	—	—
6—8	50—65	8,0	6,8	5,5	4,5	3,7	3,6	3,3	—
	65—90	6,4	5,5	4,8	4,0	3,4	3,3	3,0	—
	90—135	4,8	4,3	4,2	3,5	3,0	2,9	2,8	—
	135—250	4,0	3,5	3,5	3,0	2,7	2,6	2,5	—
	250—500	3,5	3,1	2,9	2,6	2,3	2,3	2,3	—
	Свыше 500	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	2,0	2,0	—
8—12	70—100	10,6	8,3	6,8	5,2	4,3	4,2	3,8	—
	100—130	8,3	6,8	5,6	4,5	3,8	3,6	3,3	—
	130—200	6,0	5,2	4,7	3,8	3,3	3,2	3,0	—
	200—300	4,6	4,0	4,0	3,4	2,9	2,9	2,7	—
	300—600	3,9	3,5	3,4	2,9	2,6	2,5	2,5	—
	600—1500	3,3	3,0	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2	—
	Свыше 1500	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	2,0	2,0	—

Окончание табл 6 15

h, м	S, м^2	Удельная мощность W, Вт/м^2, светильников с КСС							
		Д 1	Д 2	Д 3	Г 1	Г 2	Г 3	К-1	К-2
12—16	130—200	—	8,3	6,8	5,2	4,3	4,2	3,8	3,3
	200—350	—	5,8	4,9	4,2	3,5	3,4	3,1	2,8
	350—600	—	4,1	4,1	3,4	2,9	2,9	2,8	2,6
	600—1300	—	3,3	3,3	2,9	2,6	2,5	2,5	2,3
	1300—4000	—	2,6	2,6	2,4	2,3	2,1	2,2	2,0
	Свыше 4000	—	2,3	2,3	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0

* См сноску под табл 6 13

ми Таблицами удельной мощности необходимо пользоваться в пределах данных, для которых они составлены

К учитываемым параметрам относятся·

1. Тип КСС светильника.

2. Нормируемая освещенность.

3. Коэффициент запаса Если коэффициент запаса, принятый для расчета, отличается от указанных в таблице, то допускается пропорциональный перерасчет удельной мощности.

4 Коэффициент отражения ограждающих поверхностей помещения При более светлых или более темных поверхностях допускается соответственно уменьшать или увеличивать на 10% удельную мощность

5 Расчетная высота.

6. Площадь помещения.

7. Коэффициент z.

8. Напряжение лампы накаливания Табличные значення удельной мощности для ЛН соответствуют напряжению 220 В; при напряжении 127 В значение удельной мощности, взятое из таблнц, должно быть умножено на 0,86.

9. КПД светильников. В таблицах приведены W для условного КПД = =100%; расчетное значение W для освещенности 100 лк от реально применяемых светильников определяется делением табличного значения $W_{100\%}$ на выраженный в долях единицы КПД светильников.

10 Коэффициент использования. При составлении таблиц удельной мощности не учитывается форма помещения и коэффициент использования определяется по формуле

$$U_{оу}=0{,}48\sqrt{S}\,/\,h_р, \qquad (6.6)$$

что является достаточно точным при $A/B\leqslant 3$

Необходимо отметить прямую пропорциональность между E и W для люминесцентных ламп. Приводимые в таблнцах W для $E=100$ лк изменяются пропорционально при рассчитываемых $E_н$.

Табл. 6 7—6.15 рассчитывались для светильников прямого света при отношении расстоянн между ними или между их рядами к высоте подвеса $L:h=0{,}4$ для КСС типов Г-3, К-1, К-2; $L:h=1{,}0$ для КСС типов Д-3, Г-1, Г-2 и $L:h=1{,}5$ для КСС типов Д-1, Д-2, а также при полном совпадении данных, для которых составлены эти таблицы [92].

Порядок расчета по удельной мощности при лампах накаливания и лампах типа ДРЛ:

1) определяется $h_р$, тип и число светильников n в помещении;

2) по таблицам находится нормированная освещенность для данного вида помещений $E_н$,

3) по соответствующей таблице находится удельная мощность W;

4) определяется мощность лампы по формуле

$$P_л=WS/n \qquad (6.7)$$

и подбирается ближайшая стандартная лампа.

Если расчетная мощность лампы оказывается большей, чем в принятых светильниках, следует определить необходимое число светильников, приняв мощность лампы, приемлемую для данного светильника.

При люминесцентных лампах сохраняется прежний порядок расчета освещения помещений, включая определение числа рядов светильников N и спектрального типа лампы, по соответствующей таблице находится удельная мощность W для ламп данной мощности или нескольких возможных к применению мощностей; для тех же ламп определяется необходимое число светильников в ряду

$$n = WS / P_л \qquad (6\,8)$$

и осуществляется компоновка ряда, как рассмотрено выше.

Пример 6.3. В помещении площадью $S = A \times B = 16 \times 10 = 160$ м^2 с $\rho_п = 0{,}5$; $\rho_с = 0{,}3$; $\rho_р = 0{,}1$ на расчетной высоте $h_р = 3{,}2$ м предполагается установить светильники типа ЛСП02-2×40-10 (КСС типа Д-3, КПД = 60%) с ЛЛ типа ЛБ. Определить число светильников, необходимое для создания освещенности $E = 300$ лк при коэффициенте запаса $K_з = 1{,}8$ и коэффициенте неравномерности $z = 1{,}1$

По табл. 6.12 находится $W_{100\%} = 2{,}9$ Вт/м^2. Но так как в табл. 6.12 $E = 100$ лк; $K_з = 1{,}5$ и КПД = 100%, пропорциональным пересчетом определяется значение

$$W = \frac{2{,}9 \cdot 1{,}8 \cdot 300}{1{,}5 \cdot 0{,}6 \cdot 100} = 17{,}4 \text{ Вт/м}^2.$$

Число светильников

$$n = WS / P_л = (17{,}4 \cdot 160) / 80 \approx 35 \text{ шт.}$$

Таким образом предусматривается 3 ряда по 12 светильников в каждом.

Расчет с помощью графиков Гурова и Прохорова

Графики Гурова и Прохорова предназначены для определения необходимого числа светильников с люминесцентными лампами в функции площади помещения при задании всех прочих параметров устаиовки. Для построения графиков выбираются тип светильника, число, тип и мощность устанавливаемых в нем ламп, коэффициенты отражения $\rho_п$, $\rho_с$, $\rho_р$, освещенность $E_н$, диапазон значений $h_р$ (употребительные диапазоны: 1,5—2; 2—2,5; 2,5—3; 3—4 м, причем расчеты производятся для среднего значения $h_р$ в каждом диапазоне).

Обычно принимается $K_з = 1{,}5$ и $z = 1{,}1$.

Выбираются значения индекса помещения $i_п$, равные 0,6; 0,8; 1; 1,25; 2, 3, для которых по таблицам находится коэффициент использования $U_{ОУ}$.

Для каждого $i_п$ вычисляется

$$S = 4{,}35 i_п^2 h^2; \qquad (6.9)$$

$$n = \frac{E_н K S z}{\Phi_л U_{ОУ}}, \qquad (6.10)$$

где $\Phi_л$ — суммарный поток ламп в светильнике; n не округляется до целого числа, значения n изображаются кривой в функции S (рекомендуется логарифмический масштаб).

На рис. 6.2—6.3 приведены графики, построенные по данной методике для некоторых светильников с люминесцентными лампами.

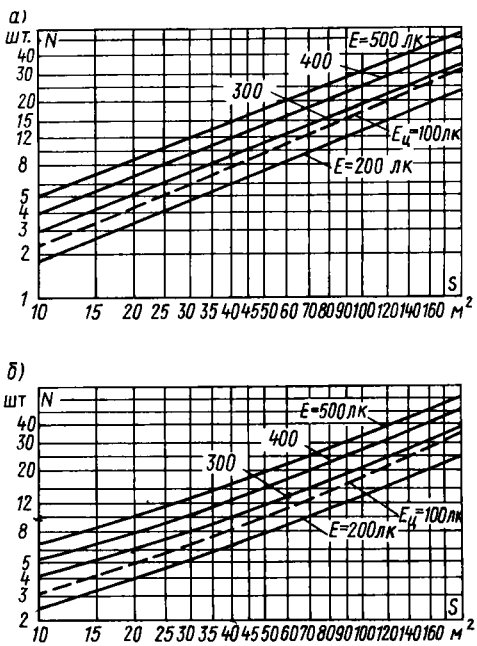


Рис 6 2 График для определеиия числа светильников типа ЛСО02 с лампами ЛБ40 при коэффициентах отражения $\rho_п = 70$ %, $\rho_с = 50$ %, $\rho_р = 10$ % $а - h = 1{,}5 \div 2$ м, $б - h = 2 \div 3$ м

$E_ц$ — цилиндрическая освещенность

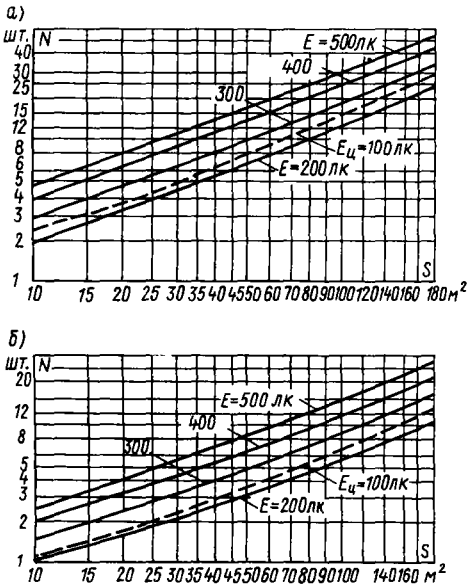


Рис. 6 3 Графики для определения числа двухламповых светильников с лампами ЛБ40 при коэффициентах отражения $\rho_п = 70\%$, $\rho_с = 50\%$, $\rho_р = 10\%$ и $h = 2 \div 3$ м *а* — светильники типа ЛПО01-2×40/Д-01(02), *б* — типа ЛПО02/П-01

Расчет по удельному числу светильников и условной удельной мощности

Эти способы расчета, детально разработанные Е. А. Лесмаиом [8], по утверждеиию автора, обеспечивают бо́льшую точиость расчета (который на 15—20% точиее расчетов по удельной мощности и иа 8—10% точнее расчетов по графикам Гурова и Прохорова), значительно сокращают объем расчетно-вспомогательного материала и делают независимыми даиные осиовных расчетио-вспомогательных таблиц при измененни ГОСТ иа светотехиические параметры источников света.

Основой приводимых ниже упрощенных способов расчета освещенности является формула (6.1) для расчетов методом коэффициента использования.

Расчет освещенности по удельиому числу светильников предназначеи для расчета освещеиия светильниками с люмииесцентиыми лампами. Задача расчета сводится к определению требуемого числа светильников или — при заранее заданном числе светильников — к определению получаемой освещенности по таблицам удельного числа светильников.

Расчет требуемого числа светильников производится по формуле

$$n = N_{уд} K_{EФ} n_т / n_д, \qquad (6.11)$$

где $N_{уд}$ — удельное число светильников, определяемое по табл. 6.16; $K_{EФ}$ — поправочный коэффициент на освещенность и световой поток источников света, определяемый по табл. 6.17, 6.18; $n_т$ — число люминесцентных ламп, для которого рассчитана даниая таблица удельного числа светильников; $n_д$ — действительное число люминесцентных ламп в светильнике.

При использовании таблиц необходимо учитывать, что они рассчитаны для общего равномерного освещения светильниками с двумя люминесцентными лампами типа ЛБ40 при освещенности 100 лк.

Пример 6.4. Определить число светильников типа ЛВО01-4×40, подвешенных на высоте $h_р = 3$ м, для обеспечения освещенности $E_н = 300$ лк. Размеры помещеиия: $A = 30$ м, $B = 20$ м. Коэффициенты отражения: $\rho_п = 70$; $\rho_с = 50$; $\rho_р = 10$.

Р е ш е н и е: 1. Площадь помещения $S = 30 \times 20 = 600$ м^2.

2. В табл. 6.16 по $h_р = 3$ м, $S = 600$ м^2, $\rho_п = 70$, $\rho_с = 50$, $\rho_р = 10$ определяется удельное число светильников $N_{уд} = 34{,}6$.

3. Учитывая, что светильник ЛВО01-4×40 имеет четыре лампы типа ЛБ40: а) в табл. 6 17 по нормируемой освещенности $E_н = 300$ лк для лампы типа ЛБ40 находим $K_{EФ} = 3$; б) по формуле (6 11) рассчитываем необходимое число светильников

$$n = N_{уд} K_{EФ} n_т / n_д = 34{,}6 \cdot 3 \cdot 2 / 4 = 52.$$

Расчет освещенности по условной удельной мощности сводится к определению необходимой установленной мощности или числа ламп осветительной установки и мощности источников света в светильнике, когда число светильников известно (задается).

Опуская промежуточные выводы, приводим зависимость между действи-

Таблица 6.16

Удельное число светильников

Площадь помещения S, м^2	Значение $N_{уд}$ при коэффициентах отражения, %, равных														
	$\rho_п=70$, $\rho_с=50$, $\rho_р=30$					$\rho_п=70$, $\rho_с=50$, $\rho_р=10$					$\rho_п=50$, $\rho_с=50$, $\rho_р=10$				
	и расчетной высоте $h_р$, м, равной														
	2,5	3	4	5	6	2,5	3	4	5	6	2,5	3	4	5	6
10	1,14	1,3	—	—	—	1,2	1,4	—	—	—	2,23	2,47	—	—	—
15	1,42	1,4	—	—	—	1,5	1,8	—	—	—	2,28	2,8	—	—	—
20	1,76	1,9	2,5	—	—	1,9	2,1	2,7	—	—	2,56	3,0	4,56	—	—
30	2,28	2,6	3,1	3,8	—	2,5	2,8	3,3	4,1	—	3,3	3,7	5,0	7,0	—
40	2,85	3,1	3,8	4,6	5,2	3,1	3,4	4,0	4,7	5,7	4,0	4,56	5,7	7,7	9,9
50	3,42	3,7	4,4	5,0	6,0	3,7	4,0	4,7	5,4	6,4	4,7	5,2	6,5	8,0	11,2
60	3,94	4,3	4,9	5,7	6,6	4,4	4,6	5,4	6,2	7,0	5,36	6,0	7,1	8,7	11,4
80	4,94	5,4	6,1	7,0	7,8	5,4	5,9	6,6	7,6	8,4	6,7	7,4	8,7	10,1	12,2
100	6,03	6,4	7,2	8,1	9,2	6,7	7,0	7,8	8,8	9,9	8,1	8,6	10,1	11,7	13,8
120	7,07	7,4	8,3	9,2	10,3	7,7	8,1	9,1	10,0	11,2	9,3	10,1	11,5	13,2	14,9
150	8,46	9,0	9,9	11,0	12,0	9,3	9,9	10,9	11,9	13,0	11,2	12,0	13,5	15,4	17,4
200	10,8	11,5	12,4	13,8	14,7	12,2	12,5	13,7	15,0	16,0	14,2	15,3	17,0	18,9	20,9
250	13,2	13,8	15,1	16,3	17,6	14,9	15,3	16,5	18,0	19,0	17,1	18,0	20,1	22,0	24,5
300	15,7	16,1	17,7	18,9	20,3	17,8	18,1	19,4	20,7	22,2	20,3	21,2	23,4	25,7	27,9
350	18,1	18,6	20,1	21,4	23,0	20,4	21,0	22,0	23,5	25,5	23,4	24,1	26,9	29,0	31,2
400	20,5	21,1	22,4	24,1	25,6	23,2	23,8	24,7	26,5	28,1	26,5	27,4	29,7	32,1	34,7
450	22,9	23,5	24,7	26,8	27,9	25,7	26,5	27,5	29,0	30 8	29,5	30,4	32,5	35,2	38,0
500	25,1	25,9	27,2	29,3	30,5	28,3	29,3	30,4	31,9	33,4	32,3	33,4	35,6	38 7	41,3
600	29,5	30,8	31,9	33,9	36,1	33,4	34,6	36,0	37,4	39,6	38,1	39,5	41,5	44,8	47,6
700	33,4	35,2	36,9	38,5	41,1	38,6	39,9	41,6	42,7	44,9	43,8	45 4	47,8	50,5	54,3

тельной удельной мощностью W (6.4) и условной удельной мощностью $W_{усл}$, представленную в работе [8]:

$$W = W_{усл} K_{EC}, \qquad (6.12)$$

где $W_{усл}$ — условная удельная мощность, Вт/м^2; K_{EC} — поправочный коэффициент на освещенность и световую отдачу.

Условная удельная мощность светильников общего равномерного освещения для освещенности 100 лк приведена в табл. 6.19, а поправочный коэффициент — в табл. 6.20 и 6.21.

Опуская вывод формул расчета, встречающуюся в практике проектирования общего равномерного освещения задачу определения мощности источников света в светильнике, когда число светильников известно (задается), решаем в следующем порядке:

1. Определяется условное удельное число светильников

$$N_{усл} = W_{усл} S / P_л, \qquad (6.13)$$

где $P_л$ — мощность лампы, Вт; $W_{усл}$ — условная удельная мощность; S — площадь помещения, м^2.

Для светильников с лампами накаливания формула (6.13) примет вид

$$N_{усл} = W_{усл} S / 100; \qquad (6.14)$$

для светильников с люминесцеитными лампами

$$N_{усл} = W_{усл} S / 40. \qquad (6.15)$$

2. Определяется отношение выбранного числа светильников к их условному числу

$$K_{EФ} = n / N_{усл} = K_E K_Ф. \qquad (6.16)$$

3. Находится мощность лампы светильника по значениям коэффициента $K_{EФ}$ и освещенности E, приведенным в табл. 6.17 и 6.18; коэффициент $K_{EФ}$ при этом рассчитан по формулам:

для светильников с лампами накаливания

$$K_{EФ} = K_E K_Ф = \frac{E}{100} \cdot \frac{1350}{Ф_л} = \frac{13{,}5E}{Ф_л}; \qquad (6.17)$$

для светильников с люминесцентными лампами

$$K_{EФ} = \frac{E}{100} \cdot \frac{3000}{Ф_л} = \frac{30E}{Ф_л}. \qquad (6.18)$$

Формулы (6.17) и (6.18) могут быть использованы при расчете коэффициеитов для другого типа ламп, не помещенных в таблицах.

Таблица 6 17

Поправочный коэффициент для люминисцеитных ламп $K_{EФ}$

Освещенность E, лк	Значение $K_{EФ}$ для ламп типа					
	ЛБ40	ЛТБ40	ЛХБ40	ЛБ65	ЛТБ65	ЛХБ65
	при номинальном световом потоке, лм, равном					
	3000	2780	2780	4550	4200	4100
50	0,5	0,54	0,54	0,33	0,36	0,36
75	0,75	0,78	0,78	0,5	0,53	0,55
100	1	1,08	1,08	0,66	0,71	0,73
150	1,5	1,62	1,62	0,99	1,06	1,1
200	2	2,16	2,16	1,32	1,42	1,46
300	3	3,24	3,24	1,98	2,13	2,19
400	4	4,32	4,32	2,64	2,84	2,92
500	5	5,4	5,4	3,3	3,55	3,65
600	6	6,48	6,48	3,96	4,26	4,68
750	7,5	8,1	8,1	4,96	5,33	5,48
1000	10	10,8	10,8	6,6	7,1	7,3

Окончание табл 6 17

Освещенность E, лк	Значение $K_{EФ}$ для ламп типа					
	ЛБ80	ЛТБ80	ЛХБ80	ЛБ20	ЛТБ20	ЛХБ20
	при номинальном световом потоке, лм, равном					
	5220	4720	4600	1180	975	950
50	0,29	0,33	0,32	1,27	1,54	1,58
75	0,43	0,5	0,49	1,9	2,31	2,37
100	0,57	0,66	0,65	2,54	3,08	3,16
150	0,85	0,99	0,98	3,81	4,62	4,74
200	1,14	1,32	1,3	5,08	6,16	6,32
300	1,71	1,98	1,95	7,62	9,24	9,48
400	2,28	2,64	2,6	10,2	12,3	12,6
500	2,85	3,3	3,25	12,7	15,4	15,8
600	3,42	3,96	3,9	15,2	18,5	19,0
750	4,28	4,96	4,88	19,1	23,1	23,7
1000	5,7	6,6	6,5	25,4	30,8	31,6

Таблица 6 18

Поправочный коэффициент для ламп накаливания

Освещенность E, лк	Значение $K_{EФ}$ для ламп типа								
	Б215 225 25	Б215 225 40	Б215 225 60	Б215 225 75	Б215 225 100	Б215 225 150	Б215 225 200	Г215 225 300	Г215 225 500
	при номинальном световом потоке Ф, лм равном								
	220	415	715	950	1350	2100	2920	4610	8300
20	1,23	0,65	0,38	0,28	0,2	0,13	0,09	0,06	0,03
30	1,84	0,98	0,57	0,43	0,3	0,19	0,14	0,09	0,05
50	3,07	1,63	0,94	0,71	0,5	0,32	0,23	0,15	0,08
75	4,6	2,44	1,42	1,07	0,75	0,48	0,35	0,22	0,12
100	6,14	3,25	1,89	1,42	1	0,64	0,46	0,29	0,16
150	9,2	4,88	2,83	2,13	1,5	0,96	0,69	0,44	0,24
200	12,3	6,5	3,78	2,84	2	1,28	0,92	0,59	0,32
300	18,4	9,76	5,66	4,26	3	1,92	1,39	0,88	0,49

Таблица 6 19

Условная удельная мощность $W_{усл}$

Площадь помещения S, м²	Значение $W_{усл}$ при коэффициентах отражения, %, равных														
	$\rho_п=70$, $\rho_с=50$, $\rho_р=30$					$\rho_п=70$, $\rho_с=50$, $\rho_р=10$					$\rho_п=\rho_с=\rho_р=0$				
	и расчетной высоте $h_р$, м, равной														
	2,5	3	4	5	6	2,5	3	4	5	6	2,5	3	4	5	6
	Двухламповые светильники с люминесцентными лампами типа ЛБ40														
10	9,1	10,4	—	—	—	9,5	11,5	—	—	—	15,5	19,8	—	—	—
15	7,6	8,9	—	—	—	8,2	9,3	—	—	—	11,7	14,9	—	—	—
20	6,9	7,8	9,9	—	—	7,5	8,4	10,7	—	—	10,1	12	18	—	—
30	6,1	6,8	8,3	10,1	—	6,7	7,4	8,9	11	—	8,8	9,8	13,4	18,8	—
40	5,7	6,3	7,5	9,1	10,4	6,2	6,8	8,1	9,5	11,5	8	9,1	11,5	15,5	19,8
50	5,5	5,9	7	8,1	9,6	6	6,4	7,6	8,7	10,2	7,5	8,3	10,2	12,8	17,9
60	5,3	5,7	6,5	7,6	8,9	5,8	6,1	7,2	8,2	9,3	7,1	7,9	9,4	11,6	14,9
80	4,9	5,4	6	7	7,8	5,4	5,9	6,6	7,6	8,4	6,7	7,3	8,7	10,2	12,1
100	4,8	5,1	5,7	6,4	7,3	5,3	5,6	6,2	7,1	7,9	6,4	6,9	8,1	9,3	11
120	4,7	4,9	5,5	6,1	6,9	5,1	5,4	6	6,7	7,5	6,2	6,7	7,7	8,8	9,9
150	4,5	4,8	5,3	5,8	6,4	5	5,3	5,8	6,3	7	6	6,3	7,2	8,2	9,2
200	4,3	4,6	5	5,5	5,9	4,8	5	5,5	6	6,4	5,7	6,1	6,8	7,5	8,3
300	4,2	4,3	4,7	5	5,4	4,7	4,8	5,2	5,5	5,9	5,4	5,6	6,2	6,8	7,4
400	4,1	4,2	4,5	4,8	5,1	4,6	4,7	4,9	5,3	5,6	5,3	5,5	5,9	6,4	6,9
500	4	4,1	4,3	4,7	4,9	4,5	4,7	4,8	5,1	5,3	5,2	5,3	5,7	6,2	6,6
1000	3,9	3,9	4,1	4,2	4,4	4,4	4,4	4,6	4,8	4,9	5	5	5,2	5,5	5,8
2000	—	—	3,9	4,1	4,2	—	—	4,4	4,6	4,7	—	—	5	5,2	5,4
3000	—	—	—	3,9	4,1	—	—	—	4,4	4,6	—	—	—	5	5,2
4000	—	—	—	—	3,9	—	—	—	—	4,4	—	—	—	—	5

Окончание табл. 6.19

Площадь помещения S, м²	Значение $W_{усл}$ при коэффициентах отражения, %, равных														
	$\rho_п = 70$, $\rho_с = 50$, $\rho_р = 30$					$\rho_п = 70$, $\rho_с = 50$, $\rho_р = 10$					$\rho_п = \rho_с = \rho_р = 0$				
	на расчетной высоте $h_р$, м, равной														
	2,5	3	4	5	6	2,5	3	4	5	6	2,5	3	4	5	6
	Светильники с лампами накаливания типа Б215-225-100														
10	48,3	55,5	—	—	—	50,5	58,4	—	—	—	123	139	—	—	—
15	42,7	48,3	—	—	—	44,4	50,5	—	—	—	101	123	—	—	—
20	37	42,7	55,5	—	—	38,3	44,4	58,4	—	—	79,3	101	139	—	—
30	31,7	37	42,7	55,5	—	34,7	38,3	44,4	58,4	—	69,4	79,3	101	139	—
40	30	33,6	38,3	48,3	55,5	32,6	35,8	41,1	50,5	58,4	65,3	74	92,5	123	139
50	29,6	31,7	37	42,7	48,3	32,2	34,7	38,3	44,4	50,5	63,4	69,4	79,3	101	123
60	27,1	30	33,6	38,3	47,2	30	32,6	35,8	41,1	49,3	55,5	65,3	74	82,5	117
80	25,8	27,1	31,7	37	42,7	27,8	30	34,7	38,3	44,4	52,9	55,5	69,4	79,3	101
100	24,7	26,7	30	33,6	38,3	27,1	29,6	32,6	35,8	41,1	48,3	54,1	65,3	74	92,5
120	24,4	25,8	29,6	33,1	37	26,7	27,8	32,2	35,2	38,3	47,2	52,9	63,4	71,6	79,3
150	23,6	24,7	27,1	31,7	33,6	25,8	27,1	30	34,7	35,8	46,3	48,3	55,5	69,4	74
200	22,7	23,6	25,8	30	31,7	25,2	25,8	27,8	32,6	34,7	44,4	46,3	52,9	65,3	69,4
300	20,6	22,6	24,7	25,8	30	23,1	25,2	27,1	27,8	32,6	39,6	44,4	48,3	52,9	65,3
400	19,8	21,3	22,7	24,7	27,1	22,7	24,1	25,2	27,1	30	37	41,1	44,4	48,3	55,5
500	19,6	20,6	22,4	24,4	25,8	22,4	23,1	24,9	26,7	27,8	36,4	39,6	43,5	47,2	52,9
1000	19,1	19,1	19,8	21,3	22,7	21,8	21,8	22,7	24,1	25,2	35,8	35,8	37	41,1	44,4
2000	—	—	19,1	19,8	20,6	—	—	21,8	22,7	23,1	—	—	35,8	37	39,6
3000	—	—	—	19,1	19,8	—	—	—	21,8	22,7	—	—	—	35,8	37
4000	—	—	—	—	19,1	—	—	—	—	21,8	—	—	—	—	35,8

Таблица 6.20

Поправочный коэффициент для люминесцентных ламп K_{EC}

Освещенность E, лк	Значение K_{EC} ламп типа											
	ЛБ20	ЛТБ20	ЛХБ20	ЛБ40	ЛТБ40	ЛХБ40	ЛБ65	ЛТБ65	ЛХБ65	ЛБ80	ЛТБ80	ЛХБ80
	при световой отдаче C, лм/Вт, равной											
	59	48,7	47,5	75	69,5	69,5	70	64,6	63,1	65,2	59	57,5
50	0,63	0,77	0,8	0,5	0,54	0,54	0,53	0,58	0,6	0,57	0,63	0,65
75	0,95	1,15	1,18	0,75	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,86	0,95	0,97
100	1,27	1,54	1,58	1	1,08	1,08	1,07	1,16	1,19	1,15	1,27	1,3
150	1,9	2,3	2,4	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,8	1,7	1,9	2
200	2,54	3,1	3,2	2	2,2	2,2	2,1	2,3	2,4	2,3	2,54	2,6
300	3,8	4,6	4,7	3	3,2	3,2	3,2	3,5	3,6	3,4	3,5	3,9
400	5,1	6,2	6,3	4	4,3	4,3	4,3	4,6	4,8	4,6	5,1	5,2
500	6,4	7,7	7,9	5	5,4	5,4	5,3	5,8	6	5,7	6,4	6,5
600	7,6	9,2	9,5	6	6,5	6,5	6,4	7	7,1	6,9	7,6	7,8
750	9,5	11,5	11,8	7,5	8,1	8,1	8	8,7	8,9	8,6	9,5	9,7
1000	12,7	15,4	15,8	10	10,8	10,8	10,7	11,6	11,9	11,5	12,7	13

Таблица 6 21

Поправочный коэффициент для ламп накаливания K_{EC}

Освещенность E, лк	Значение K_{EC} для ламп типа								
	Б215 225 25	Б215 225 40	Б215 225 60	Б215 225 75	Б215 225 100	Б215 225 150	Б215 225 200	Г215 225 300	Г215 225 500
	при световой отдаче C, лм/Вт, равной								
	8 8	10	11,9	12,6	13,5	14	14,6	15,3	16,6
20	0,31	0,27	0,22	0,21	0,2	0,19	0,18	0,17	0,16
30	0,46	0,4	0,34	0,32	0,3	0,29	0,28	0,26	0,24
50	0,76	0,67	0,56	0,53	0,5	0,48	0,46	0,44	0,41
75	1,15	1,0	0,85	0,8	0,75	0,74	0,7	0,66	0,61
100	1,53	1,35	1,13	1,07	1,0	0,97	0,93	0,88	0,81
150	2,3	2,0	1,7	1,6	1,5	1,45	1,4	1,32	1,21
200	3,1	2,7	2,26	2,16	2,0	1,94	1,85	1,76	1,62
300	4 6	4,0	3,4	3,2	3,0	2,9	2,8	2,64	2,43

Глава седьмая

ТОЧЕЧНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ОСВЕЩЕННОСТИ

7.1. КРИВЫЕ СИЛЫ СВЕТА СВЕТИЛЬНИКОВ

При расчетах, проводимых точечным методом, светильник представляется точечным, т. е. его размеры считаются малыми по сравнению с расстоянием до освещаемой им точки пространства. Полагают, что источник является точечным, если его размеры не превышают 0,2 расстояния до освещаемой точки. К точечным источникам относятся, например, прожекторы, светильники с ЛН и газоразрядными лампами типов ДРЛ, ДРИ, НЛВД, ДНаТ и др. В практике расчетов точечный светильник принимается за светящуюся точку с условно выбранным световым центром, характеризуемую распределением силы света по всем направлениям, которое называется кривой силы света (КСС) источника света.

Кривые силы света представляются в виде графиков, таблиц или задаются

Таблица 7.1

Кривые силы света источников

Формула	$I=I_0$	$I=I_0\cos n\alpha$												$I=I_0\sin\alpha$	$I=(I_0\cos\alpha)/\cos(\theta\sin^m n\alpha)$		
Коэффициенты	—	$n=0{,}7841$	$n=1$	$n=1\,0374$	$n=1\,1038$	$n=1{,}2928$	$n=1\,5109$	$n=1\,65$	$n=1\,7582$	$n=2{,}0402$	$n=2.3683$	$n=2{,}7471$	$n=2{,}91$	—	$\theta=70°$ $m=1\,2$ $n=1\,66$	$\theta=78.3°$ $m=1{,}4$, $n=1{,}39$	$\theta=84\,4$ $m=1{,}5$; $n=1{,}2$
α, °	М	Д-1	Д	Д-2	Г-1	Г-2	Г-3	Г	Г-4	К-1	К-2	К-3	К	С	Л	Л-Ш	Ш
0		233,4	330,0	333,5	377,3	503,0	670,7	800,0	894,2	1192	1583	2120	2400	0	154,8	119,6	78,3
5		232,9	328,7	332,0	375,5	499,8	664,8	791,7	883,8	1173	1549	2062	2323	17,9	155,5	119,0	78,6
10		229,2	325,0	328,2	370,3	490,2	647,5	767,1	852,5	1118	1449	1893	2097	35,6	158,2	118,6	79,4
15		228,5	318,8	321,2	361,6	474,4	618,5	726,5	801,1	1026	1288	1595	1737	53,1	164,5	120,2	81,4
20		224,7	310,1	311,8	349,8	452,7	579,5	670,9	731,2	902	1052	1261	1265	70,1	175,5	126,0	81,7
25		220,0	299,1	300,0	334,3	425,1	530,2	601,5	643,8	750	810	832	712	86,6	190,7	134,0	83,3
30		214,1	285,8	285,5	316,0	392,1	471,4	519,6	541,3	574	515	249	113	102,5	210,8	145,0	87,2
35		207,1	270,3	268,8	294,7	354,1	404,7	426,9	439,9	380	196	0	0	117,6	235,1	159,6	94,8
40		199,3	252,8	249,8	270,7	311,7	330,9	325,4	301,0	174	0			131,8	261,8	180,4	105,4
45		190,6	233,3	228,9	244,2	265,3	251,4	217,2	168,8	0				145,0	281,6	209,7	121,3
50		180,0	212,1	206,0	215,4	215,5	167,3	104,4	32,6					157,0	282,1	243,4	137,1
55		170,5	189,3	181,7	184,6	162,9	81,8	0	0					168,0	257,2	269,7	162,0
60		159,2	165,0	155,4	152,0	108,3	0							201,9	212,9	275,0	199,0
65	159,2	147,1	139,5	128,1	118,2	52,6								185,8	161,7	247,6	230,0
70		134,3	112,9	99,8	83,1	0								192,6	113,6	194,0	252,0
72		129,0	102,0	88,0	68,9									195,0	95,9	167,0	243,2
74		123,6	91,0	76,3	54,6									197,1	79,4	139,0	225,0
75		121,0	85,4	70,6	47,4									198,0	71,5	125,2	212,3
76		118,1	79,8	64,5	40,2									199,0	63,8	111,1	199,0
78		112,6	68,6	52,6	25,7									199,0	49,1	84,5	165,5
80		106,9	57,3	40,8	11,2									201,9	35,8	60,4	127,7
82		101,2	45,9	28,7	0									203,0	23,8	39,5	89,1
84		95,4	34,5	16,6										203,9	13,8	22,5	53,6
85		92,5	28,7	10,8										204,2	10,0	16,2	39,0
86		89,6	23,0	4,56										204,5	6,2	10,1	25,0
88		83,6	11,5	0										204,9	1,6	2,5	6,4
90		77,7	0											205,0	0	0	0

в виде формул, аппроксимирующих КСС

В настоящее время официальным нормативным документом (ГОСТ 17677—82 «Светильники. Общие технические условия») КСС представлены в виде графиков $I_\alpha = f(\alpha)$ для светового потока светильника $\Phi = 1000$ лм (см рис 5.1, 5.2) ГОСТ все светильники по типу КСС в любой меридиональной плоскости подразделяет на семь классов. К, Г, Д, Л, Ш, М, С (см. табл. 5 2), а по светораспределению (доля излучения в верхнюю и нижнюю полусферы) — на пять классов: П, Н, Р, В, О (см. табл 5.1) Заводами-изготовителями в паспортных данных на светильники указываются класс светораспределения и класс КСС; светильники, отличные от данной классификации, считаются специальными, и на них указываются особые данные для характеристики светораспределения.

В работах [7, 14] отдельные стандартные классы светораспределения были детализованы (Д-1, Д-2; Г-1 ÷ Г-4, К-1 ÷ К-4; Л, Ш) и установлены поля допусков, в пределах которых реальное светораспределение светильника позволяет отнести его к тому или иному классу В этих же работах предложено аппроксимировать КСС зависимостями вида

$$I_\alpha = I_0 \cos n\alpha \qquad (7.1)$$

для КСС классов М, Д, Г, К и зависимостями вида

$$I_\alpha = I_0 \frac{\cos \alpha}{\cos \theta \sin^m n\alpha} \qquad (7.2)$$

для КСС классов Л, Ш

В формулах (7.1) и (7 2) коэффициенты m и n характеризуют изменение формы КСС относительно базовой кривой — равномерного светораспределения (класс М) при световом потоке $\Phi = 1000$ лм С помощью таблиц или графиков КСС светильников величины m и n могут быть определены по формулам

$$m = \frac{1000}{2\pi} \frac{1}{I_0} \approx \frac{159{,}155}{I_0}, \qquad (7\,3)$$

$$n = \frac{2\pi - \alpha_д}{2\alpha_д}, \qquad (7.4)$$

где I_0 — сила света светильника в направлении $\alpha = 0$; $\alpha_д$ — полный угол действия светильника.

В табл. 7.1 приведены значения силы света для стандартных и детализованных КСС, а также формулы, аппроксимирующие эти КСС.

В табл. П.2 приведены данные КСС выпускаемых светильников

В литературе имеются также различные виды зависимостей, аппроксимирующих КСС светильников разных классов светораспределения, которые используются для решения светотехнических задач на ЭВМ [15, 16, 17]

В основе точечного метода лежит зависимость освещенности данной точки пространства от точечного источника Из всех форм записи этой зависимости (см гл 2) наиболее употребительной является

$$E = (I_\alpha \cos^3 \alpha) / h_р \qquad (7\,5)$$

Величины, входящие в эту формулу, ясны из рис 7 1.

7.2. РАСЧЕТ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ОТ КРУГЛОСИММЕТРИЧНЫХ ТОЧЕЧНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Круглосимметричные точечные излучатели характеризуются КСС, симметричными относительно оптической оси излучателя.

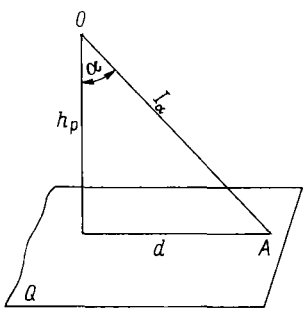


Рис 7 1 Координаты, определяющие положение точечного светящего элемента относительно расчетной точки

Положеиие симметричного светильника относительно расчетной точки в общем случае определяется высотой расположения светильника относительно расчетной плоскости $h_р$ и углом α, определяющим положение точечного излучателя O относительно расчетной точки A (рис. 7.1). Одии из наиболее простых и распространенных методов светотехнических расчетов основан на использовании пространственных изолюкс горизонтальной освещенности.

Построеиие пространствеииых изолюкс горизонтальной освещеиности

Первоиачально принимается, что световой поток лампы (при многоламповых светильиниках — суммарный поток ламп) в каждом светильнике равен 1000 лм. Создаваемая в этом случае освещенность называется условной и обозначается e. Для построения пространственных изолюкс горизонтальной освещениости необходимо прежде всего располагать КСС источника, заданной в любом виде. Делается заготовка графика (рис. 7.2), за нуль отсчета принимается место установки светильника, от этой точки по оси вправо откладывается расстояние d, вниз — высота подвеса светильника $h_р$, выбираются пределы шкал $h_р$ и d. В принятом масштабе вычерчивается координатиая сетка. Из точки O проводятся лучи, соответствующие определенным значениям угла α, чаще всего $\alpha=0$; 5; 10; 15; 20° и т. д Луч, соответствующий $\alpha=0°$, направляется по оси $h_р$; лучи соответствующие $\alpha>0$, поворачиваются от направления $\alpha=0$, как показано на рис. 7.2. Исходными данными для построения изолюкс являются: угол α (задается); сила света I_α (определяется по данным КСС источника), $\cos^3\alpha$ (находится по табл 2.4); условная освещениость e (принимается из ряда значеиий: 0,1; 0,15, 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,7; 1; 1,5; 2, 3; 4; 5; 7, 10; 15; 20; 30; 40; 50 лк).

Луч, направленный под заданным углом α, пересекается с принятой изолюксой освещеиности e в точке, которой соответствует расчетная высота (в метрах)

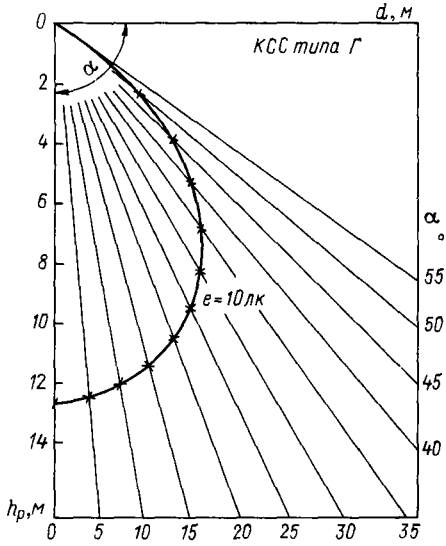


Рис 7 2 К построению пространственных изолюкс горизонтальной освещенности

$$h_р=\sqrt{\frac{I_\alpha\cos^3\alpha}{e}}. \qquad (7.6)$$

Формула (7.6) получена из формулы (7.5), в которой освещенность E заменена условной освещенностью e.

Найдя соответствующие точки на каждом луче и соединив их между собой, получим изолюксу принятого значения e.

Аналогичные действия можно произвести для всей шкалы e.

Пример 7.1. Построить пространственную изолюксу условной горизонтальной освещенности $e=10$ лк для светильника, имеющего КСС класса Г.

Р е ш е н и е 1. Для светильника, имеющего КСС класса Г, приводим зависимость $I_\alpha=f(\alpha)$, взятую из табл. 7.1.

α, °	0	5	10	15	20	25
I_α, кд	800	792	767	726	671	602
α, °	30	35	40	45	50	55
I_α, кд	520	427	325	217	104	0

2. По формуле (7.6) для каждого α, l_α и $e=10$ рассчитывается высота $h_р$, результаты удобно свести в таблицу.

α, °	0	5	10	15	20	25
$\cos^3\alpha$	1,0	0,989	0,955	0,901	0,83	0,744
h, м	12 7	12,5	12,1	11,4	10,6	9,5
α °	30	35	40	45	50	55
$\cos^3\alpha$	0,650	0,55	0,45	0,357	0,266	0,189
h, м	8,2	6,2	5,4	3,9	2,4	—

3. Сделать заготовку графика (рис 7.2), нанести координатную сетку, начертить направление лучей α.

4. В соответствии с результатами расчета найти точки изолюксы в такой последовательности.

На шкале $h_р$ (она же является лучом для $\alpha=0$) найти значение $h_р$, соответствующее $\alpha=0$: это первая точка изолюксы, на шкале $h_р$ найти значение $h_р$, соответствующее $\alpha=5°$ по таблице результатов; двигаясь вправо вдоль оси d (см. рис 7.2), найти точку пересечения с лучом $\alpha=5°$: это вторая точка изолюксы и т д. Соединенные между собой точки дают искомую изолюксу для $e=10$.

На рис. 7.3—7.9 приведеиы графики пространственных изолюкс горизонтальной освещенности для стандартных ти-

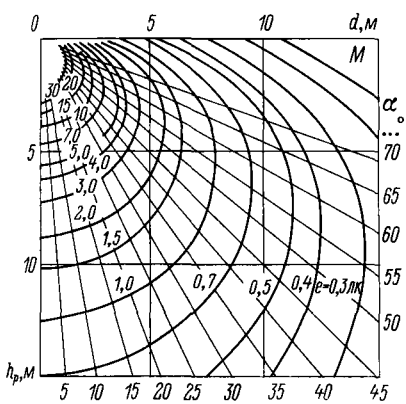


Рис 7 3 Пространствеиные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа М

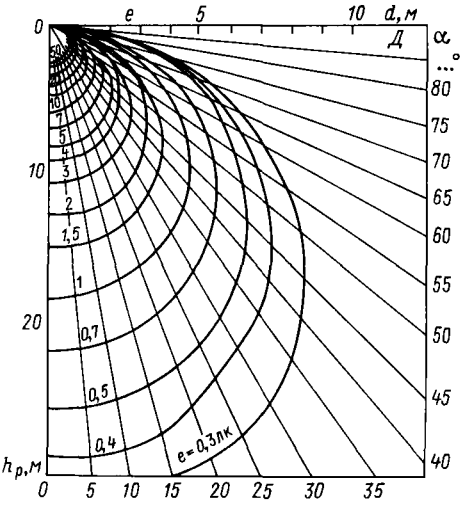


Рис 7 4 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Д

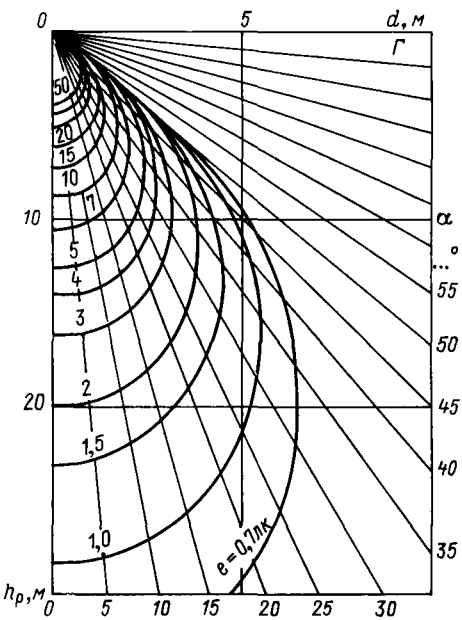


Рис 7 5 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Г

пов КСС, а на рис. 7.10—7.19 для детализированных КСС [7].

Пределы шкал на приводимых графиках не определяют возможной области применения светильников. Если заданные d и $h_р$ выходят за пределы шкал, в ряде случаев возможно обе эти координаты увелнчить (уменьшить) в n раз так, чтобы точка оказалась в пределах графика, и определенное по графику значение e увеличить (уменьшить) в n^2 раз.

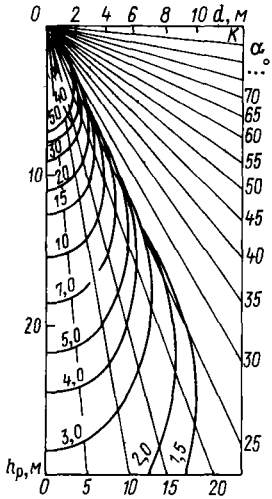


Рис 7 6 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа К

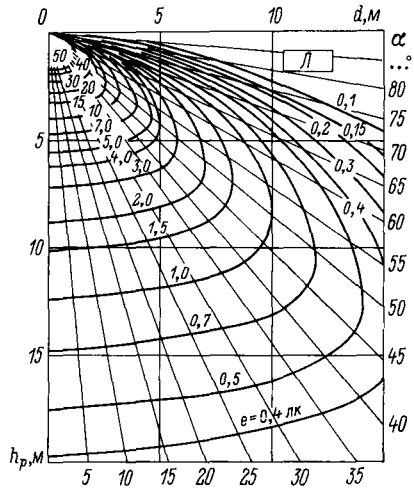


Рис 7 7 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Л

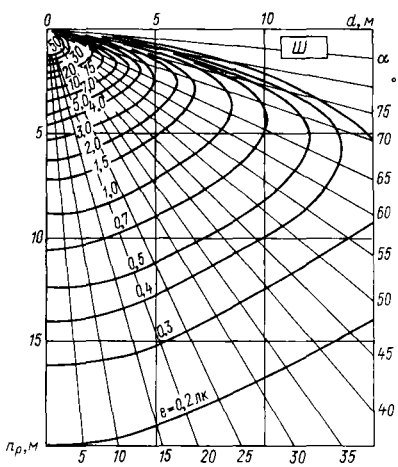


Рис 7 8 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Ш

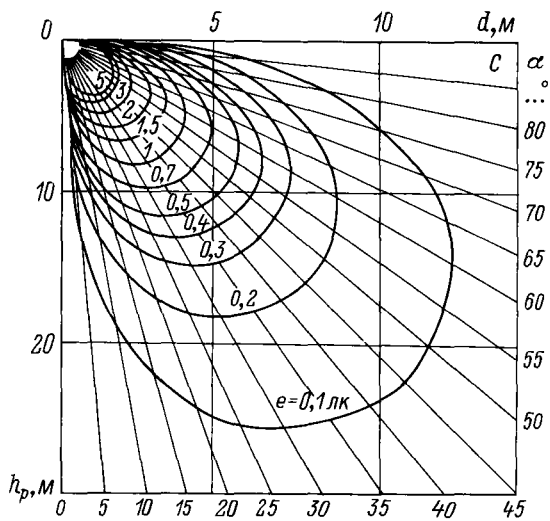


Рис 7 9 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа С

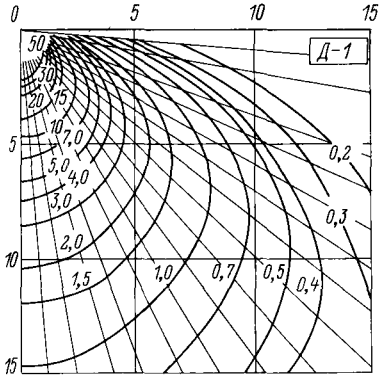


Рис 7 10 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Д-1

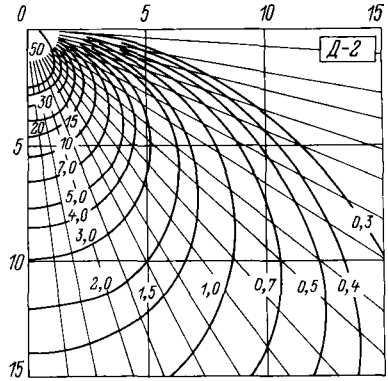


Рис 7 11 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Д-2

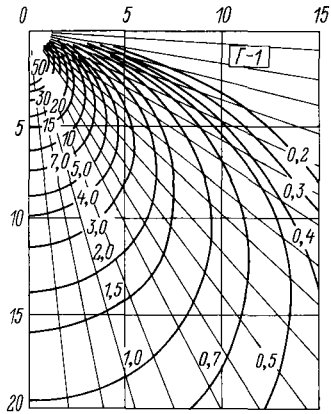


Рис 7 12 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Г-1

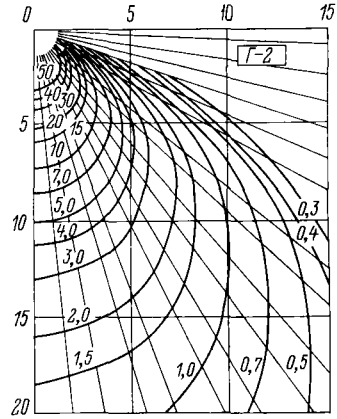


Рис 7 13 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Г-2

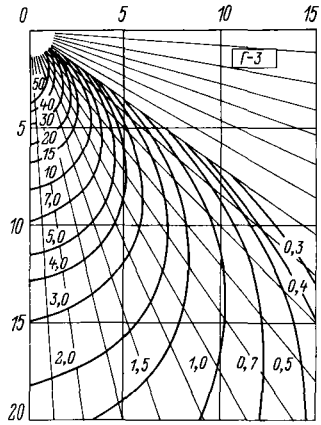


Рис 7 14 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Г-3

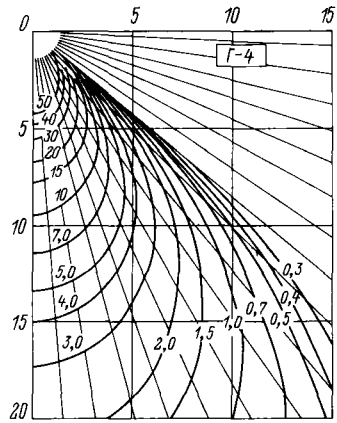


Рис 7 15 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Г-4

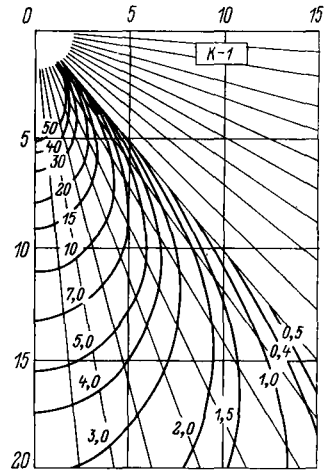


Рис 7 16 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа К-1

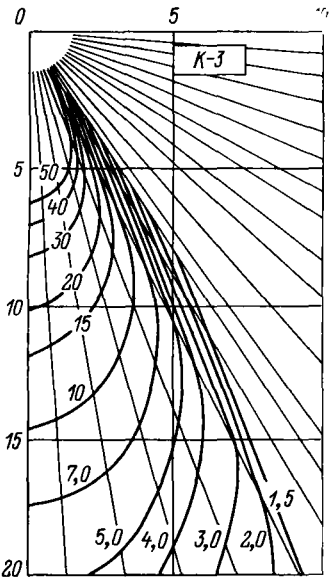


Рис 7 18 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа К-3

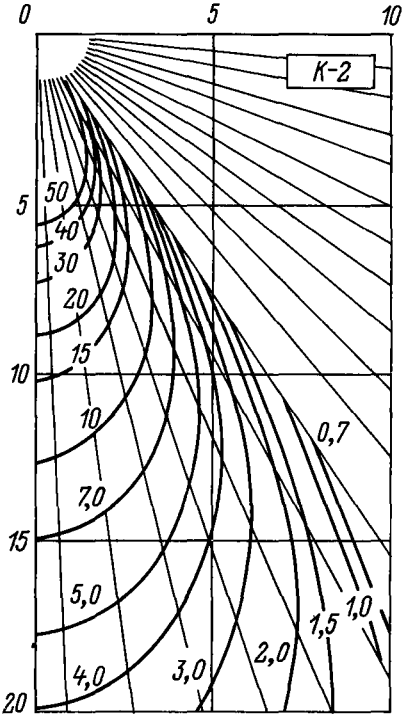


Рис 7 17 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа К-2

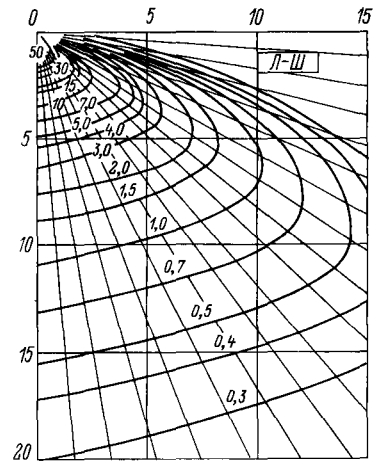


Рис 7.19 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильника с КСС типа Л-Ш

Расчет освещенности

Расчету освещенности должен предшествовать выбор типа осветительных приборов, расположение и высота подвеса их в помещении ($h_р$), определено нормируемое значение освещеиности ($E_н$). Расчетная точка освещается практически всеми светильниками, находящимися в помещениях, которые создают в расчетной точке суммарную освещенность Σe, однако обычно учитывается действие ближайших светильников.

Трудно точно определить, какие светильники следует считать ближайшими и учитывать в Σe.

Во всех случаях при определении Σe не должны учитываться светильники, реально не создающие освещенности в контрольной точке из-за ее затенения оборудованием или самим рабочим при его нормальном фиксированном положении на рабочем месте.

В качестве контрольных выбираются те точки освещаемой поверхности, в которых Σe имеет наименьшее значение. Не следует выискивать самую малую освещенность (у стен или в углах): если в подобных точках есть рабочие места, задача обеспечения здесь нормируемых значений освещенности может быть решена увеличением мощности ближайших светильников или установкой дополнительных светильников. При расположении светильников рядами вдоль светотехнических мостиков контрольная точка выбирается между рядами на расстоянии от торцевой стены, примерно равном расчетной высоте.

Определение e для каждой контрольной точки производится с помощью пространственных изолюкс условной горизонтальной освещенности, на которых находится точка с заданным d и $h_р$ (d, как правило, определяется обмером по плану помещения). Если расчетная точка не совпадает точно с изолюксами, то e определяется интерполированием между ближайшими изолюксами.

Пусть суммарное действие светильников создает в контрольной точке условную освещенность Σe, действие более далеких светильников и отраженная составляющая приближенно учитываются коэффициентом μ. Тогда для получения в этой точке освещенности E с коэффициентом запаса K лампы в каждом светильнике должны иметь поток

$$\Phi = \frac{1000EK}{\mu \Sigma e}. \qquad (7.7)$$

По этому потоку подбирается ближайшая стандартная лампа, поток которой должен отличаться от рассчитанной в пределах от -10 до $+20\%$. При невозможности выбора лампы с таким допуском корректируется расположение светильников.

Формула (7.7) может использоваться также для определения E при известном Φ.

Значение μ чаще всего можно принимать в пределах 1,1—1,2; оно зависит от коэффициентов отражения поверхностей помещения, характера светораспределения, тщательности учета удаленных светильников и т. д.

Пример 7.2. В помещении, часть которого показана на рис. 7.20, требуется обеспечить $E=50$ лк, $K=1{,}3$. Светильники СВП подвешены на высоте 3 м. Размеры полей 6×4 м.

Расстояние d определяется обмером по плану помещения, величина e определяется по графикам пространственных изолюкс условной горизонтальной освещенности для светильников СВП с КСС типа Г.

Данные сведены в таблицу.

Точка	Номера светильников	Расстояние, м	Условная освещенность	
			от одного светильника	от всех светильников
А	*1, 2, 3, 4* *5, 6, 7* *7, 8*	3,6 6,7 9,2	5,6 0,4 0,1	22,4 0,8 0,2
				$\sum e=23{,}4$
Б	*1, 3* *2, 4* *5, 6* *7*	3 5 8,5 9	8,0 1,8 0,15 0,1	16 3,6 0,3 0,1
				$\sum e=20$

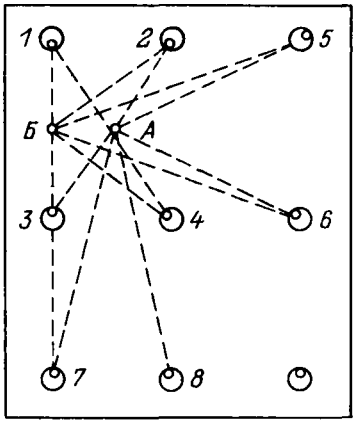


Рис 7 20 К примеру 7 2

Наихудшей оказывается точка *Б*, по освещенности которой определяем необходимый поток, принимая $\mu = 1{,}1$:

$$\Phi = \frac{1000 \cdot 50 \cdot 1{,}3}{1{,}1 \cdot 20{,}0} = 2950 \text{ лм}.$$

По табл 4 2 по данному Ф выбирается лампа мощностью 200 Вт типа Г215-255-200.

При отсутствии графиков изолюкс для данного светильника можно воспользоваться графиком для излучателя, имеющего по всем направлениям силу света 100 кд (рис 7.21). По заданным d и $h_р$ определяется условная горизонтальная освещенность e_{100}; по этому же графику определяется угол α, соответствующий заданным d и $h_р$, а по кривой силы света выбранного светильника определяется I_α

Для определения I_α можно использовать табл 7 1 и 7.2, по выбранному ОП определяется тип КСС (см табл 7.2); по типу КСС и α определяется I_α (табл. 7.1) Горизонтальная освещенность в расчетной точке от одного светильника

$$e = e_{100} \frac{I_\alpha}{100}. \qquad (7.8)$$

Затем определяется Σe и расчет ведется аналогично вышеизложенному.

7.3. РАСЧЕТ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ОТ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ТОЧЕЧНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

При несимметричном точечном излучателе относительное положение светильника и расчетной точки характеризуется тремя параметрами расстоянием $h_р$ и углами α и φ, отсчитываемыми от плоскости симметрии светильника *ОВС* (рис 7 22). Углы α и φ могут быть определены по формулам

$$\alpha = \operatorname{arctg}(d / h_р), \quad \varphi = \operatorname{arctg}(b / a) \qquad (7.9)$$

По кривой силы света светильника определяется $I_{\alpha\varphi}$, а по известным $h_р$, α и $I_{\alpha\varphi}$ — горизонтальная освещенность в расчетной точке

$$E_г = I_{\alpha\varphi} \cos^3 \alpha / (h_р^2 K_з) \qquad (7.10)$$

Более детально вопросы расчета освещенности от несимметричных точечных излучателей при произвольном расположении освещаемой поверхности изложены в работе [7].

Расчет освещенности от большого числа светильников с несимметричным

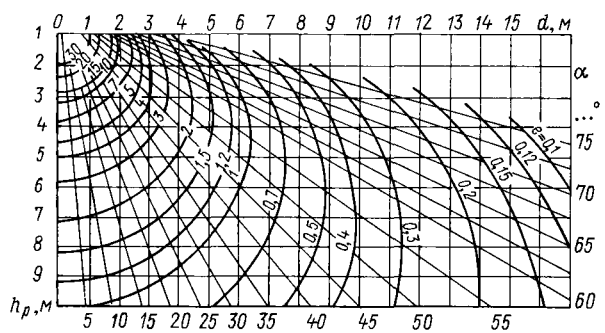


Рис 7 21 Пространственные изолюксы горизонтальной освещенности (сила света светильника по всем направлениям 100 кд)

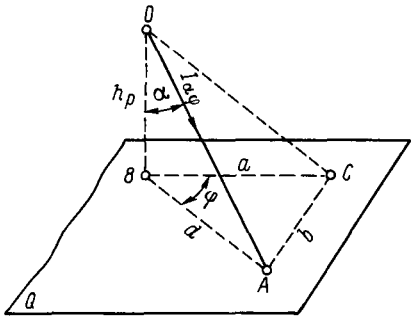


Рис 7 22 Координаты точек при несимметричных излучателях

светораспределением производится по изолюксам относительной освещенности ε, т. е. освещенности, отнесенной не только к Ф=1000 лм, но и к $h=1$ м, т. е. $\xi=x/h$ и $\eta=y/h$. На плоскости ξ, h наносятся изолюксы относительной освещенности ε (рис. 7.23).

В расчетных точках определяется ε и Σε, после чего находится необходимый поток лампы в каждом светильнике

$$\Phi=\frac{1000EKh_p^2}{\mu\Sigma\varepsilon}. \qquad (7\,11)$$

В работе [5] предложен метод расчета освещенности от несимметричных излучателей, основанный на использовании кривых равной относительной освещенности $\varepsilon=I_{\alpha\varphi}\cos^3\alpha$, построенных в полярной системе координат φ, и кривых $\operatorname{ctg}\alpha$ или $\operatorname{tg}\alpha$ (рис 7.24)

Построение кривых $\varepsilon=I_{\alpha\varphi}\cos^3\alpha$ для данного типа светильника осуществляется по кривым относительной освещенности для различных продольных плоскостей φ=const. По зиачению $\varepsilon=I_{\alpha\varphi}\cos^3\alpha$ определяется $\operatorname{tg}\alpha$, соответствующий этому значению ε, которое определяет положение точек ε=const на соответствующих прямых φ=const в полярной системе координат. Соединение точек позволяет получить кривую равной относительной освещенности с источником света, световой поток которого Ф=1000 лм при $h_p=1$ м.

Расчет освещенности при использовании указанных кривых следует производить в следующем порядке:

1. По положению светильника относительно расчетной точки определяется

$$\varphi=\operatorname{arctg}(b/a) \text{ и } \operatorname{tg}\alpha=d/h_p \text{ или}$$

$$\operatorname{ctg}\alpha=h_p/d.$$

2. По кривым равной относительной освещенности и значениям φ и $\operatorname{tg}\alpha$ определяется $\varepsilon=I_{\alpha\varphi}\cos^3\alpha$ (рис. 7 24).

3. По значению ε рассчитывается освещенность

$$E_г=\varepsilon\Phi_л/(1000h_pK_з).$$

При расчете освещенности от нескольких светильников определяется Σε, затем по формуле (7.11) вычисляется необходимый световой поток $\Phi_л$ и выбирается лампа либо по той же формуле рассчитывается освещенность E для выбранного типа СП

Пример 7.3. Определить освещенность в расчетной точке на горизонтальной плоскости от светильника «косо-свет», расположенного на высоте $h_p=3$ м над расчетной плоскостью на рас-

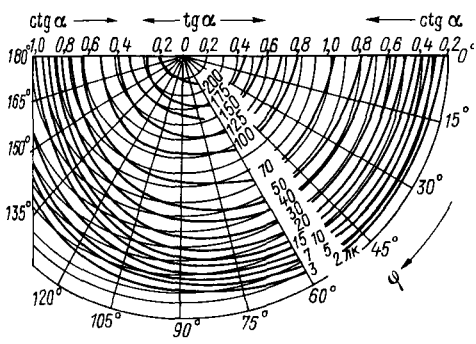


Рис 7 23 Изолюксы относительной освещенности (прожектор ПЗР-400 с лампой ДРЛ)

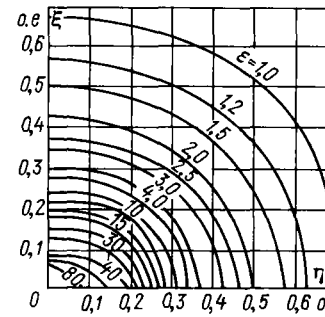


Рис 7 24 Пространственные кривые равной относительной освещенности для светильника с несимметричным светораспределением

стоянии $d=18$ м от расчетной точки. В светильнике установлеиа лампа накаливания 150 Вт, 220 В ($\Phi_л=2000$ лм). Коэффициеит запаса $K_з=1{,}3$

Р е ш е н и е. 1. Определяются углы φ и $\operatorname{ctg}\alpha$:

$$\varphi=\operatorname{arctg}(b/a)=\operatorname{arctg}1;\ \varphi=45°;$$

$$\operatorname{ctg}\alpha=h_р/d=3/\sqrt{18}\approx 0{,}7.$$

2. Определяется относительная освещенность по графику рис. 7.24:

$\varepsilon=32$ лк для $\operatorname{ctg}\alpha=0{,}7$ и $\varphi=45°$.

3. Освещенность в расчетной точке

$$E_г=\varepsilon\Phi/(1000h_р^2K_з)=$$

$$=32\cdot 2000/(1000\cdot 3^2\cdot 1{,}3)=5{,}5\text{ лк}.$$

7.4. РАСЧЕТ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ОТ ЛИНЕЙНЫХ СВЕТЯЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

К линейным светящим элементам относятся светящие элементы, имеющие несоизмеримо малые размеры по одной из осей по сравнению с размерами по другим осям.

Излучатели, длина которых превышает половину расчетной высоты $h_р$, рассматриваются как светящие линии.

Общий случай расчета освещенности от линейных светящих элементов

Освещенность в точке A (рис. 7.25) от линейных светящих элементов, расположенных параллельно расчетной плоскости, определяется по формуле [5]

$$E_A=\frac{(\gamma+0{,}5\sin 2\gamma)\,I_\alpha\cos^2\alpha}{2h_р},\quad (7.12)$$

где I_α — среднее значение силы света с единицы длины светящей части светильника в направлеиии под углом α к плоскости расположения светильника P; γ — угол, под которым видна светящая линия из точки расчета; $h_р$ — высота расположения светящей линии над освещаемой поверхностью.

В общих техиических условиях на светильники ГОСТ 17677—82 для светильников с трубчатыми источниками указывается КСС относительно поперечной и относительно продольной оси. Допускается указывать тип КСС лишь относительно поперечной оси, если вторая КСС косинусная. Это необходимо иметь в виду при пользовании данными о светильниках в гл. 5.

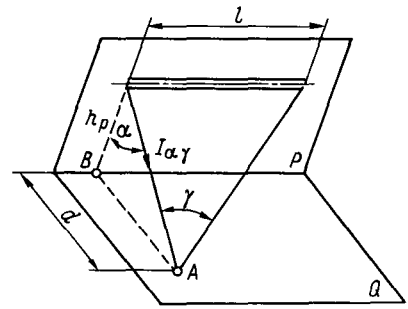


Рис 7 25 Размеры, определяющие положение линии по отношению к контрольной точке

Уравнение (7.12) справедливо, когда расчетная точка совпадает с проекцией конца светящего элемента на расчетную плоскость. В том случае, когда положение расчетной точки не совпадает с проекцией конца светящего элемента (рис. 7.26), условная освещенность в расчетных точках ε_{A_1} и ε_{A_2} будет $\varepsilon_{A_1}=\varepsilon_{BC}+\varepsilon_{CD}$; $\varepsilon_{A_2}=\varepsilon_{BE}-\varepsilon_{DE}$, где ε_{BC}, ε_{CD}, ε_{BE}, ε_{DE} — значения освещенности от участков светящего элемента.

В упрощенных методах расчета величина $\gamma+0{,}5\sin 2\gamma$, входящая в числитель формулы (7.12), определяется графически (рис. 7.27) в зависимости от l/d, где l — длина светящей линии; d — расстояние от светящей линии до расчетной точки. Линия может рассматриваться

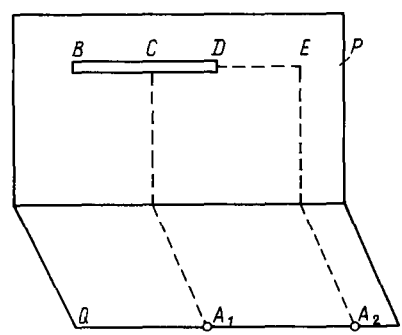


Рис 7 26 Освещенность точек, не лежащих против конца линии

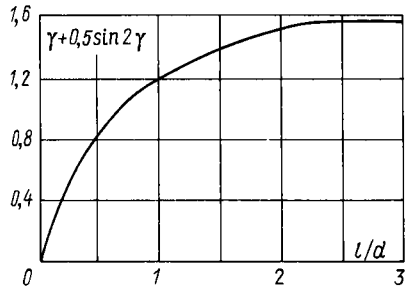


Рис 7 27 График функции $\gamma+0{,}5 \sin 2\gamma$ для расчета освещенности от светящей линии

как бесконечно протяженная, когда $l/d \geqslant 3$.

Пример 7.4. Люминесцентная лампа типа ЛБ мощностью 80 Вт, напряжением 220 В, имеющая световой поток $\Phi = 5220$ лм, расположена на высоте $h_р = 3{,}5$ м параллельно расчетной плоскости. Определить освещенность в точке A расчетной плоскости, отстоящей на 2 м от проекции конца линии на расчетную плоскость.

Р е ш е н и е. Принимая лампу за светящую линию ($l = 1{,}5$ м), определяем силу света с единицы длины в плоскости, перпендикулярной оси лампы:

$$I_\alpha = \Phi_л / (\pi^2 l) = 5220 / (3{,}14^2 \cdot 1{,}5) = 353 \text{ кд}.$$

Определяем γ, $\sin\gamma$ и $\cos\alpha$:

$$\gamma = \operatorname{arctg}(l/d) = \operatorname{arctg}(1{,}5/\sqrt{16{,}3});$$

$$\gamma = 20° \approx 0{,}36 \text{ рад}; \quad \sin 2\gamma = 0{,}65;$$

$$\cos\alpha = h_р / d = 3{,}5/\sqrt{16{,}3} \approx 0{,}87.$$

По формуле (7.12) рассчитывается освещенность в расчетной точке

$$E_A = \frac{(\gamma + 0{,}5 \sin 2\gamma) I_\alpha \cos^2\alpha}{2h_р} =$$

$$= (0{,}36 + 0{,}5 \cdot 0{,}65) \cdot 353 \cdot 0{,}76 / (2 \cdot 3{,}5) =$$

$$= 26{,}3 \text{ лк}.$$

Упрощенный способ расчета освещенности от линейных светящих элементов

Упрощенный способ расчета освещенности от светящих линий производится с помощью графиков линейных изолюкс, методика построения которых разработана Г. М. Кнорringом [18] Линейные изолюксы (рис. 7.28—7.36) дают относительную горизонтальную освещенность ε при $h_р = 1$ м и $\Phi' = 1000$ лм/м, где Φ' — плотность светового потока в ряду, т. е. отношение суммарного потока ламп к длине светящей полосы.

Линейные изолюксы строятся для случая, когда расчетная точка совпадает с проекцией конца светящего элемента на расчетную плоскость.

При использовании линейных изолюкс порядок расчета для светящих полос следующий.

Определяется высота подвеса $h_р$, тип светильников и люминесцентных ламп в них, размещение светильников в линии и линий в помещении. Светящие линии наносят на план помещения, вычерченный в масштабе. На план помещения наносится контрольная точка A. По плану определяются размеры d и l, находятся отношения $d' = d/h_р$; $l' = l/h_р$, где величины d и l соответствуют рис. 7.25.

Если точка не лежит против конца ряда светильников, то последний разделяется на две части или дополняется условным отрезком с последующим сложением или вычитанием освещенности (как пояснялось выше).

По графикам линейных изолюкс (рис. 7.28—7 36) для точки с координатами d' и l' определяется ε Вычисляется $\Sigma\varepsilon$ от ближайших рядов или их частей, освещающих точку С учетом коэффициента запаса $K_з$ и отраженной составляющей μ находится необходимая линейная плотность потока

$$\Phi' = \frac{1000 E K_з h_р}{\mu \Sigma \varepsilon} \qquad (7.13)$$

или

$$\Phi' = \frac{\Phi_л n}{l}, \qquad (7.14)$$

где Φ' — линейная плотность светового потока в линии; $\Phi_л$ — суммарный световой поток ламп в светильнике; n — число светильников; l — длина линии.

Длина линии l равна длине светильника $l_{св}$, умноженной на число светильников n, если светильники расположены вплотную друг к другу, если же светильники расположены в линию с разрывами, то длина линии

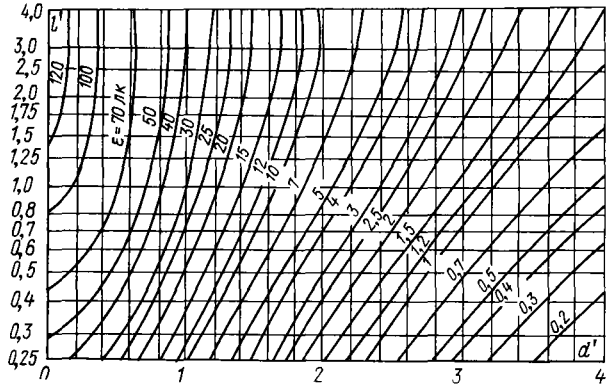


Рис 7 28 Линейные изолюксы для светильников с КСС типа Г-1

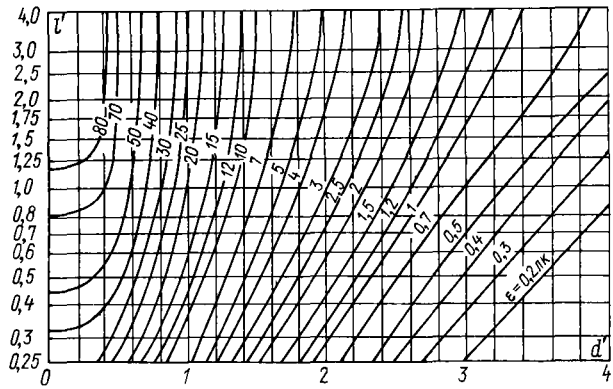


Рис 7 29 Линейные изолюксы для светильников с КСС типа Г-2

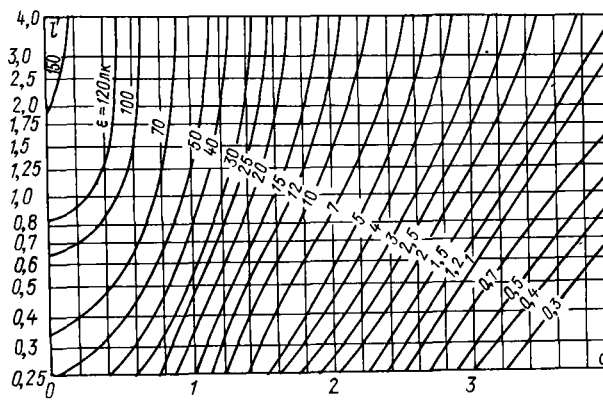


Рис 7 30 Линейные изолюксы для светильников с КСС типа Д-1

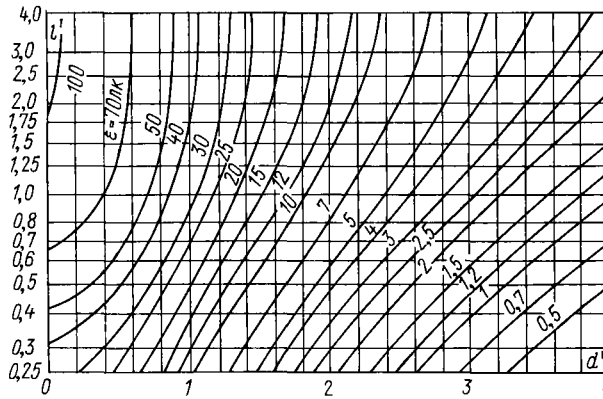


Рис 7 31 Линейные изолюксы для светильников с КСС типа Д-2

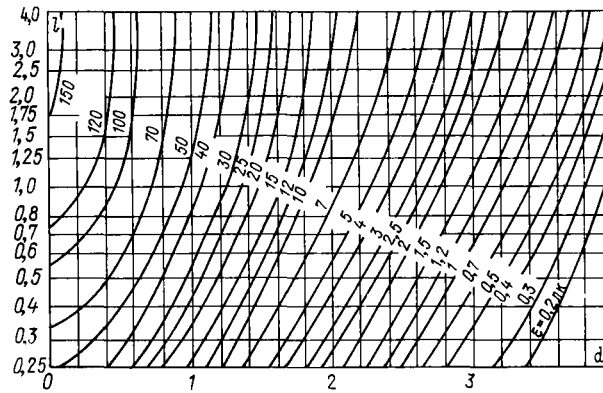


Рис 7 32 Линейные изолюксы для светильников с КСС типа М

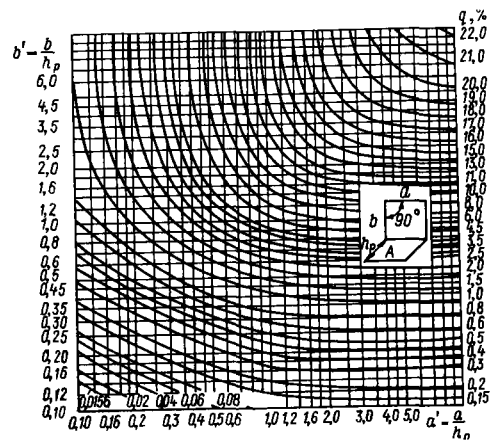


Рис. 7.33. Линейные изолюксы для светильников КСС типа Д

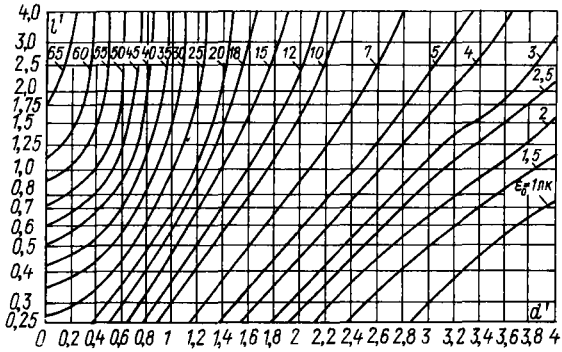


Рис 7 34 Линейные изолюксы условной горизонтальной освещенности ε_0

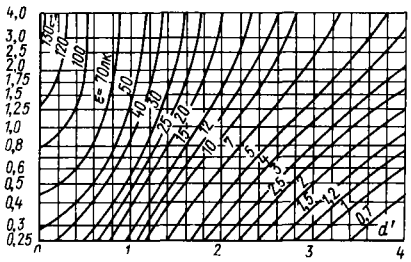


Рис 7 35 Линейные изолюксы для светильников ПВЛМ с двумя лампами ЛБР

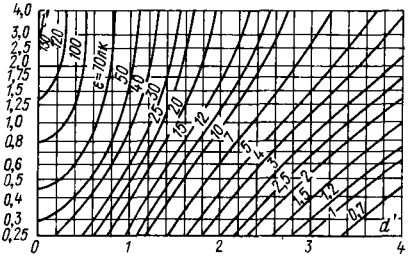


Рис 7 36 Линейные изолюксы для светильников ПВЛМ с одной лампой ЛБР

$$l=(l_л+\lambda)\,n, \qquad (7.15)$$

где λ — разрыв между светильниками; $l_л$ — длина лампы.

Линейная плотность светового потока при известных светильниках может быть вычислена по формулам:

$$\Phi'=\Phi_л/l_л, \qquad (7\,16)$$

если светильники расположены вплотную, и

$$\Phi'=\frac{\Phi_л}{l_л+\lambda}, \qquad (7.17)$$

если ряды с разрывами.

Умножением Φ' на длину каждого ряда светильников l находят полный поток ламп, установленных в нем, Ф; расстояние между центрами соседних светильников в ряду можно найти по формуле

$$l_с=\Phi/\Phi'. \qquad (7.18)$$

Если расстояние $l_с$ оказывается меньшим, чем длина светильника, то следует или применить светильники на большее число ламп, или установить сдвоенные светильники, или увеличить число рядов светильников.

Ряды светильников могут рассматриваться при расчете как непрерывные с равномерно распределенным по их длине потоком при условии, что разрыв между соседними светильниками не превышает 0,5 расчетной высоты. При больших разрывах условная освещенность ε от каждого светильника находится отдельно.

Контрольная точка, как и при светильниках с лампами накаливания, выбирается наихудшей в пределах фактического расположения рабочих мест, т. е. обычно между рядами. При длинных рядах светильников для предотвращения уменьшения освещенности у концов рядов следует либо продолжать ряды на длину $0{,}5\,h$ за пределы рабочих мест, либо на такой же длине у конца каждого ряда создать удвоенную плотность потока, либо по концам продольных рядов светильников установить еще по одному поперечному ряду При вы-

полнении одного из этих условий контрольные точки выбрать у середины рядов

Пример 7.5. Светильник серии ЛСО02 с двумя люминесцентными лампами типа ЛБ40 мощностью по 40 Вт расположены вплотную в один ряд параллельно расчетной плоскости на высоте $h_р=4$ м. Полная длина ряда 18 м, длина светильника $l_л=1{,}2$ м, интервалы между светильниками 1 м. Определить освещенность в точке A (рис 7.37) при коэффициенте запаса $K_з=1{,}5$.

Р е ш е н и е. 1. Определяются относительные параметры $d'=d/h_р=2/4=0{,}5$, $l'_1=l/h_р=4/4=1$; $l'_2=14/4=3{,}5$.

2. Определяется относительная освещенность в точке A от двух частей линии длиной 4 и 14 м (рис. 7.37), для этого по линейным изолюксам светильника (рис. 7.38) по значениям l'_1 и l'_2 находятся соответственно $\varepsilon_1=70$ лк и $\varepsilon_2=85$ лк.

3. Определяется линейная плотность светового потока в линии Φ'. Учитывая, что линия имеет разрывы, используем формулу (7.17).

$$\Phi'=\frac{\Phi_л}{l_л+\lambda}.$$

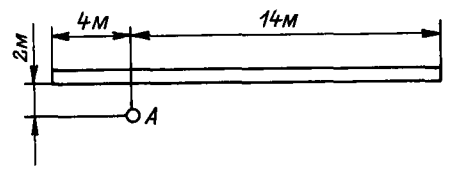


Рис 7 37 К примеру 7 5

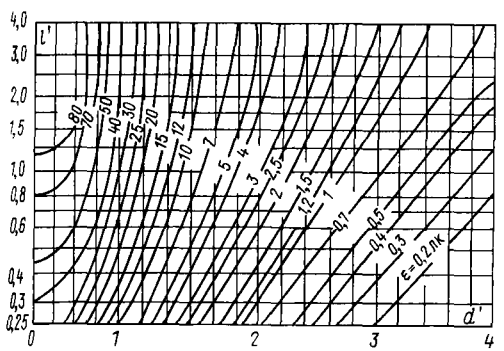


Рис 7 38 Линейные изолюксы светильника ЛСО02

Для ламп типа ЛБ световой поток $\Phi=3200$ лм, световой поток ламп в светильнике $\Phi_л=3200\times2=6400$. Линейная плотность потока в линии

$$\Phi'=6400/(1{,}2+1)=2900 \text{ лм/м}.$$

4. Для определения освещенности в расчетной точке уравнение (7.13) записывается относительно E:

$$E=\frac{\Phi'\mu\sum\varepsilon}{1000K_з h_р}=$$

$$=\frac{2900\cdot1{,}1\,(75+80)}{1000\cdot1{,}5\cdot4}\approx77{,}5 \text{ лк}.$$

Пример 7.6 [20]. Необходимо рассчитать осветительную установку, показанную на рис. 7.39, на наименьшую освещенность $E=300$ лк при $K_з=1{,}5$. Светильники ЛДР с лампами ЛБ, $h=4$ м.

Точка A освещается шестью «полурядами», отмеченными цифрами от *1* до *6*. Значения d, l, d', l' и определеиные графиком линейных изолюкс величины ε указаны ниже.

Полуряд	d	l	d'	l'	ε
1 и *2*	2,7	4	0,67	1	2×87
3	8,1	4	2,0	1	7
4 и *5*	2,7	23	0,67		2×115
6	8,1	23	2,0		14

$$\sum\varepsilon=425$$

Принимая $\mu=1{,}1$, находим плотность светового потока

$$\Phi'=\frac{1000\cdot300\cdot1{,}5\cdot4}{1{,}1\cdot425}=3850 \text{ лм}.$$

В каждом ряду полный поток ламп должен составить $3850\times27=104\,000$ лм, что соответствует $104\,000:(2\times3000)=17{,}33$. Принимаются 18 светильников 2×40 Вт, которые хорошо вписываются в ряд, заполняя его почти без разрывов

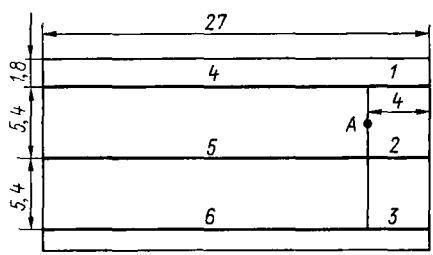


Рис 7 39 К примеру 7 6 (размеры — в метрах)

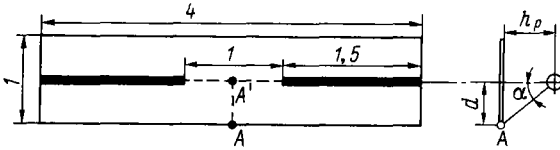


Рис 7 40 К примеру 7 7 (размеры — в метрах)

(при лампах большей мощности ряд имел бы разрывы).

Пример 7.7 [20]. Над рабочим столом на высоте $h_р = 1$ м установлены два светильника с известной кривой силы света (линейных изолюкс для этих светильников иет), расположенные, как показано на рис. 7.40, и снабженные лампами ЛБ 2×80 Вт ($Ф = 11\,040$ лм, $Ф' = \frac{Ф}{l} = \frac{11\,040}{1{,}54} = 7169$ лм/м).

Необходимо определить освещенность точки A, считая $K_з = 1{,}5$.

Решение. Предполагается, что каждый полуряд дополнен до точки A. Тогда $d' = d/h_р = 0{,}5$; $l' = l/(2h_р) = 2$ Используя график рис. 7.41, по шкале l' для $l' = 2$, двигаясь вверх параллельно оси $f(d', l')$, на пересечении с кривой $d' \leqslant 0{,}5$ находим $\alpha = 27°$, этой точке соответствует $f(d', l') = 0{,}4$. Но для добавленного отрезка по-прежнему $d' = 0{,}5$, а $l' = 0{,}5$, что соответствует $f(d', l') = 0{,}095$, значит, для фактически существующего участка $f(d', l') = 0{,}4 - 0{,}095 = 0{,}305$.

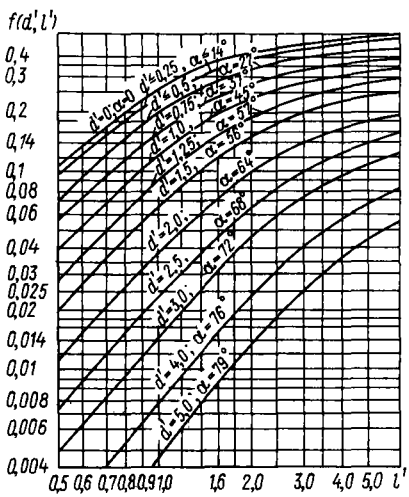


Рис. 7 41. Вспомогательный график для построения линейных изолюкс

Пусть по каталогу $I_{27} = 180$ кд (для суммарного потока ламп в светильнике 1000 лм); тогда

$$\sum\varepsilon = 2\varepsilon = 2 \cdot 180 \cdot 0{,}305 = 109{,}8$$

и искомая освещенность

$$E = \frac{Ф'\mu\sum\varepsilon}{1000 K_з h_р} = \frac{7169 \cdot 1{,}0 \cdot 109{,}8}{1000 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}0} \approx 525 \text{ лк}.$$

При отсутствии для данного светильника линейных изолюкс (но при известном светораспределении светильника) возможно определение ε по графику рис 7.41.

В этом случае, определив d' и l' по изложенной в примере 7.6 процедуре, определим α и $f(d', l')$; зная $\alpha = \operatorname{arctg} d'$, по КСС находим I_α и тогда

$$\varepsilon = f(d', l')\, I_\alpha.$$

В работе [8] предложен способ определения ε при отсутствии для данного светильника линейных изолюкс с помощью графиков (рис. 7.35), по которым определяется условная горизонтальная освещенность ε_0 для силы света 100 кд, а затем по значениям I_α и ε_0 находится

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \frac{I_\alpha}{100}.$$

Способ построения линейных изолюкс

Для построения линейных изолюкс используется поперечная кривая светораспределения светильника, отнесенная к суммарному потоку ламп 1000 лм, и кривые вспомогательной функции $f(d', l')$, приведениые на рис. 7.41. По оси абсцисс на нем отложена относительная длина светящей линии l', а по оси ординат — функция $f(d', l')$ [5]:

$$f(d', l') = 0{,}5\,[lN_{св}l_в/(l^2 + N_{св}^2 l_в^2) + \\ + \operatorname{arctg}(N_{св}l_в/l)]\cos^2\alpha, \qquad (7.19)$$

где l — длина линии; $N_{св}$ — число светильников; $l_в = l_л + \lambda$; $l_л$ — длина лампы; λ — разрыв между светильниками; α — см. на рис. 7.25.

Задаваясь значением l', из графика находим значение $f(d', l')$ и углы α, соответствующие разным d'. Относительная освещенность для заданных d' и l' определяется как

$$\varepsilon = (I_\alpha)_{1000} f(d', l'), \qquad (7.20)$$

где $(I_\alpha)_{1000}$ — сила света, определяемая по поперечной КСС светильника для соответствующего угла α.

7.5. РАСЧЕТ ОСВЕЩЕННОСТИ ОТ СВЕТЯЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАВНОМЕРНОЙ ЯРКОСТИ

Наиболее часто встречающиеся в практике задачи расчета освещенности от светящих поверхностей удовлетворительно решаются в предположении диффузно излучающей поверхности равной яркости Освещенность такого типа определяется зависимостью

$$E = qM, \qquad (7.21)$$

где M — светимость излучающей поверхности, лм/м^2; q — коэффициент освещенности.

На основании уравнения (7.21) построены номограммы Ратнера для определения освещенности на плоскости, параллельной и перпендикулярной светящей поверхности. По осям абсцисс и ординат номограммы отложены относительные размеры светящего прямоугольника $a' = a/h_р$ и $b' = b/h_р$ и построены кривые равных значений q.

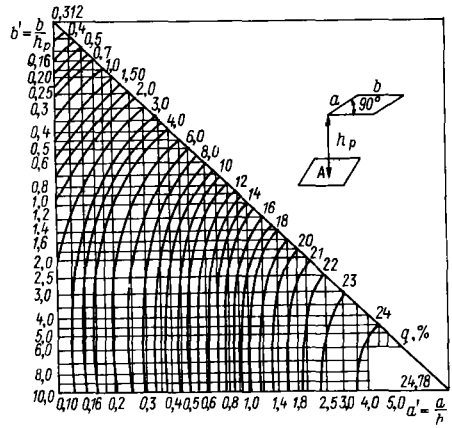


Рис 7 42 График для расчета освещенности от горизонтального диффузного прямоугольника

Графики на рис. 7.42 позволяют определить коэффициент освещениости от горизонтального диффузного светящего прямоугольника. Графики иа рис. 7.43 предназначены для определения коэффициента освещенности от светящих вертикальных диффузных прямоугольников.

Расчет освещенности с помощью приведенных номограмм допустим в случае, когда проекция вершины светящего прямоугольника совпадает с расчетной точкой (рис. 7.44); к этому случаю можно свести любой случай, встречающийся на практике. Светящий прямоугольник мо-

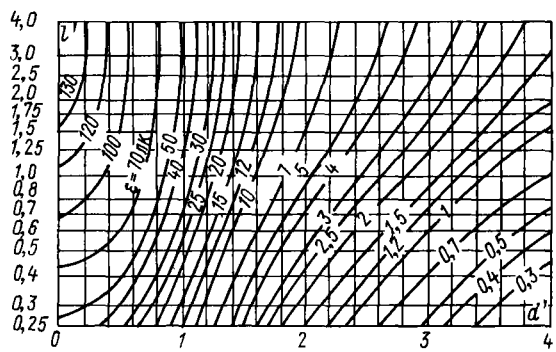


Рис 7 43 График для расчета освещенности от вертикального диффузного прямоугольника

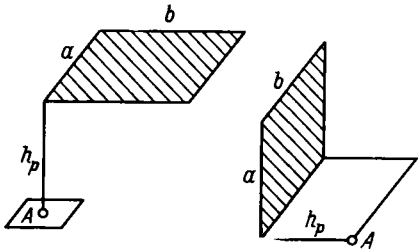


Рис 7 44 Горизонтальный и вертикальный диффузно излучающие прямоугольники

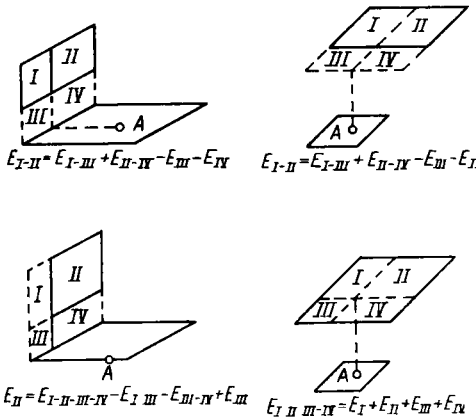


Рис 7 45 Варианты размещения светящих прямоугольников

жет быть разбит на отдельные прямоугольники, вершина которых совпадает с точкой расчета A (рис. 7.45). В этом случае при светящем прямоугольнике, расположенном, как показано на рис. 7.45, *а*, будет

$$q_{1234}=q_{2579}-q_{1578}-q_{4679}+q_{3678};$$

для ситуации, показанной на рис. 7.45, *б*,

$$q_{1234}=q_{1579}+q_{5298}+q_{7936}+q_{9864}.$$

Пример 7.8. Прямоугольное помещение площадью 20×40 м и высотой 4 м освещается светящей панелью, расположеннои в плоскости потока помещения. Размеры панели 8×16 м. Светимость панели 200 лм/м. Определить освещенность в центре помещения на уровне пола, принимая коэффициент запаса $K_з=1{,}5$.

Светящий прямоугольник разбивается на четыре части, чтобы проекция одной из вершин каждой из них совпала с расчетной точкой. Стороны получен-

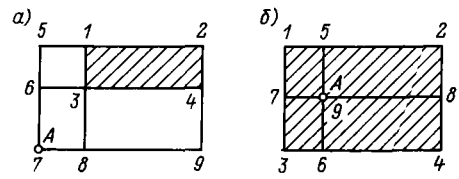


Рис 7 46 Схемы размещения светящих прямоугольников относительно расчетной точки

ных прямоугольников: $a=4$ м, $b=8$ м.

Относительные размеры сторон:

$$a'=a/h_p=4/4=1{,}0;$$

$$b'=b/h_p=8/4=2{,}0.$$

По номограмме рис. 7.42 находится значение q для одного такого прямоугольника: $q=16{,}5\%$.

Так как размеры всех четырех прямоугольников одинаковы, то освещенность в расчетной точке A будет

$$E=4qM/K_з=4\cdot 0{,}165\cdot 200/1{,}5\approx 88 \text{ лк}.$$

Схемы размещения светящих прямоугольников и модели приведения этих схем для расчетов по номограммам к различным случаям взаимного расположения расчетной точки (A) и светящих поверхностей приведены на рис. 7.46.

7.6. ОСВЕЩЕНИЕ НАКЛОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ОСВЕЩЕНИЕ НАКЛОНЕННЫМИ СВЕТИЛЬНИКАМИ

Освещенность точки A, находящейся на поверхности, расположенной под произвольным углом к направлению луча I_α от источника O (рис. 7.47), определяется по формуле

$$E_A=\frac{\left(\cos\theta\pm\dfrac{d}{h_p}\sin\theta\right)I_\alpha\cos^3\alpha}{h_p^2}, \quad (7.22)$$

где θ — угол наклона расчетной плоскости по отношению к плоскости, перпендикулярной оси симметрии светильника OO' (т. е. к горизонтальной плоскости); α — угол между направлением силы света к расчетной точке и осью симметрии светильника OO'; d — расстояние от расчетной точки до проекции оси светильника на плоскость, ей перпендику-

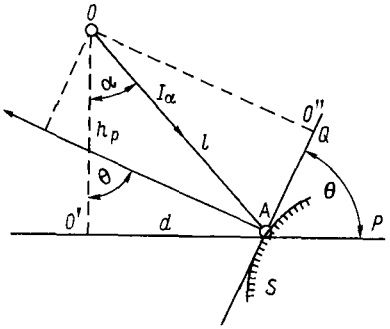


Рис 7 47 К расчету освещенности наклонных поверхностей

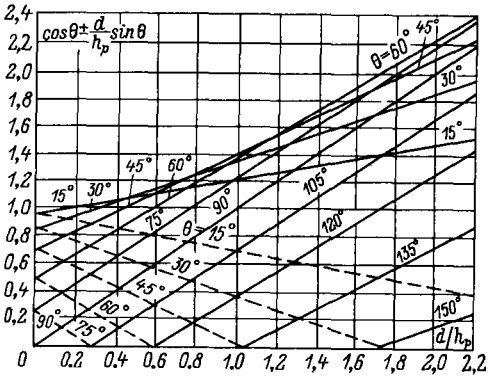


Рис 7 49 Номограмма для определения $f\,(d/h_p)$

лярную и проходящую через расчетную точку.

В формуле (7.22) выражение $\frac{I_\alpha \cos^3\alpha}{h_p^2}$ есть формула освещенности горизонтальных поверхностей: $\left(E_г = \frac{I_\alpha \cos^3\alpha}{h_p^2}\right)$, а учет наклона освещаемой поверхности на ее освещенность производится с помощью выражения $\cos\theta \pm \frac{d}{h_p}\sin\theta$. В ряде случаев, когда известна горизонтальная освещенность и необходимо только скорректировать ее с учетом наклона освещаемой поверхности, формулу (7.22) удобно представить в виде

$$E_A = \psi E_г, \qquad (7.23)$$

где ψ — коэффициент согласования.

В общем случае для произвольного

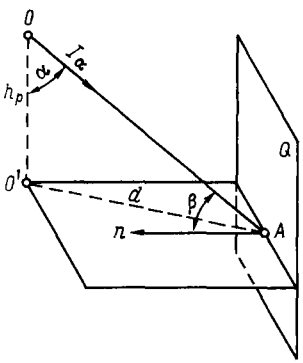


Рис 7 48 К расчету освещенности вертикальной плоскости

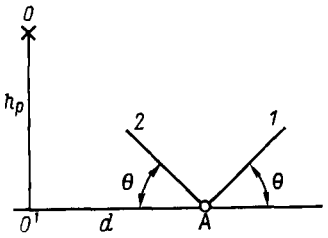


Рис. 7 50 Отсчет угла θ при расчете освещенности наклонной плоскости

наклона освещаемой поверхности $\psi = \cos\theta \pm \frac{d}{h_p}\sin\theta$. Для вертикальных поверхностей (ось симметрии светильника OO' параллельна расчетной плоскости — рис. 7.48) коэффициент согласования $\psi = d/h_p$.

Для упрощенных расчетов удобно пользоваться графиком зависимости

$$f(d/h) = \cos\theta \pm \frac{d}{h_p}\sin\theta,$$

приведенным на рис. 7.49. Определив значения d, h_p и θ, из графиков можем найти величину $\cos\theta + \frac{d}{h_p}\sin\theta$ (сплошные линии).

Отсчет θ производится от неосвещенной стороны наклонной поверхности Знак минус в формуле (7.22) и штриховые линии на графике рис. 7.49 относятся к случаю, когда из точки проекции

светильника на горизонтальную плоскость не видна освещенная сторона наклонной поверхности (положение *2* на рис. 7.50).

Расчет освещения от наклоненных светильников заменяется расчетом освещения наклонной поверхности.

7.7. УЧЕТ ОТРАЖЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

При расчете освещенности точечным методом, когда прямая и отраженная составляющие светового потока в расчетной точке соизмеримы (например, для светильников преимущественно рассеянного света, установленных в помещении с высокими отражающими свойствами поверхностей), необходим отдельный учет отраженной составляющей. В работе [20] такой учет предполагается вести следующим способом.

При равномерном освещении (или при небольшой локализации освещения) отраженную составляющую можно считать равномерно распределенной по площади. Для этого случая в расчетной точке

$$E=\frac{\Phi}{K_з}\left(\frac{\Sigma e}{1000}+\frac{U_р-U_ч}{S'}\right); \quad (7.24)$$

то же, решенное относительно Ф:

$$\Phi=\frac{EK_з}{\dfrac{\Sigma e}{1000}+\dfrac{U_р-U_ч}{S'}}. \quad (7.25)$$

Для локализованного освещения допускают, что прямая и отраженная составляющие распределены с одинаковой степенью неравномерности. В этом случае

$$E=\frac{\Phi\Sigma e}{1000K_з}\frac{U_р}{U_ч} \quad (7.26)$$

или

$$\Phi=\frac{1000EK_з}{\Sigma e}\frac{U_ч}{U_р}. \quad (7.27)$$

В формулах (7.24) — (7.27) приняты следующие обозначения: S' — площадь помещения, приходящаяся на один светильник; $\rho_п$, $\rho_с$, $\rho_р$ — коэффициенты отражения: потолка, стен, рабочей поверхности соответственно; $U_р$ — коэффициент использования при заданных $\rho_п$, $\rho_с$, $\rho_р$, $U_ч$ — коэффициент использования при том же индексе помещения, что и $U_р$, для «черного» помещения ($\rho_п=\rho_с=\rho_р=0$), $K_з$ — коэффициент запаса; Σe — сумма условных освещенностей от ближайших светильников, Ф — световой поток ламп; E — освещенность расчетной точки.

7.8. ОБЩИЙ СЛУЧАЙ РАСЧЕТОВ ОСВЕЩЕННОСТИ ОТ КРУГЛОСИММЕТРИЧНЫХ ТОЧЕЧНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ТОЧЕЧНЫМ МЕТОДОМ

Освещенность в рабочей точке для круглосимметричных точечных излучателей определяется зависимостью (2.16).

При произвольном относительном положении оси симметрии осветительного прибора и плоскости, в которой расположена расчетная точка, применяются различные формы записи зависимостей (7.22). В табл. 7 2 приведены схемы и формулы для расчета освещенности, создаваемой точечным круглосимметричным излучателем [7].

При расчете освещенности от точечных светящих элементов с симметричным светораспределением предполагается такая последовательность:

1. По отношению $d/h_р$ определяется $\operatorname{tg}\alpha$, а следовательно, угол α и $\cos^3\alpha$.

2. По кривой силы света для выбранного типа светильника и угла α определяется I_α

3. По формулам (7.22) и (7.23) рассчитывается освещенность в горизонтальной, вертикальной или наклонной плоскости.

При расчетах по этим формулам $h_р$ и θ заданы, d, c и b измеряются по масштабному плану.

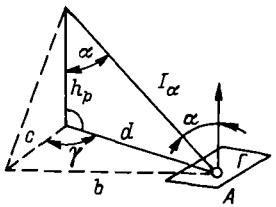
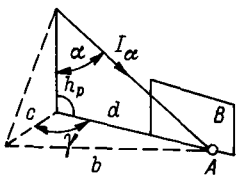
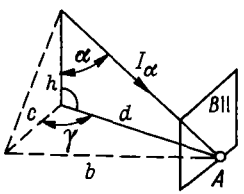
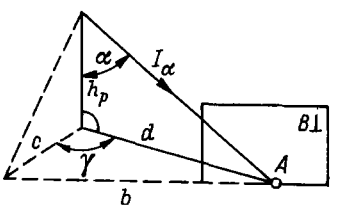
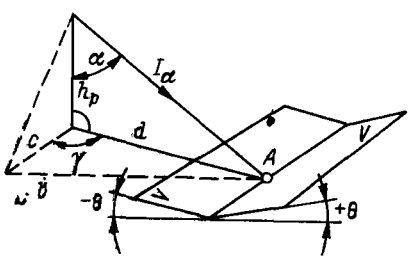
По известным $h_р$ и d находят угол α. Значеиие тригонометрических функций, входящих в уравнение (7.22), можно найти из табл. 2.4

КСС светильников и их аппроксимационные зависимости могут быть найдены по табл. 7.1.

Пример 7.8. Помещение площадью 100 м^2 высотой 5 м освещается четырьмя светильниками с лампами типа ДРЛ мощностью 400 Вт каждая ($\Phi_л=$

Таблица 7 2

Схемы и формулы к расчету освещенности, создаваемой точечным круглосимметричным излучателем для общего освещения общественных и жилых зданий

Расчетная схема	Формула освещенности
	$E_\Gamma = \frac{I_\alpha \cos^3\alpha}{h_p^2}$
	$E_B = \frac{I_\alpha \cos^2\alpha \sin\alpha}{h_p^2}$
	$E_{B\parallel} = \frac{I_\alpha \cos^2\alpha \sin\alpha \sin\gamma}{h_p^2}$
	$E_{B\perp} = \frac{I_\alpha \cos^2\alpha \sin\alpha \cos\gamma}{h_p^2}$
	$E_V = \frac{I_\alpha \cos^2\alpha}{h_p^2}\left(\cos\theta \pm \frac{d}{h_p}\sin\theta\right)$

Примечание. Функция $\cos\theta \pm \frac{d}{h_p}\sin\theta = \psi$ может быть найдена по рис 7 49

$=19\,000$ лм), имеющими кривую силы света $I_\alpha=f(\alpha)$ при условной лампе со световым потоком $\Phi_л=1000$ лм, заданную таблицей.

α °	I_α, кд	α, °	I_α кд
0	284	90	2
5	280	95	4
15	277	105	4
25	258	115	4
35	228	125	5
45	181	135	5
55	106	145	5
65	56	155	4
75	26	165	4
85	6	175	3
		180	3

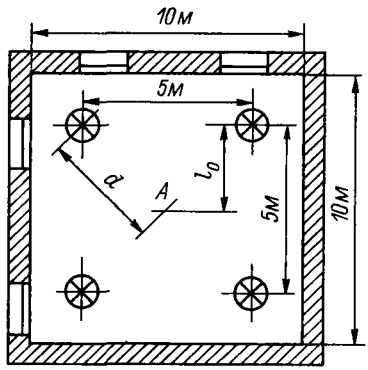


Рис 7 51 К примеру 7 8

Светильники располагаются по углам квадрата со стороной 5 м. Высота подвеса светильников $h_р=4{,}5$ м. Определить освещенность горизонтальной, вертикальной и наклонной (под углом $\theta=60°$) плоскостей, расположенных на пересечении диагоналей поля светильников (рис. 7.51). Расчет освещенности производят в такой последовательности:

1. Определяют

$$\operatorname{tg}\alpha=\frac{d}{h_р}=\frac{\sqrt{2{,}5^2+2{,}5^2}}{4{,}5}\approx 0{,}786.$$

2. Определяют α и $\cos^3\alpha$:

$$\alpha=37°,\quad \cos^3\alpha=0{,}49.$$

3. Определяют I_α. По табл. $I_\alpha=f(\alpha)$ находят силу света при $\alpha=38°$ для светильника с условной лампой $(I_\alpha)_{1000}=214$ кд (интерполяцией между значениями силы света для угла $\alpha=35°$ и $45°$); сила света при $\Phi_л=24\,000$ лк

$$I_\alpha=(I_\alpha)_{1000}\frac{\Phi_л}{1000}=$$
$$=214\cdot 24\,000/1000=5136 \text{ кд}$$

4. Рассчитывают освещенность в горизонтальной плоскости. Принимая коэффициент запаса $K_з=1{,}5$ для одного светильника, находим

$$E_г=I_\alpha\cos^3\alpha/(h_р^2K_з)=$$
$$=5136\cdot 0{,}49\,(4{,}5^2\cdot 1{,}5)\approx 82{,}6 \text{ лк}.$$

Так как каждый из четырех светильников создает в расчетной точке одинаковую освещенность, то суммарная освещенность

$$\Sigma E_г=4E_г=4\cdot 82{,}6=330{,}4 \text{ лк}.$$

5. Рассчитывают освещенность в вертикальной плоскости. Так как расчетная точка, лежащая в вертикальной плоскости, освещается эффективно только двумя светильниками, то освещенность вертикальной плоскости будет

$$E_в=2E_г d/h_р=$$
$$=2\cdot 82{,}6\cdot 2{,}5/4{,}5\approx 91{,}8 \text{ лк}.$$

6. Рассчитывают освещенность в наклонной плоскости:

$$E_A=2E_г\left(\cos\theta+\frac{d}{h_р}\sin\theta\right)=$$
$$=2\cdot 82{,}6\left(\cos 60°+\frac{2{,}5}{4{,}5}\sin 60°\right)=$$
$$=2\cdot 82{,}6\,(0{,}5+0{,}56\cdot 0{,}866)=162{,}7 \text{ лк}$$

Глава восьмая

РАСЧЕТ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСВЕЩЕНИЯ

8.1. ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ

К нормируемым характеристикам осветительных установок относятся: показатель ослепленности, показатель дискомфорта, цилиндрическая освещенность, коэффициент пульсации светового потока.

Регламентируемые нормами (см. гл. 3) качественные показатели являются функциями параметров осветительных установок: высоты подвеса светильников над рабочей поверхностью $h_{св}$; относительного расстояния между светильниками $l_y / h_{св}$ и $l_x / h_{св}$ (рис. 3 2, 3.3); их светораспределения, яркости, защитного угла и цветности излучения; габаритных размеров освещаемого помещения (длины, ширины и высоты); коэффициента отражения рабочей поверхности; схемы и порядка подключения светильников в различные фазы электрической сети.

Необходимо отметить имеющиеся в литературе данные, на базе которых разработаны методы расчета качественных характеристик осветительных установок.

Исследованию слепящего действия осветительных приборов, разработке критериев оценок и методов расчета показателей ослепленности посвящены работы [21—27]. Методы оценки слепящего действия осветительных установок по дискомфорту более или менее обстоятельно излагаются в работах [21, 28, 29, 30]. Методы расчета цилиндрической освещенности подробно изложены в работе [31], некоторому упрощению расчета цилиндрической освещенности посвящена работа [32]. Вопросы расчета коэффициента пульсации излагаются в работах [33—37]. Вопросы рационального размещения светильников с целью снижения неравномерности освещения приведены в работе [5]. Перечисленные выше работы не в полной мере отражают исследования, посвященные расчету качественных характеристик осветительных установок, но именно на них базируются методы расчета, изложенные в работах [5, 7, 18, 20] и приводимые ниже.

8.2. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЯ ОСЛЕПЛЕННОСТИ

Инженерный метод расчета показателя ослепленности и проверки соответствия рассчитанной осветительной установки требованиям норм заключается в использовании допустимых значений P.

Показатель ослепленности промышленных осветительных установок определяется по формуле

$$P = \frac{aK \cdot 10^3}{L_{рп}} \times \times \left\{ \sum_{i=1}^{n} [I_{\alpha i} \cos \theta_i / (l_i^2 \theta_i^2)]^{3/2} \right\}^{2/3}, \quad (8\,1)$$

где a — коэффициент, учитывающий спектр излучения источника света, равен 1,0 для ламп накаливания; 1,1 для ламп МГЛ, 1,6 для ДРЛ; 1,4 для ЛЛ типа ЛБ, ЛХБ, ЛТБ и ЛЕ; 1,7 для ламп ЛД и ЛДЦ,

K — коэффициент, учитывающий максимальную яркость светильника, принимаемую равной максимальной яркости источника света; $K = 9{,}46$ для ламп накаливания и ДРИ; $K = 3 \lg L_л - 8{,}54$ для ламп ДР и ЛЛ ($L_л$ — максимальная яркость лампы); $K = 6{,}46$ для ДРЛ независимо от мощности; для ЛЛ коэффициент K может быть рассчитан исходя из следующих соображений: для лампы ЛБ40 $L_л = 8220$ кд/м^2, для остальных ламп 40 Вт яркость изменяется прямо пропорционально их световым потокам относительно лампы ЛБ40, так же как и для любых ламп 65 и 80 Вт — прямо пропорционально их световым потокам относительно лампы ЛБ80, для которой $L_л = 10\,970$ кд/м^2;

$L_{рп}$ — яркость равномерно диффузно отражающей рабочей поверхности, определяемая по формуле

$$L_{рп} = \rho E / \pi \qquad (8.2)$$

(здесь E — освещенность, создаваемая светильниками общего освещения в расчетной точке на уровне 0,8 м от пола, без учета отражающих световых потоков, кд/м^2; ρ — коэффициент отражения рабочей поверхности),

$I_{\alpha i}$ — сила света i-го светильника по направлению к глазу наблюдателя; θ_i — угол действия i-го блеского источника, ...°; l_i — расстояние i-го блеского источника от глаза наблюдателя, м.

При определении P по формуле (8 1) выражение в фигурных скобках (пропорциональное яркости вуалирующей пелены) рассчитывается от каждого светильника, находящегося в поле зрения в пределах угла $\theta = 0 \div 50°$, а затем суммируется в соответствии с формулой (8 1).

Для определения соответствия ОУ производственного помещения требованиям норм по ограничению ослепленности предложен инженерный метод, приведенный в работе [5].

Суть метода заключается в следующем. Светильники классифицированы и сгруппированы по совокупности их светотехнических параметров. Каждой группе светильников присвоен номер (табл. 8.1) Для каждой группы светильников установлено максимальное допустимое отношение $l_{св} / h_р$ ($l_{св}$ — расстояние между светильниками) в зависимости от показателя ослепленности P, разряда и подразряда работ по СНиП II-4-79 и от высоты подвеса светильников над рабочей поверхностью $h_р$. Для светильников с ЛЛ отношение $l_{св} / h_р$ зависит также от мощности ламп (табл. 8 2—8 5)

Таблица 8 1

Классификация светильников по светотехническим параметрам

Номер группы	Тип КСС (по ГОСТ 17677—82)	Защитный угол, °, не менее, в плоскости	
		поперечной	продольной
	Светильники с люминесцентными лампами		
1	К, Г-2	30	—
2	Д-1	15	—
3	Д-1	15	15
4	Д	30*	30
5	Д-1, Д-2	90*	90*
6	Д-1	15*	15
7	Д-1	15*	15
8	Л	30	30
	Светильники с лампами накаливания ДРЛ и ДРИ		
11	К	30	30
12	К	15	15
13	Г-1	30	30
14	Г-1	15	15
15	Г-2	30	30
16	Д-2, Г-1	15	15
17	Л	30	30
18	Л	15	15
19	М (с молочным рассеивателем)	90*	90*
	Лампы-светильники		
21	К	15	15
22	К	—	—
23	Г	—	—
24	Д	—	—

* Условный защитный угол

Таблица 8 2

Максимальное допустимое отношение $l_{св}/h_р$ для ОУ с ЛЛ типа ЛБ, ЛХБ, ЛТБ и ЛЕ

Номер группы по табл 8 1	$h_р$, м	Максимальное допустимое значение $l_{св}/h_р$														
		$P=20$						$P=40$						$P=60$		
		Разряд зрительной работы по СНиП II 4 79														
		Ia, IIa			Iб, в, г IIб, в, г			IIIa, IVa, Va			IIIб, в, г IVб, в, г Vб, в, г			VI, VIIIa		
		Мощность лампы, Вт														
		40	65	150	40	65	150	40	65	150	40	65	150	40	65	150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1,7	—	—	—	0,9	0,8	—	0,8	—	—	+	1,2	1,1	1,1	1,0	0,8
	2,4	—	—	—	+	1,1	1,0	1,1	—	—	+	+	+	+	+	1,2
	2,8	—	—	—	+	+	1,2	1,2	0,8	—	+	+	+	+	+	+
	3,4	—	—	—	+	+	+	+	1,2	—	+	+	+	+	+	+
	4,0	—	—	—	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+
	4,8	0,9	—	—	+	+	+	+	+	1,0	+	+	+	+	+	+
	5,2	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	5,8	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	6,4	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	7,6	+	0,9	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	8,8	+	1,2	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	10,0	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	12,0	+	+	1,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	2,4	—	—	—	1,1	0,8	—	—	—	—	+	+	1,3	1,6	1,4	—
	2,8	—	—	—	1,8	1,3	—	—	—	—	+	+	1,5	+	1,7	0,9
	3,4	—	—	—	+	1,8	—	—	—	—	+	+	+	+	+	0,9
	4,0	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	+	0,9
	4,8	—	—	—	+	+	0,7	0,7	—	—	+	+	+	+	+	0,9
	5,2	—	—	—	+	+	+	0,8	—	—	+	+	+	+	+	1,1
	5,8	—	—	—	+	+	+	1,0	—	—	+	+	+	+	+	1,3
	6,4	—	—	—	+	+	+	1,2	0,7	—	+	+	+	+	+	+
	7,6	—	—	—	+	+	+	+	0,8	—	+	+	+	+	+	+
	8,8	—	—	—	+	+	+	+	1,1	—	+	+	+	+	+	+
	10,0	—	—	—	+	+	+	+	1,3	—	+	+	+	+	+	+
	12,0	—	—	—	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+
3	1,7	—	—	—	1,0	0,8	—	—	—	—	+	+	+	1,4	1,2	—
	2,4	—	—	—	1,4	1,3	—	1,0	0,7	—	+	+	+	1,7	1,4	1,1
	2,8	—	—	—	1,7	1,6	—	1,3	0,9	—	+	+	+	+	1,7	1,3
	3,4	—	—	—	+	+	+	1,5	1,1	—	+	+	+	+	+	1,5
	4,0	—	—	—	+	+	+	+	1,4	—	+	+	+	+	+	1,6
	4,8	—	—	—	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+
4	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,3	0,9	—	0,7	—	—
	2,4	—	—	—	1,0	0,8	—	—	—	—	1,7	1,5	1,3	1,3	1,1	0,7
	2,8	—	—	—	1,6	1,4	0,7	1,0	0,7	—	+	+	+	+	1,6	1,1
	3,4	—	—	—	+	1,6	1,1	1,3	1,0	0,7	+	+	+	+	+	+
	4,0	0,7	—	—	+	+	+	+	1,3	0,9	+	+	+	+	+	+
	4,8	1,2	1,0	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	5,2	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	1,7	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	1,4	1,2	0,7	0,9	—	—
	2,4	—	—	—	1,4	0,9	—	0,7	—	—	+	+	1,3	1,4	1,3	1,0
	2,8	—	—	—	1,6	0,2	1,1	1,3	1,0	0,7	+	+	+	+	+	1,3
	3,4	—	—	—	+	1,3	1,3	1,5	1,2	1,0	+	+	+	+	+	1,7

Окончание табл 8 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	4,0	0,7	—	—	+	1,5	+	+	+	1,2	+	+	+	+	+	+
	4,8	0,8	0,6	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	5,2	1,0	0,7	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	5,8	1,2	0,9	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	6,4	1,5	1,1	0,7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	7,6	+	1,3	1,0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	8,8	+	+	1,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	2,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1	0,7	—	—	—	—
	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,4	1,1	—	0,7	—	—
	4,0	—	—	—	1,0	0,7	—	—	—	—	1,7	1,5	—	1,2	0,9	—
	4,8	—	—	—	+	1,5	—	—	—	—	+	+	+	+	+	—
	5,2	—	—	—	+	+	0,7	—	—	—	+	+	+	+	+	—
	6,4	—	—	—	+	+	1,0	—	—	—	+	+	+	+	+	—
	7,6	—	—	—	+	+	1,3	—	—	—	+	+	+	+	+	0,7
	8,8	—	—	—	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+
7	2,4	—	—	—	1,0	0,7	—	—	—	—	1,7	1,4	1,1	1,3	0,9	—
	2,8	—	—	—	1,1	0,8	—	—	—	—	+	1,7	1,4	1,7	1,1	—
	3,4	—	—	—	1,3	0,9	—	—	—	—	+	+	1,6	+	1,5	—
	4,0	—	—	—	+	1,2	—	—	—	—	+	+	1,7	+	1,7	—
	4,8	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	+	—
	5,2	—	—	—	+	+	0,7	—	—	—	+	+	+	+	+	0,9
	5,8	—	—	—	+	+	1,0	—	—	—	+	+	+	+	+	1,0
	6,4	—	—	—	+	+	1,2	—	—	—	+	+	+	+	+	1,1
	7,6	—	—	—	+	+	1,6	—	—	—	+	+	+	+	+	1,2
	8,8	—	—	—	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	1,6
8	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1	1,0	—	—	—	—
	2,4	—	—	—	1,1	1,1	—	1,0	—	—	1,5	1,4	1,2	1,3	1,1	1,0
	2,8	—	—	—	1,3	1,1	1,0	1,1	1,0	—	1,6	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2
	3,4	—	—	—	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	+	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3
	4,8	1,1	1,0	—	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	+	+	1,7	1,7	1,6	1,5
	5,8	1,2	1,1	1,0	+	1,6	1,5	1,5	1,3	1,2	+	+	+	+	1,7	1,6
	6,4	1,3	1,1	1,0	+	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	+	+	+	+	+	1,6
	7,6	1,4	1,2	1,1	+	+	1,7	1,6	1,5	1,3	+	+	+	+	+	1,7
	8,8	1,5	1,3	1,2	+	+	+	1,6	1,5	1,4	+	+	+	+	+	+

Примечание Знак «—» означает, что применение светильников данной группы не допускается, а знак «+» — что допускается при любых значениях $l_{св}/h_р$

Предлагаемый метод основан на следующих допущениях: линия зрения работающих в рабочем положении (сидя или стоя) направлена горизонтально или ниже горизонта; используются типовые КСС по ГОСТ 17677—82; отношение $l_{св}/h_р$ указывается для такого направления линии зрения, при котором показатель ослепленности P наибольший; при расчете яркости рабочей поверхности не учитывается отраженный световой поток, для подразрядов зрительных работ «б»—«г» по СНиП II-4-79 принят коэффициент отражения рабочей поверхности $\rho = 0{,}2$; не учтено соотношение сторон освещаемого помещения; для осветительных установок со светильниками с ЛЛ при разрядах работ I и II предполагалось, что для создания нормируемой освещенности необходимы сплошные линии светильников, а при работах разрядов III и VIII — линии с разрывами (в расчетах принято $l_{св}/h_р = 0{,}5$); значения $l_{св}/h_р$ в табл. 8.2—8.5 приведены для квадратных полей расположения световых точек, при их расположении

Таблица 8 3

Максимальное допустимое отношение $l_{св}/h_р$ для ОУ с ЛЛ типа ЛД и ЛДЦ

Номер группы по табл 8 1	$h_р$, м	Максимальное допустимое значение $l_{св}/h_р$							
		$P=20$				$P=40$			
		Разряд зрительной работы по СНиП II 4 79							
		Мощность лампы, Вт							
		40	65	40	65	40	65	40	65
1	1,7	—	—	0,8	—	—	—	1,2	2,0
	2,4	—	—	1,1	—	—	—	+	+
	2,8	—	—	+	0,9	0,8	—	+	+
	3,4	—	—	+	+	1,2	—	+	+
	4,8	—	—	+	+	+	—	+	+
	5,8	—	—	+	+	+	1,0	+	+
	6,4	—	—	+	+	+	+	+	+
	7,6	0,9	—	+	+	+	+	+	+
	8,8	1,2	—	+	+	+	+	+	+
	10,0	+	—	+	+	+	+	+	+
	12,0	+	0,8	+	+	+	+	+	+
2	2,4	—	—	—	—	—	—	1,7	1,2
	2,8	—	—	—	—	—	—	+	—
	3,4	—	—	1,0	—	—	—	+	+
	4,0	—	—	1,1	—	—	—	+	+
	4,8	—	—	1,2	—	—	—	+	+
	5,2	—	—	1,5	0,7	—	—	+	+
	5,8	—	—	1,7	0,8	—	—	+	+
	6,4	—	—	+	1,1	—	—	+	+
	7,6	—	—	+	+	—	—	+	+
3	1,7	—	—	—	—	—	—	1,4	1,3
	2,4	—	—	0,9	0,7	—	—	1,7	1,5
	2,8	—	—	1,3	1,0	—	—	+	+
	3,4	—	—	1,4	1,3	—	—	+	+
	4,0	—	—	+	+	—	—	+	+
	4,8	—	—	+	+	—	—	+	+
4	1,7	—	—	—	—	—	—	0,7	—
	2,4	—	—	—	—	—	—	1,4	1,1
	2,8	—	—	1,0	0,7	—	—	+	1,7
	3,4	—	—	1,3	1,1	0,7	—	+	+
	4,0	—	—	1,7	1,5	1,0	0,7	+	+
	4,8	—	—	+	+	1,2	1,1	+	+
	5,2	—	—	+	+	1,5	1,3	+	+
	5,8	—	—	+	+	+	1,5	+	+
	6,4	—	—	+	+	+	+	+	+
5	1,7	—	—	0,8	—	0,8	—	1,6	1,2
	2,4	—	—	1,3	1,1	1,3	1,0	+	1,6
	2,8	—	—	1,6	1,4	1,3	1,1	+	+
	3,4	—	—	+	1,6	1,4	1,2	+	+
	4,0	—	—	+	+	1,4	1,3	+	+
	4,8	—	—	+	+	1,5	1,4	+	+
	5,8	—	—	+	+	1,5	1,4	+	+
	6,4	0,7	0,7	+	+	1,6	1,5	+	+
	7,6	0,9	0,8	+	+	+	1,5	+	+
	8,8	1,1	1,0	+	+	+	1,6	+	+
	10,0	1,3	1,2	+	+	+	+	+	+

Окончание табл 8 3

Номер группы по табл 8 1	$h_р$, м	Максимальное допустимое значение $l_{св}/h_р$							
		$P=20$				$P=40$			
		Разряд зрительной работы по СНиП II 4 79							
		Мощность лампы, Вт							
		40	65	40	65	40	65	40	65
6	2,8	—	—	—	—	—	—	—	—
	3,4	—	—	—	—	—	—	0,7	—
	4,0	—	—	0,6	—	—	—	1,4	0,9
	4,8	—	—	1,1	0,7	—	—	+	1,6
	5,2	—	—	1,6	1,1	—	—	+	+
	5,8	—	—	+	1,7	0,7	—	+	+
	6,4	—	—	+	+	0,9	0,7	+	+
	7,6	0,7	—	+	+	1,1	0,9	+	+
	8,8	0,9	0,7	+	+	1,3	1,1	+	+
	10,0	1,1	0,9	+	+	1,5	1,2	+	+
7	2,4	—	—	—	—	—	—	+	1,3
	2,8	—	—	—	—	—	—	+	1,5
	3,4	—	—	—	—	—	—	+	1,6
	4,0	—	—	0,7	—	0,7	—	+	+
	4,8	—	—	0,8	—	1,2	0,7	+	+
	5,2	—	—	1,0	—	1,3	0,9	+	+
	5,8	—	—	1,2	0,7	1,4	1,1	+	+
	6,4	0,7	—	1,6	1,0	1,6	1,5	+	+
	7,6	0,9	0,7	+	1,3	+	+	+	+
	8,8	1,0	0,8	+	+	+	+	+	+
	10,0	1,2	1,0	+	+	+	+	+	+
8	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—
	2,4	—	—	1,0	—	—	—	1,3	1,2
	2,8	—	—	1,1	1,0	—	—	1,4	1,3
	3,4	—	—	1,2	1,2	1,0	—	1,5	1,4
	4,8	—	—	1,5	1,3	1,2	1,1	1,7	1,6
	5,8	—	—	1,6	1,4	1,3	1,1	+	1,7
	6,4	—	—	1,6	1,5	1,3	1,2	+	+
	7,6	—	—	1,7	1,6	1,4	1,3	+	+
	8,8	—	—	+	+	1,4	1,3	+	+

Примечание Знак «—» означает, что применение светильников данной группы не допускается, а знак «+» — что допускается при любых значениях $l_{св}/h_р$

в виде прямоугольных и ромбических полей $l_{св}=\sqrt{l_x l_y}$, где l_x и l_y — расстояние между светильниками соответственно по длине и ширине помещения.

Показатель ослепленности нет необходимости рассчитывать в следующих случаях [5]: при $P=80$ все светильники при любом $l_{св}/h_р$ удовлетворяют требованиям норм по ограничению ослепленности, если $h_р \geqslant 2{,}5$ м, светильники с люминесцентными лампами групп 4 и 8 при расположении вдоль линии зрения удовлетворяют требованиям норм по ограниченню ослепленности при любых значениях P, $h_р$ и $l_{св}/h_р$

Порядок расчета показателя ослепленности

1 Для данного светильника определяется тип кривой силы света и защитный угол (см. гл. 5 и табл П.2); затем по табл 8.1 определяется номер группы светильника

2. По табл 8.2—8.5 для данной группы светильников определяются максимальные допустимые по слепящему действию значения $l_{св}/h_р$ с учетом разряда

Таблица 8 4

Максимальное допустимое отношение $l_{св}/h_р$ для ОУ с лампами типа ДРЛ

Номер группы по табл 8 1	$h_р$, м	Максимальное допустимое значение $l_{св}/h_р$				
		$P=20$		$P=40$		$P=60$
		Разряд зрительной работы по СНиП II 4 79				
		Ia IIa	Iб, в, г, IIб, в, г	IIIa, IVa, Va	IIIб, в, г, IVб, в, г, Vб, в, г	VI VIIIa
12	1,7	0,7	+	+	+	+
	2,4	0,8	+	+	+	+
	3,4—10	1,0	+	+	+	+
	12,0	+	+	+	+	+
14	1,7	0,6	1,1	1,1	+	+
	2,4	0,7	1,2	1,2	+	+
	3,4	0,9	1,3	1,3	+	+
	4,8—10	1,0	+	+	+	+
	12,0	+	+	+	+	+
16	1,7	—	1,0	1,0	+	1,4
	2,4	—	1,1	1,0	+	1,5
	3,4	0,7	1,3	1,3	+	+
	4,8	0,7	1,3	1,3	+	+
	6,4	0,8	1,4	1,4	+	+
	7,6	1,0	+	+	+	+
	8,8	1,2	+	+	+	+
	10,0	+	+	+	+	+
18	1,7	—	—	—	1,5	1,2
	2,4	—	0,9	0,9	1,7	1,4
	3,4	—	1,1	1,1	1,9	1,6
	4,0	—	1,1	1,1	+	1,6
	4,8	—	1,2	1,2	+	1,6
	5,8	—	1,2	1,2	+	1,7

Примечание Знак «—» означает, что применение светильников данной группы не допускается, а знак «+» — что допускается при любых значениях $l_{св}/h_р$

и подразряда зрительной работы (см. гл. 3 и СНиП II-4-79) и высоты установки светильнников над рабочей поверхностью. Прн этом необходимо учитывать следующее:

а) значения $l_{св}/h_р$ в табл. 8.2—8 5 указаны для нормируемых показателей ослепленности P, равных 20, 40, 60;

б) при установке светильников на высоте, не указанной в табл. 8.2—8.5, допустимое значение $l_{св}/h_р$ может быть найдено линейной интерполяцией

Для наружного освещенns показатель ослепленности P рассчнтывается по формуле [40]

$$P = aC_L \cdot 570 \frac{\beta_\Sigma}{K_з L_н}, \qquad (8\,3)$$

где a — коэффициент неэквивалентности, $a=1$ в установках с лампами накаливания, $a=1{,}3$ — с лампами ДРЛ; $a=1{,}1$ — с лампами ДРИ, $a=0{,}9$ — с лампами ДНаТ; C_L — коэффицнент, зависящий от яркости фона $L_н$, определяется по графику рис. 8.1; β_Σ — суммарная яркость вуалирующей пелены, кд/м^2; $K_з$ — коэффнциент запаса установки; $L_н$ — нормирующая средняя яркость установки, кд/м^2

Для наружных установок величина β_Σ определяется как суммарная яркость

Таблица 8 5

Максимальное допустимое отношение $l_{св}/h_р$ для ОУ с ЛН и ДРИ

Номер группы по табл 8 1	$h_р$, м	Максимальное допустимое значение $l_{св}/h_р$				
		$P=20$		$P=40$		$P=60$
		Разряд зрительной работы по СНиП II-4-79				
		Ia, IIa	Iб, в, г, IIб, в, г	IIIa, IVa, Va	IIIб, в, г, IVб, в, г, Vб, в, г	VI, VIIIa
11	1,7	+	+	+	+	+
12	1,7	0,6	+	+	+	+
	2,4	0,7	+	+	+	+
	3,4	0,8	+	+	+	+
	4,0	0,8	+	+	+	+
	4,8	0,8	+	+	+	+
	5,2	0,9	+	+	+	+
	7,6	0,9	+	+	+	+
	8,8	0,9	+	+	+	+
	10,0	+	+	+	+	+
13	1,7	0,8	1,2	1,2	+	+
	2,4	0,9	1,3	1,3	+	+
	3,4	1,0	1,3	1,3	+	+
	4,8	1,0	1,4	1,4	+	+
	7,4	1,0	1,4	1,4	+	+
	7,6	1,0	1,5	1,5	+	+
	8,8	1,1	+	+	+	+
	10,0	+	+	+	+	+
14	1,7	0,5	1,1	1,1	+	1,4
	2,4	0,6	1,2	1,2	+	1,5
	3,4	0,7	1,3	1,3	+	+
	4,8	0,8	1,3	1,3	+	+
	6,4	0,8	1,3	1,3	+	+
	7,6	0,9	1,4	1,4	+	+
	8,8	0,9	1,4	1,4	+	+
	10,0	+	+	+	+	+
15	1,7	—	1,0	1,0	+	+
	2,4	—	1,2	1,2	+	+
	2,8	—	1,2	1,2	+	+
	3,4	—	1,2	1,3	+	+
	5,2	—	1,3	1,3	+	+
	6,4	—	1,3	1,3	+	+
	7,6	—	1,3	1,3	+	+
	8,8	—	1,4	1,4	+	+
	10,0	—	1,4	1,4	+	+
16	1,7	—	—	—	+	1,1
	2,4	—	—	—	+	1,2
	3,4	—	0,8	0,8	+	1,2
	5,2	—	0,9	0,9	+	1,3
	6,4	—	0,9	0,9	+	1,4
	7,6	—	0,9	0,9	+	1,4
	8,8	—	1,0	1,0	+	1,4

Окончание табл 8.5

Номер группы по табл 8 1	$h_р$, м	Максимальное допустимое значение $l_{св}/h_р$				
		$P=20$		$P=40$		$P=60$
		Разряд зрительной работы по СНиП II 4 79				
		Iа, IIа	Iб, в, г, IIб, в, г	IIIа, IVа Va	IIIб, в, г, IVб, в, г, Vб, в, г	VI, VIIIа
17	1,7	—	1,0	1,0	+	+
	2,4	—	1,2	1,2	+	+
	2,8	—	1,2	1,2	+	+
	3,4	—	1,2	1,2	+	+
	4,8	—	1,3	1,3	+	+
	5,8	—	1,3	1,3	+	+
	6,4	—	1,3	1,3	+	+
19 *	1,7	—	1,5	1,5	+	+
	2,4	0,7	1,6	1,6	+	+
	2,8	0,9	1,8	1,8	+	+
	3,4	1,1	2,0	2,0	+	+
	4,0	1,2	+	+	+	+
	4,8	1,3	+	+	+	+
19**	1,7	—	1,0	1,0	+	1,6
	2,4	—	1,1	1,1	+	1,7
	3,4	0,7	1,2	1,2	+	2,0
	4,8	0,9	1,5	1,5	+	2,4
	5,8	1,0	1,8	1,8	+	2,6
	6,4	1,1	+	+	+	+
21	1,7	0,5	0,9	0,9	+	+
	2,4	0,6	1,0	1,0	+	+
	2,8	0,6	1,1	1,1	+	+
	3,4	0,6	1,1	1,1	+	+
	4,0	0,6	1,1	1,1	+	+
	4,8—12,0	0,7	1,2	1,2	+	+
22	1,7	+	+	+	+	+
23	1,7	0,9	+	+	+	+
	2,4	1,0	+	+	+	+
	2,8	1,1	+	+	+	+
	3,4	1,1	+	+	+	+
	4,0	1,1	+	+	+	+
	4,8	1,2	+	+	+	+

* Лампы накаливания мощностью 60—100 Вт

** Лампы накаливания мощностью 200 Вт

Примечание Знак «—» означает, что применение светильника данной группы не допускается, а знак «+» — что допускается при любых значениях $l_{св}/h_р$

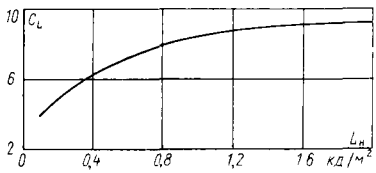


Рис 8 1 График зависимости коэффициента C_l от яркости фона $L_н$ для расчета показателя ослепленности P

вуалирующей пелены, создаваемая всеми светильниками, находящимися в поле зрения.

$$\beta_\Sigma = \sum_{i=1}^{M} \beta_i, \qquad (8\,4)$$

где β_i — яркость вуалирующей пелены, создаваемая i-м рядом светильников, кд/м², M — число рядов светильников

Величина β_i определяется от каждого ряда светильников для положения наблюдателя, находящегося на продольной линии посредине проезжей части данного направления движения:

$$\beta_i = \frac{m}{3300\,[(H-h)^2+\Delta b_i^2]}\,[0{,}88\,(I_{75^\circ})_i + 0{,}82\,(I_{80^\circ})_i + 2{,}1\,(I_{85^\circ})_i + 1{,}55\,(I_{90^\circ})_i], \qquad (8\,5)$$

где m — число светильников опоры, относящихся к i-му ряду; H — высота глаз наблюдателя над уровнем проезжей части, принимаемая равной 1,5 м, Δb_i — расстояние между линией i-го ряда светильников и средней продольной линией проезжей части данного направления движения, м, $(I_{75^\circ})_i$, $(I_{80^\circ})_i$, $(I_{85^\circ})_i$, $(I_{90^\circ})_i$ — сила света светильников i-го ряда, кд, в плоскости $\beta = 90^\circ$, под углом α соответственно равным 75°, 80°, 85° и 90°

В случае произвольного размещения блеских источников яркость вуалирующей пелены определяется для каждого из источников неравенством $L_{ист} \geqslant 10^6$ кд/м² и затем суммируется по всем блеским источникам:

$$\beta = 9{,}46\,\frac{I_{\alpha\beta}\cos\theta}{l^2\theta^2}, \qquad (8\,6)$$

где $I_{\alpha\beta}$ — сила света блеского источника по направлению к глазу наблюдателя, кд; θ — угол действия блеского источника, ...°, l — расстояние от блеского источника до глаза наблюдателя, м.

При использовании для наружного освещения прожекторов или светильников с большим усилением света ограничение их слепящего действия регламентируется отношением осевой силы света I_{max}, кд, к квадрату высоты установки этих приборов h, м В зависимости от нормируемой миннмальной освещенности I_{max}/h^2 не должно превышать значений, приведенных в СНиП [5]

Для одинакового направления осевой силы света нескольких светильников значение I_{max}/h^2 необходимо разделить на их число.

Если определенные показатели слепящего действия и равномерности распределения освещенности (или яркости) оказались недопустимо большнми, расчеты всех нормируемых показателей повторяют при увеличенной высоте размещения светильников

8.3. ПОКАЗАТЕЛЬ ДИСКОМФОРТА

Для расчета показателя дискомфорта M в осветительной установке, оснащенной светильниками, разработан табличный инженерный метод

Проверка ОУ на соответствие нормируемым значениям показателя дискомфорта производится в зависимости от светораспределения светильника (рис. 8.2) и распределения светового по-

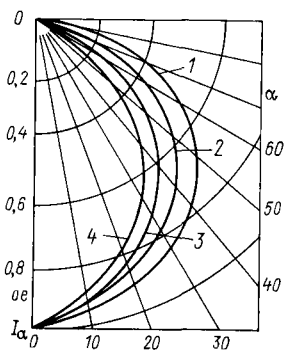


Рис 8 2 Типовые кривые силы света светильников

1 — $I_0\cos\alpha$, *2* — $I_0\cos^{1,43}\alpha$, *3* — $I_0\cos^2\alpha$, *4* — $I_0\cos^3\alpha$

Таблица 8 6

К определению K_M по формуле (8.7)

$\Phi_{об}/\Phi_{св}$	K_M	Подгруппа	Группа светильников и светораспределение			
			I	II	III	IV
			$I_\alpha = I_0\cos\alpha$	$I_\alpha = I_0\cos^{1,43}\alpha$	$I_\alpha = I_0\cos^2\alpha$	$I_\alpha = I_0\cos^3\alpha$
0,76—1,00	1,1	а	—	—	Л201Б429 01	—
	1,2	б	Л201Б420 03, Л201Б420 18, Л201Б420 24	Л201Б220 22, Л201Б420 22, ЛПО02-4×20/П 01	—	—
	1,3	в	Л201Б420-04, Л201Б420-05, Л201Б440 22, Л201Г220 24	Л201Б420 02	Л201Б440 01	—
	1,4	г	Л201Б640-18, Л201Г220 23, Л201Г240 04М Л201Г240 15М, ЛПО28 2×40	Л201Б440 02	—	—
	1,5	д	Л201Г240 03М, Л201Б465 03М, Л201Б440 04М, Л201Г265 16М, ЛПО02 2×20/П 01 ЛПО28 2×65	Л201Г240 02М	—	—
	1,2	е	Л201Б440 03М, Л201Г265 15М, Л201Б640 15М, ЛВО03 2×40 001, ЛВО03 2×40-002, ЛВО03 2×65 002	Л201Г265 01М Л201Г265 02М	Л201Б640 01, Л201Б440 01М, ЛВО03 4×40 001 ЛВО03 4×40 002	—
	1,7, 1,8	ж	Л201Б440 03, Л201Б640 04, Л201Б440 04М, Л201Б440 05, Л201Г265 03М, Л201Б465 04М, Л201Б240 21, Л201Б440 21, Л201Б465 19М, Л201Б465 15М	Л201Б465 16М, Л201Б440 02М Л201Б640 02М	Л201Б640-01М, Л201Б465 01М, ЛПО02 4×40/П 01, ЛПО02-4×40/П 02	—
		—	Л201Г240 22, Л201Б240 23, ЛПО02 2×40/П 01	—	ЛВО03 4×65 002	—
0,51—0,75	1,9	з	Л201Б465 03М	Л201Б465 02М	—	—
	2,4	и	—	—	—	СВП1×200
	2,9	к	—	—	—	НВ 1×100
	3,3	л	—	—	—	СВП1×100
	3,6	м	—	—	—	СВП1×500
	1,2	н	—	—	ЛСО02 2×40/Р 01, ЛСО02-2×40/Р 02, ЛСО02 2×65/Р 01	—

Окончание табл 8 6

$\Phi_{\smile}/\Phi_{св}$	K_M	Подгруппа	Группа светильников и светораспределение			
			I	II	III	IV
			$I_\alpha = I_0\cos\alpha$	$I_\alpha = I_0\cos^{1,43}\alpha$	$I_\alpha = I_0\cos^2\alpha$	$I_\alpha = I_0\cos^3\alpha$
0,51—0,75	—	—	ЛСО02 2×65/Р 02	—	ЛСО02-2×65/Р 02, ЛСО02 4×40/Р-02, ЛСО02-2×40 003, ЛСО04 2×40 004, ЛСО04-2×65-003, ЛСО04-2×65 004, ЛСО04 4×40-003, ЛСО04 4×40-004	—
	1,3	о	—	—	ЛСО02 2×40/Р 03, ЛСО04-2×40-002, ЛСО04 2×40 055	—
	1,4	п	—	—	ЛСО02 2×65/Р-03, ЛСО04 2×65-002, ЛСО04-2×65 005	—
0,5 и менее	0,9 1,1	р	ПКР 300, СК 300	—	—	—

Примечание Светильники с обозначением Л201 относятся к серии светильников Л201О и Л201ОМ

тока светильника в верхней и нижней полусфере, а также его геометрических размеров

Определение соответствия ОУ нормам согласно [2] осуществляется в следующем порядке.

По светораспределению светильника устанавливается группа светильника.

По табл. 8.6 по доле светового потока, падающего в нижнюю полусферу, определяется подгруппа светильника. При этом коэффициент K_M определяется по формуле

$$K_M = 0{,}5\sqrt{\Phi_{\smile}/\sigma}, \qquad (8.7)$$

где $\Phi_{\smile}$ — световой поток светильника в нижнюю полусферу, тыс. лк; σ — площадь выходного отверстия светильника, м^2 (подсчитывается по фактическим размерам светильника).

С помощью рис. 8.3 по площади и высоте помещения определяется индекс помещения $i_п$.

По определенным группе и подгруппе светильников для заданных коэффициентов отражения стен $\rho_с$ и пола $\rho_п$ по табл. 8.7 определяется индекс помещения i_M, при котором обеспечивается нормируемый максимальный допустимый показатель дискомфорта M. Сравнивая i_M с $i_п$, определяем соответствие требованиям ОУ по дискомфорту: при $i_п < i_M$ ОУ соответствует требованиям, при $i_п > i_M$ — не соответствует.

В табл. 8.7 приведены индексы помещения по дискомфорту (i_M) в зависимо-

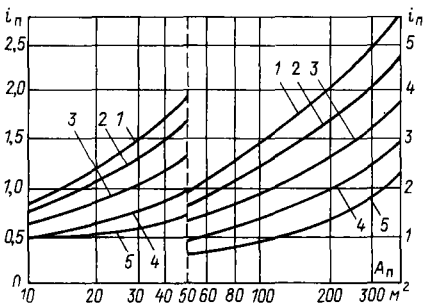


Рис 8 3 Зависимость индекса помещения $i_п$ от площади помещения при различной высоте его $h_р$

1 — $h_р$ = 1,8 м, *2* — 2,1 м, *3* — 2,7 м, *4* — 3,6 м, *5* — 4,5 м

Таблица 8.7

Значения индекса помещения i_M

Группа и подгруппа светильников	Значение i_M при максимальном допустимом M, равном										
	15		25				40				60
	и коэффициентах отражения ρ_c/ρ_p										
	0,5/0,3	0,5/0,1	0,5/0,3	0,5/0,1	0,3/0,3	0,3/0,1	0,5/0,3	0,5/0,1	0,3/0,3	0,3/0,1	0,3/0,1
Iб	—	—	2,2	1,5	1,1	1,0	+	+	4,2	2,4	+
Iв	—	—	1,5	1,3	1,0	—	+	+	2,6	2,1	+
Iг	—	—	1,3	1,2	—	—	+	4,2	2,2	1,4	+
Iд	—	—	1,2	1,1	—	—	+	3,1	1,4	1,3	+
Iе	—	—	1,2	1,2	—	—	4,2	2,5	1,3	1,2	3,8
Iж	—	—	1,1	1,0	—	—	2,6	2,2	1,2	1,1	2,5
Iз	—	—	1,1	1,0	—	—	1,9	1,5	1,2	1,1	2,2
Iм	1,6	1,4	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Iр	1,4	1,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
IIб	1,0	—	+	2,4	1,2	1,1	+	+	+	+	+
IIв	—	—	2,7	2,0	1,1	1,0	+	+	+	+	+
IIг	—	—	2,1	1,4	1,0	—	+	+	+	2,4	+
IIд	—	—	1,4	1,2	—	—	+	+	+	1,5	+
IIе	—	—	1,2	1,0	—	—	+	+	2,1	1,3	+
IIж	—	—	1,1	1,0	—	—	+	3,5	1,4	1,2	+
IIз	—	—	1,1	1,0	—	—	+	2,3	1,2	1,1	4,0
IIIа	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+
IIIв	—	—	+	+	+	1,1	+	+	+	+	+
IIIг	—	—	+	+	1,1	—	+	+	+	+	+
IIIе	—	—	1,2	1,1	—	—	+	+	2,3	1,4	+
IIIж	—	—	+	1,1	—	—	+	+	+	+	+
IIIн	4,5	1,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
III	1,2	1,0	4,0	2,4	1,3	1,1	+	+	+	3,9	+
IIIп	1,0	—	2,4	1,6	1,2	1,1	+	+	+	2,4	+
IVи	—	—	+	—	—	—	+	+	+	—	+
IVк	—	—	—	—	—	—	2,0	1,1	—	—	1,3
IVл	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—	+
IVм	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—

Примечание. Знак «+» означает, что M не превышает регламентируемого значения при любых i_M, а знак «—» — что превышает

сти от группировки светильников по табл. 8.6 и коэффициентов отражения стен (ρ_c) и пола (ρ_p). Коэффициенты отражения потолка ($\rho_п$) в табл. 8.7 не приводятся, но необходимо иметь в виду, что таблица составлена для помещений с коэффициентом отражения потолка $\rho_п = 0{,}5 \div 0{,}7$ (при определении индекса помещения $i_п$ по табл. 6.1 или 6.2 приводимые в табл. 8.7 значения ρ_p используются как коэффициенты отражения рабочей поверхности).

Нормируемое значение показателя дискомфорта $M = 90$ обеспечивается при всех условиях, для которых составлена таблица. Нормируемое значение $M = 60$ обеспечивается при всех сочетаниях ρ_c и ρ_p, кроме $\rho_c = 0{,}3$ и $\rho_p = 0{,}1$. Нормируемое значение $M = 15$ не обеспечивается при ρ_c и ρ_p, равных 0,3 и 0,1 (кроме подгруппы светильников Iм, для которых $i_M = 1{,}1$). В случае применения в ОУ светящих линий проверка изложенным методом даст удовлетворительную точность. В ОУ отраженного света и со световыми потолками, нормируемые значения M обеспечиваются при условиях, если уровень освещенности принимается согласно СНиП II-4-79 и коэффициент отражения стен составляет не менее 0,3.

Пример 8.1. Для освещения КБ площадью 6×18 м^2, высотой 3 м, коэффициенты отражения стен, потолка и пола которого соответственно равны 0,5; 0,7 и 0,1, выбраны люминесцентные светиль-

ники типов Л201Б465-03М и ЛСО02-2×65/Р-01 Требуется оценить возможность использования указанных светильников для данной ОУ, исходя из требований к ограничению слепящего действия по дискомфорту. Нормируемое значение $M=40$

По табл. 8.6 определяется группа и подгруппа светильников, соответственно Iа и IIIн. По табл. 8.7 определяются максимальные допустимые значения индекса помещения: $i_M=1{,}5$ для светильников типа Л201Б465-03М, а для ЛСО02-2×65/Р-01 значение i_M не превышает нормируемого значения при любых размерах помещения.

По рис. 8.3 определяется индекс помещения $i_п=2{,}05$. Так как $i_п>i_M$, то светильники типа Л201Б465-03М не обеспечивают нормируемого значения M в данной ОУ

8.4. ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ

Цилиндрическая освещенность ($E_ц$) является характеристикой ощущения насыщенности помещения светом и определяется как средняя плотность светового потока на боковой поверхности цилиндра с вертикальной осью, радиус и высота которого стремятся к нулю. Цилиндрическая освещенность зависит от КСС светильников, их числа и размещения, геометрических размеров освещаемого помещения и отражающих свойств поверхностей потолка, стен и пола. Нормированное значение цилиндрической освещенности устанавливается СНиП II-4-79.

Значение $E_ц$ определяется на расстоянии 1 м от торцевой стены на центральной продольной оси помещения на высоте 1,5 м от пола.

Минимальная цилиндрическая освещенность от равномерно размещенных по потолку светильников, светящих линий или световых потолков может быть рассчитана двумя способами [31]:

1. Если не известна горизонтальная освещенность в помещении, расчет $E_ц$ производится с помощью вспомогательных графиков (рис. 8.4—8.7) и индекса помещения.

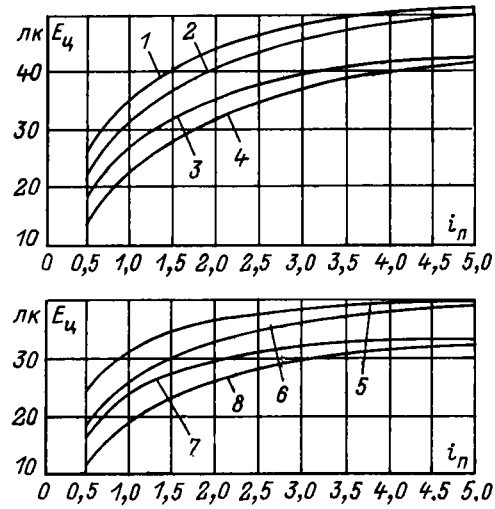


Рис 8 4 Графнк завнсимостн миннмальной цн линдрической освещенности от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0 \cos\alpha$ при удельном световом потоке $F_у = 100$ лм/м^2

Кривая	1	2	3	4	5	6	7	8
$h_р$, м	3	12	3	12	3	12	3	12
$\rho_с$	0,5	0 5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3
$\rho_р$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1

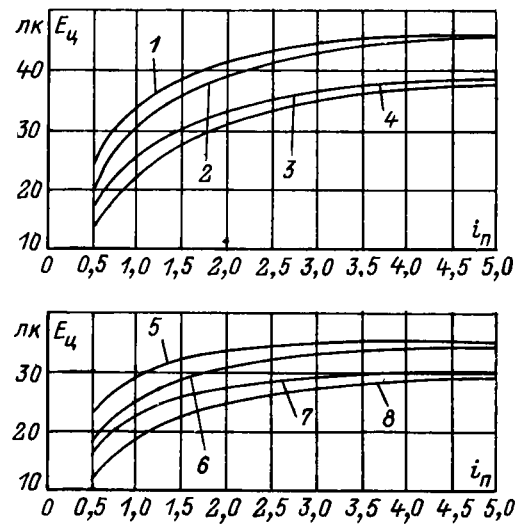


Рис 8 5 Графнк завнсимости минимальной цилиндрнческой освещенностн от нндекса помещения для светораспределения $I_\alpha = \cos^{1{,}43}\alpha$ при удельном световом потоке $F_у = 100$ лм/м^2

Смысл обозначений кривых — тот же, что на рис 8 4

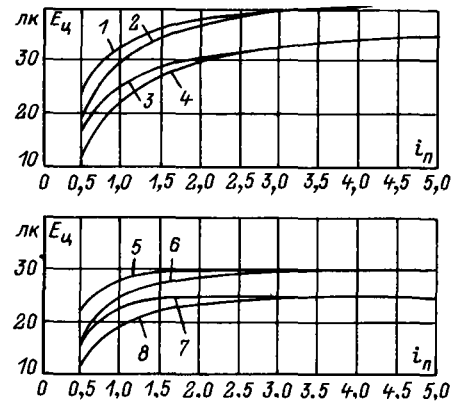


Рис 8 6 График зависимости минимальной цилиндрической освещенности от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0\cos^2\alpha$ при удельном световом потоке $F_у = 100$ лм/м^2

Обозначение кривых — см подпись к рис 8 4

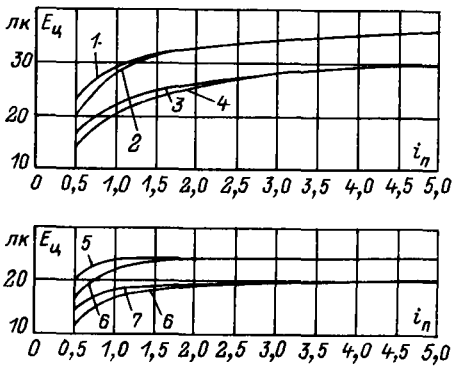


Рис 8 7 График зависимости минимальной цилиндрической освещенности от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0\cos^3\alpha$ при удельном световом потоке $F_у = 100$ лм/м^2

Обозначение кривых — см подпись к рис 8 4

2. По нормированной горизонтальной освещенности и графикам отношения $E_г / E_ц$ (рис. 8.8—8.11).

Инженерный метод расчета цилиндрической освещенности основан на ряде допущений:

1 Поверхность помещения (потолок, пол, стены) выше контрольной точки и стены ниже ее принимаются диффузно отражающими (излучающими) и равнояркими по всей площади.

2. Светильники заменяются равномерной поверхностью, каждый элемент которой имеет светораспределение, соответствующее светораспределению светильника.

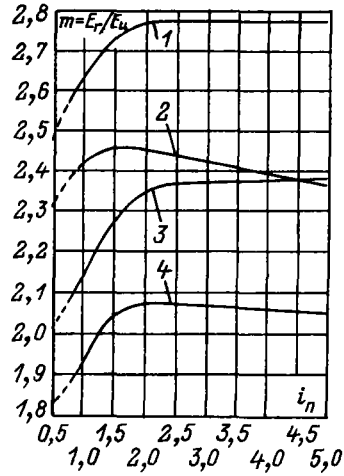


Рис 8 8 Графнк усредненных значений отношения горизонтальной освещенности к цилиндрнческой зависимости от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0\cos\alpha$

Кривая	1	2	3	4
ρс	0,3	0,3	0,5	0,5
ρр	0 1	0 3	0 1	0,3

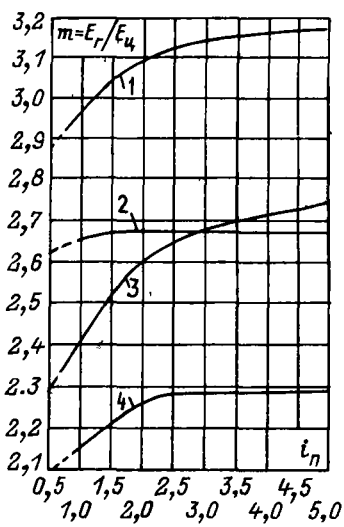


Рис 8 9 График усредненных значений отношения горнзонтальной освещенностн к цилиндрнческой в зависимости от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0\cos^{1{,}43}\alpha$

Смысл обозначения крнвых — тот же, что на рис 8 8

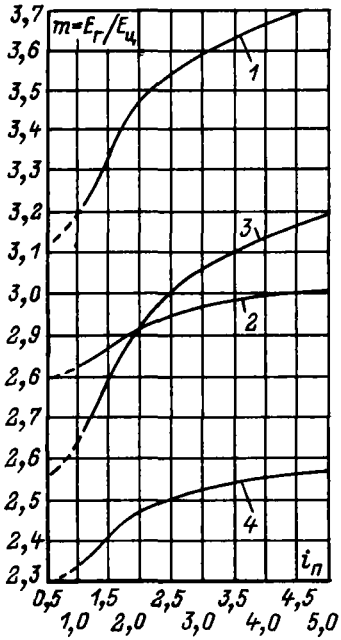


Рис 8 10. График усредненных значений отношения горизонтальной освещенности к цилиндрической в зависимости от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0 \cos^2 \alpha$

Обозначение кривых — см подпись к рис 8 8

3. Светораспределеиие светильников аппроксимируется зависимостью вида

$$I_\alpha = I_0 \cos^m \alpha, \qquad (8.8)$$

где I_0 — сила света в направлении вертикали; I_α — сила света под углом к вертикали.

Значение m определяется по формуле

$$m = 2\pi I_0 / \Phi_\smile - 1, \qquad (8\,9)$$

где $\Phi_\smile$ — световой поток светильника в нижиюю полусферу; для светильников прямого света $\Phi_\smile = 1000\eta$; η — КПД светильника.

Расчет цилиндрической освещеииости по индексу помещения

Минимальиая цилиндрическая освещенность может быть рассчитана непосредственно по графикам (рис. 8.4—8.7) зависимости цилиндрической освещенности $E_ц$ от иидекса помещения $i_п$, рассчитываемого по высоте установки светильников над полом при удельном световом потоке $\Phi_ц = 100$ лм/м^2, излучаемом в нижнюю полусферу.

Под удельным световым потоком понимается световой поток, излучаемый всеми светильниками, установленными в помещении, отнесенный к площади потолка помещения. Для светильников, излучающих весь световой поток в нижнюю полусферу, $\Phi_у$ определяется выражением

$$\Phi_у = \frac{n\Phi_л\Phi_{св}}{1000S}, \qquad (8.10)$$

где n — общее число ламп, установленных во всех светильниках; $\Phi_л$ — световой поток лампы, лм; $\Phi_{св}$ — световой поток светильника для условной лампы

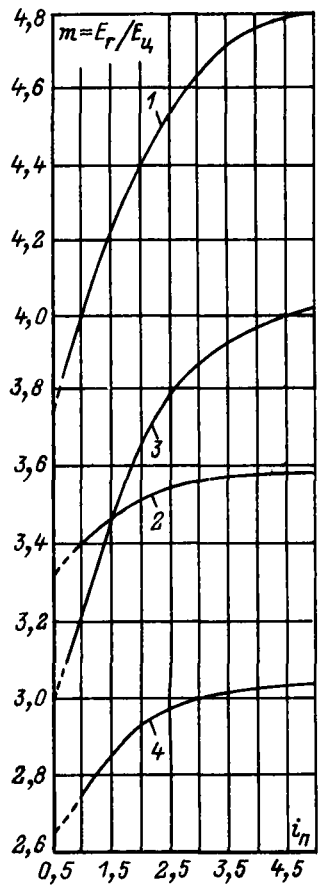


Рис 8 11 График усредненных значений отношения горизонтальной освещенности к цилиндрической в зависимости от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0 \cos^3 \alpha$

Обозначение кривых — см подпись к рис 8 8

с потоком 1000 лм; S — площадь потолка помещения, м^2.

Для светильников, излучающих часть светового потока в верхнюю полусферу, удельный световой поток $\Phi_у$ определяется формулой

$$\Phi_у = \frac{n\Phi_л(\Phi_н + \Phi_в\rho_п)}{1000S}, \qquad (8.11)$$

где $\Phi_н$, $\Phi_в$ — соответственно световой поток светильника в нижнюю и верхиюю полусферы для условной лампы с потоком $\Phi = 1000$ лм; $\rho_п$ — коэффициент отражения потолка помещения.

Графики на рис. 8.4—8.7 построены для четырех групп КСС светильников, соответствующих рис. 8.2. При расчете графиков коэффициент отражения потолка принимался равным $\rho_п = 0{,}5$.

Последовательность расчета минимальной цилиндрической освещенности по индексу помещения с использованием графиков на рис. 8.4—8.7 такова:

1. Определяется индекс помещения по формуле

$$i_п = \frac{S}{h_р(A+B)}, \qquad (8.12)$$

где $h_р$ — высота установки светильников над полом помещения, м; A и B — длина и ширина помещения, м; S — площадь помещения, м^2.

Индекс помещения может быть определен по табл. 6.1—6.2.

2. По данным светильников (их КСС и светораспределению) рассчитывается показатель m по формуле (8.9); определяется, к какой группе светораспределения, установленного в данной методике (см. рис. 8.1), светильник относится.

3. По соответствующему графику (рис. 8.4—8.7) для найденного светораспределения, индекса помещения $i_п$, высоты установки светильников над полом $h_р$ и коэффициентом отражения стен $\rho_с$ и пола $\rho_п$ находится минимальная цилиндрическая освещенность $(E_ц)_{100}$ при удельном световом потоке $\Phi_у = 100$ лм/м^2.

4. Если заданиая высота установки светильников над полом имеет промежуточное значеиие между 3 и 12 м (для которых построены графики), то цилиндрическая освещенность находится интерполяцией.

5. По формулам (8.10), (8.11) определяется фактический удельный световой поток $\Phi_у$.

6. Определяется минимальная цилиндрическая освещенность $E_ц$ по формуле

$$E_ц = \frac{(E_ц)_{100}\Phi_у}{1000K_з}, \qquad (8.13)$$

где $K_з$ — коэффициент запаса.

Расчет цилиндрической освещенности по горизонтальной освещенности

Для определения цилиндрической освещенности по нормированной горизонтальной освещенности служат графики усредненных значений отношения горизоитальиой освещенности к цилиндрической (рис. 8.8—8.11).

Расчет цилиндрической освещенности по нормируемой горизоитальиой освещениости сводится к следующему:

1. Как и в приведенном выше случае, определяются индекс помещения $i_п$ и характер светораспределения светильника.

2. По соответствующему графику рис. 8.8—8.11 для найденного светораспределения, индекса помещения $i_п$ и отражающих свойств поверхностей $\rho_п$, $\rho_с$, $\rho_р$ находится отношение горизонтальной освещениости к цилиндрической.

3. По известной (расчетной) горизонтальной освещенности определяется минимальная цилиндрическая освещенность

$$E_ц = E_г/m. \qquad (8.14)$$

Пример 8.2. Вестибюль размерами 12×7 и высотой 3 м освещается девятью светильниками типа Л201Г240-22, размещенными равномерно по потолку помещения. В светильниках установлеиы люминесцентные лампы типа ЛБ. Коэффициенты отражеиия стен и пола равны соответствеиио 0,5; 0,3. Рассчитать цилиндрическую освещенность при коэффициенте запаса $K_з = 1{,}5$.

Р е ш е н и е. 1. Определяется индекс помещеиия

$$i_п = \frac{S}{h_р(A+B)} = \frac{12\times7}{3(12+7)} \approx 1{,}5.$$

2. Из табл. 8.6 следует, что светильник типа Л201Г240-22 относится к группе со светораспределением

$$I_\alpha = I_0 \cos \alpha.$$

3. Для рассчитанного индекса помещения $i_п = 1{,}5$, коэффициентов отражения стен $\rho_с = 0{,}5$ и пола $\rho_р = 0{,}3$ и высоты $h_р = 3$ м по графику рис. 8.4 определяется минимальная цилиндрическая освещенность $(E_ц)_{100} = 40$ лк.

4. По формуле (8.10) определяется фактический удельный световой поток светильников $\Phi_у$; при этом принимается, что световой поток светильника в нижнюю полусферу равен 600 лм, световой поток лампы ЛБ40 равен 3200 лм (табл. 4.8), площадь помещения 84 м^2:

$$\Phi_у = \frac{n\Phi_л\Phi_{св}}{1000S} =$$

$$= \frac{2 \cdot 9 \cdot 3200 \cdot 600}{1000 \cdot 84} \approx 470 \text{ лм/м}^2.$$

5. По формуле (8.13) определяется минимальная цилиндрическая освещенность

$$E_ц = \frac{(E_ц)_{100}\,\Phi_у}{100K_з} = \frac{40 \cdot 470}{100 \cdot 1{,}5} = 125 \text{ лк}.$$

Пример 8.3. Вестибюль размерами 24×12 м и высотой $H = 4$ м освещается 36 встроенными светильниками типа Л201Б440-03. Коэффициенты отражения стен и пола равны соответственно 0,3 и 0,1. Нормированная горизонтальная освещенность на условной расчетной плоскости, расположенной на высоте 0,8 м от пола, равна $E_г = 300$ лк. Рассчитать цилиндрическую освещенность.

Р е ш е н и е. 1. Определяется индекс помещения

$$i_п = \frac{S}{h_р(A+B)} = \frac{24 \cdot 12}{3{,}2(24+12)} = 2{,}5;$$

здесь $h_р = H - a$.

2. Определяется тип светораспределения светильника. Светильник Л201Б440-03 относится к группе со светораспределением $I_\alpha = I_0 \cos \alpha$.

3 По графику (рис. 8.8) для $i_п = 2{,}5$; $\rho_с = 0{,}3$ и $\rho_р = 0{,}1$ находится отношение

$$E_г/E_ц = 2{,}77.$$

4 Цилиндрическая освещенность в расчетной точке определяется по формуле

$$E_ц = \frac{E_г}{m} = \frac{300}{2{,}77} = 110 \text{ лк}.$$

8.5. КОЭФФИЦИЕНТ ПУЛЬСАЦИИ

При питании газоразрядных ламп переменным током промышленной частоты 50 Гц из-за малой постоянной времени газового разряда (около 10^{-4} с) лампа зажигается и гаснет соответственно на положительном и отрицательном полупериоде напряжения, вызывая вредные для зрения пульсации светового потока с частотой 100 Гц.

Коэффициент пульсации светового потока источника ($K_{п\,и}$) и коэффициент пульсации освещенности на рабочих местах ($K_п$) определяются по формулам

$$K_{п\,и} = \frac{\Phi_{max} - \Phi_{min}}{2\Phi_{ср}}; \qquad (8.15)$$

$$K_п = \frac{E_{max} - E_{min}}{2E_{ср}},$$

где Φ_{max} (E_{max}) и Φ_{min} (E_{min}) — соответственно максимальное и минимальное значение светового потока (освещенности) за период колебания; $\Phi_{ср}$ ($E_{ср}$) — среднее значение светового потока (освещенности) за тот же период.

Значения $K_{п\,и}$ для некоторых источников света и различных схем их включения приведены в табл. 8.8 и 8.9. Ограничение значений $K_{п\,и}$ достигается применением специальных схем включения источников света или соответствующей фазировкой светильников в ОУ.

Ограничение $K_п$ в двух- и четырехламповых светильниках с ЛЛ достигается

применением компенсированных пускорегулирующих аппаратов, когда питание одной половины ламп в светильниках осуществляется отстающим током, а другой половины — опережающим (комплекты пускорегулирующих аппаратов при этом могут быть такими: 1УБИ + 1УБЕ, 1АБИ + 1АБЕ, 2УБК, 2АБК);

Таблица 8 8

Значения $K_{п\,и}$ для различных ламп и различных способов их включения

Тип лампы	Значение $K_{п\,и}$, %, для			
	одной лампы	двух ламп в схеме с отстающим и опе режающим током	двух ламп разных фаз	трех ламп разных фаз
ЛБ и ЛБТ	25	10,5	10	2,2
ЛХБ	35	15	15	3,1
ЛДЦ	40	17	17	3,5
ЛД	35	23	23	5

Таблица 8 9

Значения $K_{п\,и}$ для РЛВД

Тип ГЛВД	Значение $K_{п\,и}$, %, для		
	одной лампы	установленных в одной световой точке	
		двух ламп, питаемых от разных фаз	трех ламп, питаемых от разных фаз
ДРЛ	65	32	5,2
ДРИ (двухкомпонентные)	45	23	3,5
ДНаТ	80	39,5	6,3
ДКсТ	130	65	5,0

поочередным присоединением соседних светильников в ряду или соседних рядов к разным фазам сети;

монтажом в одной ОУ двух или трех светильников с РЛВД типов ДРЛ, ДРИ, ДНаТ, присоединенных к разным фазам сети,

питанием различных ламп в многоламповых светильниках с ЛЛ от разных фаз сети.

В табл 8.10 приведены условия, при которых соблюдаются нормированные значения $K_п$ и проверки их для ОУ с ЛЛ не требуется.

Для светильников с РЛВД типа ДРЛ в табл. 8.11 и 8.12 приведены различные случаи расположения и фазировки светильников, а также предельные значения отношения расстояния между светильниками $l_{св}$ к расчетной высоте $h_р$, при которых соблюдаются нормированные значения $K_п$ (через b в таблице обозначено расстояние между рядами светильников; если численное значение отношения $l_{св}/h_р$ приведено в виде дроби, то числитель относится к полям прямоугольной формы, а знаменатель — к шахматному расположению светильников).

В случаях, не указанных в табл. 8.11 и 8.12, производится вычисление $K_п$ в той точке расположения рабочих мест, где $K_п$ имеет максимальное значение. Для этого в указанной точке отдельно определяются относительные освещенности, создаваемые светильниками, питаемыми от каждой из трех фаз. Наибольшее из значений принимается за 100 %, а остальные два выражаются в долях от него. Соответственно полученным долям по табл. 8 13 для ОУ с ЛЛ и по табл. 8.14 для ОУ с РЛВД определяется $K_{п\,табл}$, которое представляет собой пульсацию освещенности в ОУ, если лампы имеют условный $K_{п\,и} = 100$ %. Коэффициент пульсации в ОУ с источником света, имеющим реальную пульсацию светового потока $K_{п\,и} \neq 100$ %, определяется (в процентах) соотношением

$$K_п = K_{п\,и} K_{п\,табл}/100. \qquad (8.16)$$

Пример 8.5. Помещение освещается одноламповыми светильниками с ЛЛ типа ЛБ, включаемыми поочередно в три

Таблица 8 10

Условия, при которых соблюдается нормативный коэффициент пульсаций для ЛЛ

Расположение светильников с ЛЛ и схема включения ламп	Нормированное значение $K_п$, %, не более			
	10	15	20	30
При любом расположении светнльников число ламп в светильнике кратно трем с равномерным распределением числа ламп между фазами сети	+	+	+	+
Число ламп в светильнике кратно двум с включением половины ламп по схеме опережающего и половины — по схеме отстающего тока				
лампы ЛБ и ЛТБ	+	+	+	+
лампы ЛХБ	—	+	+	+
лампы ЛДЦ	—	—	+	+
лампы ЛД	—	—	—	+
Любое число ламп в светильнике и любая схема включения (лампы ЛБ и ЛТБ):				
1. При сплошных линиях светильников н высоте подвеса 2 м и трехфазные линии с поочередным включением светильников на разные фазы сети				
любые лампы и схемы	+	+	+	+
то же, но двухфазные линии.				
лампы ЛБ и ЛТБ	+	+	+	+
лампы ЛХБ	—	+	+	+
лампы ЛДЦ и ЛД	—	—	+	+
2 Двухфазные линин с поочередным включением светильников в разные фазы сети, число ламп в светильнике кратно двум с включением половнны ламп по схеме опережающего и половины — по схеме отстающего тока, лампы всех типов	+	+	+	+

Примечание. Условия, при которых соблюдаются нормированные значения коэффициента пульсации, отмечены знаком «+».

Таблица 8 11

Условия, прн которых соблюдается нормативный коэффициент пульсацнй для РЛВД

Тнп РЛВД	Чнсло светильников в световой точке, подключенных к разным фазам	Нормированное значение $K_п$, %, не более			
		10	15	20	30
ДРЛ	2	—	—	—	+
	3	+	+	+	+
ДРИ (двухкомпонентная)	2	—	—	—	+
	3	+	+	+	+
ДНаТ	2	—	—	—	—
	3	+	+	+	+

Примечание То же, что к табл 8.10

фазы ($K_{п\,и}=25$ %). Определить $K_п$ в расчетной точке ОУ, если лампы, включенные в разные фазы питающей сети, создают в этой точке относительные освещенности соответственно 300, 120 и 60 лк.

Выражая освещенности в процентах наибольшего значения (300 лк), получаем: 100, 40 и 20 %. По табл. 8.13 определяется $K_{п\,табл}$, для этого в первом столбце находится строка с $E_{III}=20$ %; двигаясь вправо вдоль этой строки до столбца $E_{II}=40$ %, находим $K_{п\,табл}=49{,}5$. Коэффициент пульсации ОУ определяется по формуле (8.16):

$$K_п=\frac{25\cdot 49{,}5}{100}=12{,}37\ \%.$$

Таблица 8 12

Условия фазировки ламп и величина $l_{св}/h_р$, при которых обеспечивается нормативный коэффициент пульсаций

Число рядов	Расположение и фазировка светильников*	$\frac{b}{h_р}$	Наибольшие значения $l_{св}/h_р$, при которых обеспечивается $K_п$, %, не превышающий			
			10	15	20	30
	Светильники с типовой кривой Д					
1	Одиночные светильники, *A—B—C—A—B—C*	—	0,45	0,6	0,7	0,9
	Сдвоенные светильники, *AB—CA—BC—AB—CA—BC*	—	0,8	1,1	1,3	1,8
	Одиночные светильники					
2 и более	первый ряд *A—B—C—A—B—C*	0,3	0,7/0,9	1,0/1,1	1,2/1,4	1,8
		0,6	0,6	0,9	1,1	1,6
		0,9	0,35/0,5	0,7	0,96	1,2/1,3
	второй ряд *B—C—A—B—C—A*	1,2	0,3/0,5	0,65	0,8	1,1
	Сдвоенные светильники	1,8	0,2/0,45	0,6	0,75	1,0
	первый ряд *AB—CA—BC—AB—CA—BC*	0,3	0,8/0,4	1,2/1,4	1,8	1,8
		0,6	0,8/0,4	1,2	1,8	1,8
		0,9	0,8/0,4	1,15	1,7/1,8	1,8
	второй ряд *BC—AB—CA—BC—AB—CA*	1,2	0,8/0,4	1,1	1,6/1,7	1,8
		1,8	0,8/0,4	1,1	1,4/1,6	1,8
	Светильники с типовой кривой Г					
1	Одиночные светильники, *A—B—C—A—B—C*	—	0,45	0,5	0,6	0,7
	Сдвоенные светильники, *AB—CA—BC—AB—CA—BC*	—	0,55	0,75	0,95	1,2
	Одиночные светильники					
2 и более	первый ряд *A—B—C—A—B—C*	0,3	0,5[illegible]/0,75	0,7/0,9	0,9/1,0	1,2
		0,45	0,[illegible]/0,65	0,65/0,75	0,9/0,9	1,2
		0,5	0,5	0,65	0,75	1,1
	второй ряд *B—C—A—B—C—A*	0,75	0,45	0,6	0,7	0,85
	и т д	0,9	0,4	0,5	0,65	0,8
	Сдвоенные светильники					
	первый ряд	0,3	0,6/0,5	0,9/0,7	1,2/1,0	1,2
	AB—CA—BC—AB—CA—BC	0,45	0,6/0,5	0,85/0,7	1,2/1,0	1,2
		0,6	0,6/0,5	0,85/0,7	1,2/1,0	1,2
	второй ряд	0,9	0,6/0,5	0,8/0,7	1,1/1,0	1,2
	BC—AB—CA—BC—AB—CA	1,2	0,6/0,5	0,7	1,0	1,2

* *A*, *B*, *C* — фазы питающего напряжения

Примечания 1. В поле таблицы данные слева от косой черты относятся к прямоугольному расположению светильников, а справа — к шахматному расположению.

2 Размер *b* — расстояние между рядами светильников

Таблица 8 13

Коэффициент $K_{п\ табл}$ в ОУ с ЛЛ при разной доле освещенности от ламп второй фазы

Освещенность от ламп третьей фазы, E_{III}, %	Значение $K_{п\ табл}$ в ОУ с ЛЛ при освещенности от ламп второй фазы E_{II}, %										
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
0	42,3	45,0	48,0	51,2	54,5	59,9	64,9	71,5	79,3	88,5	100
10	37,4	39,4	41,8	44,9	47,8	52,3	56,9	62,6	69,0	77,4	—
20	32,2	34,4	36,8	39,4	41,5	45,2	49,5	54,8	68,8	—	—
30	27,8	30,0	32,3	34,8	36,9	40,2	44,2	48,9	—	—	—

Окончание табл 8 13

Освещенность от ламп третьей фазы, E_{III}, %	Значение $K_{п\ табл}$ в ОУ с ЛЛ при освещенности от ламп второй фазы E_{II}, %										
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
40	23,4	25,9	27,9	30,2	32,6	35,4	39,2	—	—	—	—
50	19,8	22,2	24,2	26,3	28,5	31,4	—	—	—	—	—
60	17,2	19,2	21,2	23,4	25,7	—	—	—	—	—	—
70	14,8	16,6	18,4	20,9	—	—	—	—	—	—	—
80	12,4	14,2	16,3	—	—	—	—	—	—	—	—
90	10,4	12,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	8,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 8 14

Коэффициент $K_{п\ табл}$ в ОУ с РЛВД при разной доле освещенности от ламп второй фазы

Освещенность ламп третьей фазы, E_{III}, %	Значение $K_{п\ табл}$ в ОУ с РЛВД при освещенности от ламп второй фазы E_{II}, %										
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
0	49,9	50,3	50,9	52,4	53,9	56,5	61,0	67,1	74,2	85,5	100
10	40,0	40,5	41,0	41,5	43,0	46,0	51,0	56,0	62,5	69,9	—
20	33,0	33,5	34,0	35,3	37,1	59,5	43,1	48,4	55,5	—	—
30	28,1	28,3	28,6	29,2	30,4	31,9	35,4	41,6	—	—	—
40	22,8	23,0	23,5	24,5	26,0	28,1	31,0	—	—	—	—
50	18,0	18,4	19,4	20,5	22,4	24,5	—	—	—	—	—
60	15,0	16,2	16,5	16,5	19,6	—	—	—	—	—	—
70	11,6	12,0	12,6	13,7	—	—	—	—	—	—	—
80	9,3	9,7	10,6	—	—	—	—	—	—	—	—
90	8,8	9,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	7,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Глава девятая

НАРУЖНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

9.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

К наружному освещению относят: места производства работ вне зданий, освещение улиц, дорог и площадей городов, поселков и сельских населенных пунктов; архитектурное освещение (освещение фасадов зданий, памятников и т. п.); рекламное освещение и т. п.

Здесь рассматриваются в основном вопросы наружного освещения территорий промышленных предприятий.

На территории промышленных предприятий объектами освещения являются: автодороги, пешеходные дорожки, подъезды к зданиям, предзаводские участки, не относящиеся к территории города, дворы, открытые рабочие площадки, отдельные железнодорожные пути, границы территории (охранная зона).

Разработка проекта наружного освещения имеет взаимосвязанные этапы: ознакомление с объектом проектирования с целью выбора системы и вида освещения, выявление разрядов зрительных работ и распределение их по территории проектируемого объекта; выбор системы освещения; выбор нормы освещенности, которая может быть единой или дифференцированной по освещае-

мой территории; выбор источника света и типа осветительных приборов; размещение осветительных приборов по территории объекта проектирования; светотехнический расчет наружного освещения; электротехническая часть проектирования; технико-экономическое обоснование выбранного решения.

Наружное освещение, как правило, выполняется общим и должно обеспечивать свободное перемещение людей и транспорта. При необходимости проектируют местное (локализованное) освещение на рабочих площадках.

На территории промышленных предприятий предусматривается в основном рабочее освещение.

Аварийное освещение необходимо на открытых пространствах, если прекращение работы из-за отключения рабочего освещения может привести к аварии, вызвать взрыв, пожар и т. п.

Эвакуационное освещение (освещение безопасности) предусматривается в том случае, если эвакуация при отсутствии освещения связана с опасностью травматизма.

Охранное освещение выполняется при наличии ограды и постоянных постов охраны.

Нормы освещенности для наружного освещения приведены в гл. 3 (в соответствии со СНиП II-4-79). Нормы устанавливают либо яркость дорожных покрытий (кд / м^2), либо освещенность (лк) и качественные показатели наружного освещения. Особенностью нормирования наружного освещения является независимость норм от типа источников света, причем нормы должны обеспечиваться при любых типах дорожного покрытия.

При выборе источников света следует учитывать характеристики самих источников света, предназначенных для прожекторов или светильников; назначение и размеры освещаемой площади; необходимые освещенности и необходимые конструкции для установки светильников и прожекторов. Считается [38], что для общего прожекторного освещения открытых пространств наиболее эффективными источниками света являются МГЛ, затем ДНаТ, ГЛН и ДРЛ. При освещении светильниками лампы ДРЛ, ДРИ применяют, как правило, для основных дорог и проездов на заводских территориях, а также для городов и поселков — при нормированной яркости дорожных покрытий $L_н \leqslant 0{,}4$ кд / м^2 или при норме средней освещенности $E_н \leqslant 0{,}4$ лк.

При выборе источников света для прожекторов руководствуются шириной освещаемой площади: при ширине до 150 м оптимальны лампы ДРЛ, при ширине до 300 м — лампы накаливания (галогенные, прожекторные и т. п.), при ширине более 300 м — ксеноновые лампы.

Для наружного освещения применяют осветительные установки со светильниками для наружного освещения и прожекторами. Безусловных экономических преимуществ ни одна из этих систем не имеет, и в ряде случаев выбор способа освещения должен основываться на технико-экономических сопоставлениях Полагают, что освещение открытых площадей в виде узких полос, например дорог, рационально осуществлять светильниками, а широких — прожекторами. Во всех случаях, когда при освещении открытых пространств площадью более 5000 м^2 невозможно разместить светильники над освещаемой поверхностью, применяют прожекторы. Прожекторы широко используют при производстве работ в темное время суток для освещения строительных площадок, заводских дворов домостроительных комбинатов и т п Во всех случаях, когда нежелательна установка опор на территории больших площадей, применяют прожекторное освещение.

В работе [39] даются следующие рекомендации по определеиию местоположения прожекторов и светильников наружного освещения. При выборе места для осветительной установки следует учитывать геометрию территории предприятия и габариты зданий и сооружений.

Светильники и прожекторы следует устанавливать на различных высотных конструкциях технологического оборудования. При невозможности использовать такие места для установки осветитель-

ных приборов или при освещении отдаленных от здания участков территории осветительные приборы устанавливаются на специально возводимых мостах или железобетонных опорах. При больших расстояниях между зданиями (30—40 м) светильники подвешиваются на тросах на высоте 6—10 м. Тросы для подвеса светильников, проводов электросети разрешается крепить к ограждающим конструкциям зданий посредством амортизаторов на основе проверочных расчетов этих конструкций и самих тросов на прочность.

Ниже приводится порядок светотехнических расчетов ОУ для наружного освещения; остальные этапы проектирования можно провести на основе материала соответствующих глав этой книги.

9.2. НАРУЖНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ СВЕТИЛЬНИКАМИ

Исходными данными для светотехнического расчета наружного освещения светильниками служат: минимальная или средняя освещенность, задаваемая нормами, тип источника света и светильника, а также высота их установки, определяемая ограничениями слепящего действия и другими соображениями, связанными с конкретными условиями проектируемого объекта.

На рис. 9.1 приведены эскизы светильников для наружного освещения, а на рис. П.1—П.16 — их конструкции. Светильники наружного освещения кроме основной КСС, регламентируемой ГОСТ 17677—82 (рис. 9.2—9.29), дополнительно характеризуются кривой силы света в горизонтальной плоскости (рис. 9.30).

Технические данные светильников приведены в табл. 9.1 и 9.2.

Расчет наружного освещения светильниками может быть произведен уже описанными в гл. 6 и 7 методами расчета: точечным методом и методом коэффициента использования.

Выбор метода расчета наружной осветительной установки зависит от того, какая освещенность нормируется: средняя или минимальная.

Выбор высоты и расположения светильников

Для ограничения слепящего действия установок наружного освещения на площадках промышленных предприятий и местах работ, проводимых вне зданий, высота установки светильников согласно СНиП II-4-79 выбирается:

а) для светильников с защитным углом до 15° — не менее значений, указанных в табл. 9.3;

б) для светильников с защитным углом, равным и большим 15° — не менее 3,5 м при любых источниках света.

Не ограничивается высота подвеса светильников с защитным углом 15° и более (или с рассеивателями из молочного стекла) на площадках для прохода людей или обслуживания технологического оборудования.

Венчающие светильники рассеянного света устанавливаются на высоте не менее 3 м над землей при световом потоке источника до 6000 лм и на высоте не менее 4 м при световом потоке источника свыше 6000 лм.

Высота установки светильников выбирается также с учетом высоты типовых опор (в свою очередь при воздушных сетях определяемой допустимым приближением проводов к земле) и экономических соображений, часто оправдывающих увеличение высоты. Обычная высота установки светильников 6—10 м. Рекомендации по выбору системы расположения светильников приведены в табл. 9.4.

Расстояние между светильниками выбранного типа определяется расчетом, при котором чаще всего задаются мощностью ламп и определяют пролет. Из нескольких возможных вариантов выбираются наивыгоднейшие с учетом требований к качеству освещения.

Расчет по средней освещенности

В зависимости от того, какая средняя величина устанавливается нормами: яркость дорожного покрытия ($L_{ср}$) или освещенность ($E_{ср}$),— используются те или иные формулы расчета методом коэффициента использования.

В общем случае, когда расчетная точка освещается одновременно све-

Таблица 9 1

Светильники для наружиого освещения (технические данные)

Тип светильника	Степень защиты по ГОСТ 17677—82	Свето распределение по ГОСТ 17677—82	Тип КСС по рис	Максимальный коэффициент использования по освещенности, не менее	Максимальный коэффициент усиления, не менее	КПД, %, не менее	Тип лампы	Тип патрона	Коэффициент мощности, не менее
РКУ01-250-007-У1 РКУ01-250-009-У1 РКУ01-250-011-У1	IP23	Ш, Б	9 2 9 3	0,3	3,0	70	ДРЛ250, ГОСТ 16354 74	Е40ДК-07, ТУ 16-535 455-78	0,85
ЖКУ01-250-004-У1 ЖКУ01-400-002-У1	IP23		9 4 9.5	0,3 0,35	4,0	75			
ЖКУ02-400-003-УХЛ1 ЖКУ02-400-004-УХЛ1	IP53 IP23		9 6 9.7	0,35		65 75			
РКУ03-250-001-У1 РКУ03-250-002-У1 РКУ03-400-003-У1 РКУ03-400-004-У1	IP53 IP23 IP53 IP23		9 8 9.9 9 8 9 9	0,3	3,0	65 75 65 75	ДРЛ400 ДПЛ400		
ГКУ03-250-001-У1 ГКУ03-250-002-У1 ГКУ03-400-003-У1 ГКУ03-400-004-У1	IP53 IP23 IP53 IP23		9 12 — 9.12 —	0,35	4,0	65 75 65 75	ДРИ250 ДРИ250 ДРИ400 ДРИ400		
ЖКУ03-250-001-УХЛ1 ЖКУ03-250-002-УХЛ1 ЖКУ03-400-003-УХЛ1 ЖКУ03-400-004-УХЛ1	IP53 IP23 IP53 IP23		9.10 9 11 9 10 9.11			65 75 65 75	ДНаТ250 ДНаТ250 ДНаТ400 ДНаТ400		
РКУ06-125-001-У1	IP23	—	9 13	0,22	3,0	75	ДРЛ125	Е27ЦКБ-04, ТУ16-535.455-78	
РКУ07-80-001-У1 РКУ07-80-002-У1 РКУ07-125-001-У1 РКУ07-125-002-У1	IP53 IP23 IP53 IP23	Ш, Б	9.14 9.16 9 15 9 17	0,3	3,5	65 75 65 75	ДРЛ80 ДРЛ80 ДРЛ125 ДРЛ125	Е27Н-12К-0,5, ТУ 16-545 312-80	

Окончание табл 9 1

Тип светильника	Степень защиты по ГОСТ 17677—82	Светораспределение по ГОСТ 17677—82	Тип КСС по рис	Максимальный коэффициент использования по освещенности, не менее	Максимальный коэффициент усиления, не менее	КПД, %, не менее	Тип лампы	Тип патрона	Коэффициент мощности, не менее
ЖКУ07-70-001-УХЛ1	IP53	Ш, Б	—	4,0	0,3	65	ДНаТ700	Е27Н-12К-05, ТУ 16-545 312-80	0,85
ЖКУ07-70-002-УХЛ1	IP23					75	ДНаТ70		
ЖКУ07-100-001-УХЛ1	IP53					65	ДНаТ100		
ЖКУ07-100-002-УХЛ1	IP23					75	ДНаТ100		
ЖКУ08-150-001-УХЛ1	IP53	Ш, Ц	9 18	4,0	0,33	65	ДНаТ150	Е40ДК-07	—
ЖКУ08-150-002-УХЛ1	IP23			4,1	0,35	75	ДНаТ150		
ЖСУ08-150-001-УХЛ1	IP53			4,0	0,31	65	ДНаТ150		
ЖСУ08-150-002-УХЛ1	IP23			4,1	0,33	75	ДНаТ150		
РСУ08-250-001-У1	IP53		9 19	3,6	0,30	65	ДРЛ250		
РСУ08-250-002-У1	IP23			3,8	0,32	75	ДРЛ250		
НКУ01×200/Д23-02-У1	IP23	—	9 20	2,1	0,3	75	Г220-200	Е27ЦКБ-01	—
НКУ01×200/Д23-01-У1									
СЗПР-250МН-С-У1	IP53	С	9 21	1,5	0,23	60	ДРЛ250	Е49ДК-07	0,53
СЗПР-250МН-Ц-У1		Ц	9.22	3,0	0,23				
СЗПР-250МН-Б-У1		Б	9 24	2,5	0,28				
СЗПР-250МН-П-У1		П	9 23	2,0	0,23				
РТУ01-125/С53-01-У1	IP53	—	9 25	—	0,14		ДРЛ125	Е27ЦКБ-04	0,85
РТУ01-250/С53-02-У1		—	9 26						
РТУ02-250-008-У1		С	9.27		—		ДРЛ250	Е40ДК-07	—
ИСУ01-2000-002-У1	IP64	К	9 28	15,0	—	65	КГ 220-2000-4	АКИ220-1-04-02	—
ИСУ02-5000/К23-01-УХЛ1	IP23	К	9 29	15,0	—	63	КГ220-5000-1-ХЛ1	—	—

Таблица 9 2

Светильники для наружного освещения (дополнение к техническим данным)

Тип светильника	Технические условия	Габаритные размеры, мм			Масса, кг	Тип пускорегулирующего аппарата	Завод изготовитель
		L	*B*	*H*			
РКУ01-250-007-У1 РКУ01-250-009-У1 РКУ01-250-011-У1	ТУ16-545.386-82	870 944 1090	420 420 375	213 213 220	10,8 11,2 10,0	1И25037-110(100)-ХЛ2, ТУ16-535 908-82	Лнхославльский завод «Светотехника», Пензенская горэлектросеть
ЖКУ01-250-004-У1		—	—	—	11,2	1И250П36-000-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	Лихославльский завод «Светотехника»
ЖКУ01-400-002-У1					13,0	1ДБИ-400ДНаТ/220В-009-У2, ТУ16-546 944-79	
ЖКУ02-400-003-УХЛ1		860	405	325	18,0	1ДБИ-400ДНаТ/220В-В-009-У2, ТУ16-545 944-79	
ЖКУ02-400-004-УХЛ1		850	405	208	18,0		
РКУ03-250-001-У1 РКУ03-250-002-У1		925 915	365 365	330 205	10,5 9,6	1И250Н37-110(100)-ХЛ2, ТУ16-535 908-82	
РКУ03-400-003-У1 РКУ03-400-004-У1		925 915	365 365	330 205	13,0 12,1	1И400Н37-110(100)-ХЛ2, ТУ16-535 908-82	
ГКУ03-250-001-У1 ГКУ03-250-002-У1		925 915	365 365	330 205	11,6 10,9	1И250А36-301-УХЛ2, ТУ16-545 631-81	
ГКУ03-400-003-У1 ГКУ03-400-004-У1		925 915	365 365	330 205	13,3 12,1	1И400А36-303-УХЛ2, ТУ 16-545 631-81	
ЖКУ03-250-001-УХЛ1 ЖКУ03-250-002-УХЛ1		925 915	365 365	330 205	11,8 10,9	1И250П36-000-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	
ЖКУ03-400-003-УХЛ1 ЖКУ03-400-004-УХЛ1		925 915	365 365	330 205	13,6 13,0	1И400А36-303-УХЛ2, ТУ 16-545 631-81	
РКУ06-125-001-У1	ТУ34-10930-85	710	262	125	8,0	1ДБИ-125-ДРЛ/220В-033-ХЛ2, ТУ16-535 908-74	Новосельцевский завод линейной и подстанционной аппаратуры

Окончание табл 9 2

Тип светильника	Технические условия	Габаритные размеры, мм			Масса, кг	Тип пускорегулирующего аппарата	Завод-изготовитель
		L	*B*	*H*			
РКУ07-80-001-У1	ТУ16-676 085-85	640	—	315	6,0	1И80А36-200-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	Мараликский завод светотехнического электрооборудования «ПО «Луйс»»
РКУ07-80-002-У1		640		190	5,5		
РКУ07-125-001-У1		640		315	6,0	1И125А36-200-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	
РКУ07-125-002-У1		640		190	5,5		
ЖКУ07-70-001-УХЛ1		640		315	6,5	1И70А36-000-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	
ЖКУ07-70-002-УХЛ1		640		190	6,0		
ЖКУ07-100-001-УХЛ1		640		315	7,0	1И100А36-000-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	
ЖКУ07-100-002-УХЛ1		640		190	6,5		
ЖКУ08-150-001-УХЛ1	ТУ16-545.386-82	660	—	256	11,0	1И150А36-000-УХЛ2, ТУ16-545.393-82	Лнхославльский завод «Светотехника»
ЖКУ08-150-002-УХЛ1		660		256	10,0		
ЖСУ08-150-001-УХЛ1		—	—	—	10,0	1И150А36-000-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	
ЖСУ08-150-002-УХЛ1		—	—	—	9,5		
РСУ08-250-001-У1		560	—	351	9,5	1И250Н37-110(100)-ХЛ2, ТУ16-545.908-82	
РСУ08-250-002-У1		560	—	351	9,0		
НКУ01×200/Д23-02-У1	ТУ34-27-10930-85	582	262	125	4,2	—	Пензенский электромеханический завод, Новосельский завод арматуры
НКУ01×200/Д23-01-У1		582	262	125	4,2		
СЗПР-250МН (С, Ц, Б, П)	ТУ16-545 386-82	500	∅400	—	7,0	1И250Н37-001-УХЛ1, ТУ16-532 908-82	Лихославльский завод «Светотехника»
РТУ01-125/С53-01-У1	ТУ16-545 020-81	430	∅440	—	6,4	—	
РТУ01-125/Д53-01-У1		430	∅440	—	6,0		
РТУ02-250-008-У1	ТУ16-545 020-81	815	∅540	—	11,9	1ДБИ-250ДРЛ/220В-033-ХЛ2	
ИСУ01-2000-002-У1	ТУ16-535.527-82	310	415	412	8,0	—	
ИСУ01-5000/К23-01-УХЛ1	ТУ16-535 527-82	267	816	582	20,1	—	

тильниками, расположенными в несколько рядов, причем на каждой опоре (точке подвеса) может быть расположено n светильников, расчет производится по формулам [40]

$$E_{ср} = \frac{1}{\pi DbK_з} \sum_{i=1}^{M} U_{E_i} \Phi_{лi} N_i \quad (9.1)$$

при нормированной средней освещенности и

$$L_{ср} = \frac{1}{\pi DbK_з} \sum_{i=1}^{M} U_{L_i} \Phi_{лi} N_i \quad (9.2)$$

при средней яркости дорожного покрытия.

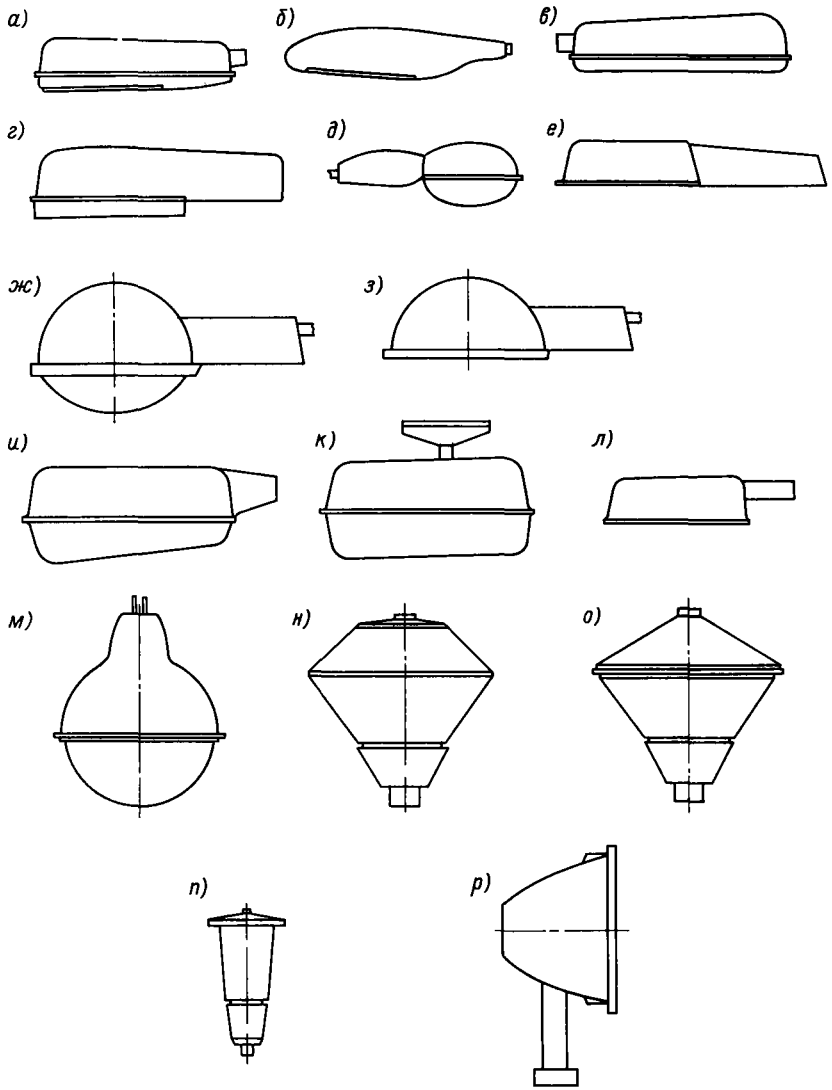


Рис 9.1. Внешний вид светильников типа: *а* — РКУ01-250-007-У1 и РКУ01-250-009-У1, *б* — РКУ01-250-011-У1, *в* — ЖКУ01-250-004-У1 и ЖКУ01-400-002-У1, *г* — ЖКУ02-400-003-УХЛ1 и ЖКУ02-400-004-УХЛ1, *д* — РКУ03, ГКУ03, ЖКУ03; *е* — РКУ06-125-001-У1; *ж* — РКУ07, ЖКУ07, модификация 001; *з* — РКУ07, ЖКУ07, модификация 002; *и* — ЖКУ08-150-001-УХЛ1, *к* — РСУ08-250-001-У1, *л* — НКУ01-200/Д23-02, *м* — СЗПР-250МН, *н* — РТУ01-250/С53-01-У1, о — РТУ01-250/С53-02-У1; *п* — РТУ02; *р* — ИСУ02-5000/К23-01-ХЛ1

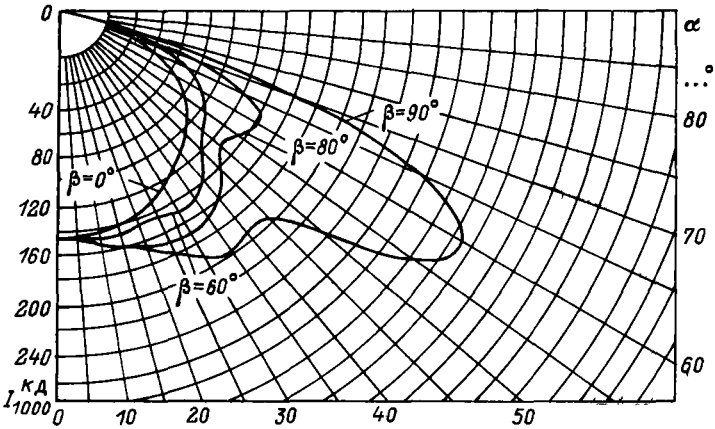


Рис 9 2 Кривые силы света светильников типа РКУ01-250-007-У1 и РКУ01-250-009-У1

Здесь и далее, до рис 9 29 включительно кривые силы света приводятся для условной лампы со световым потоком 1000 лм

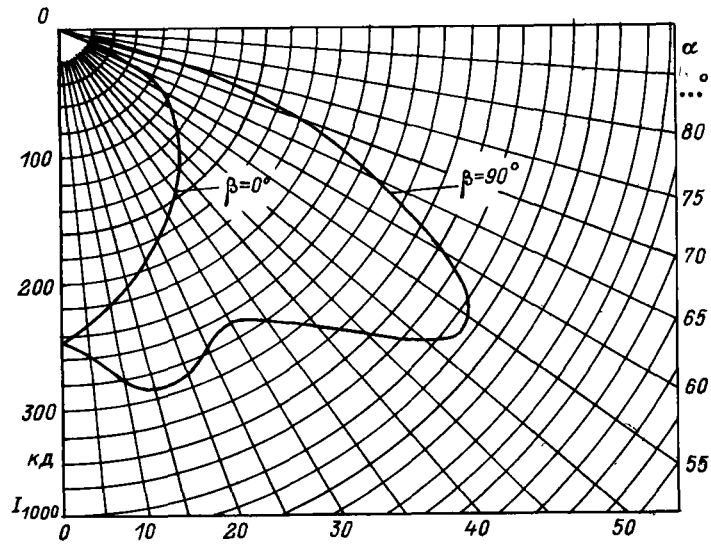


Рис 9 3 КСС светильников типа РКУ01-250-011-У1

В формулах (9.1) и (9.2) приняты следующие обозначения: D — шаг светильников (расстояние между проекциями места установки светильников на горизонтальную плоскость), м; b — ширина освещаемой площади, м; $K_з$ — коэффициент запаса; U_{E_i}, U_{L_i} — коэффициенты использования светового потока по освещенности и по яркости для i-го ряда светильников; $\Phi_{л i}$ — световой поток светильника i-го ряда, лм, N_i — число светильников на одной опоре, относящихся к i-му ряду; M — число рядов светильников вдоль освещаемой полосы (каждый ряд должен состоять из однотипных светильников, одинаково ориентированных относительно освещаемого участка).

Коэффициент запаса при светильниках с лампами накаливания принимается равным 1,3, а с разрядными лампами — 1,5.

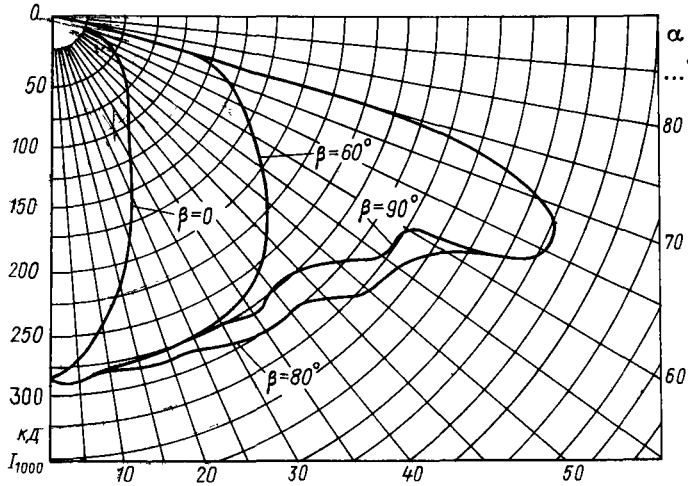


Рис 9.4 КСС светильников типа ЖКУ01-250-004-У1

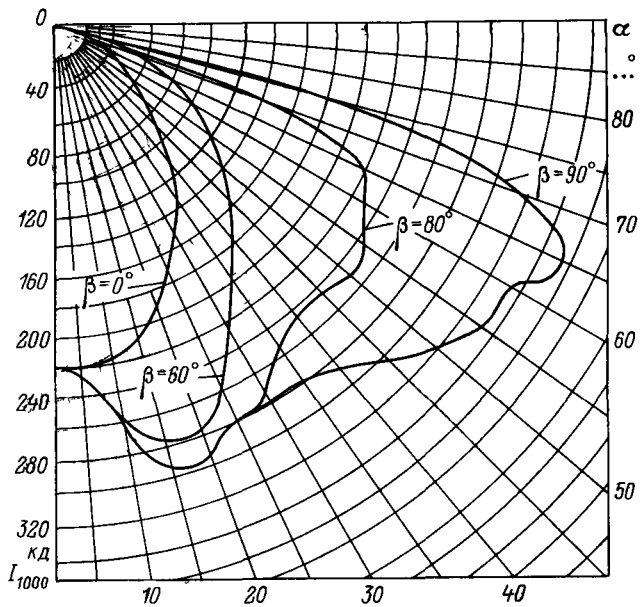


Рис 9.5 КСС светильников типа ЖКУ01-400-002-У1

Коэффициент использования зависит от расположения светильников на освещаемой полосе (рис. 9.31, *а*) и определяется из табл. 9.5 и 9.6 по значению отношения b/h.

На рис. 9.31, *а* приведены три варианта расположения светильников относительно освещаемой площадки: когда светильники размещены над освещаемой полосой, коэффициенты использования $U = U_1 + U_2$ (для симметричного расположения $U = 2U_1 = 2U_2$); при расположении светильников вне освещаемой площадки $U = U_1 - U_2$, где U_1 и U_2 определяются соответственно по табл. 9.5 (U_L) и 9.6 (U_E). Для несимметричных

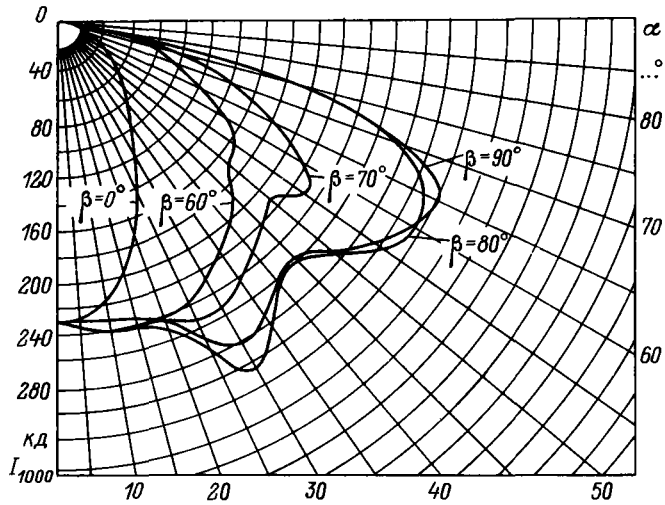


Рис 9 6 КСС светильников типа ЖКУ02-400-003-УХЛ1

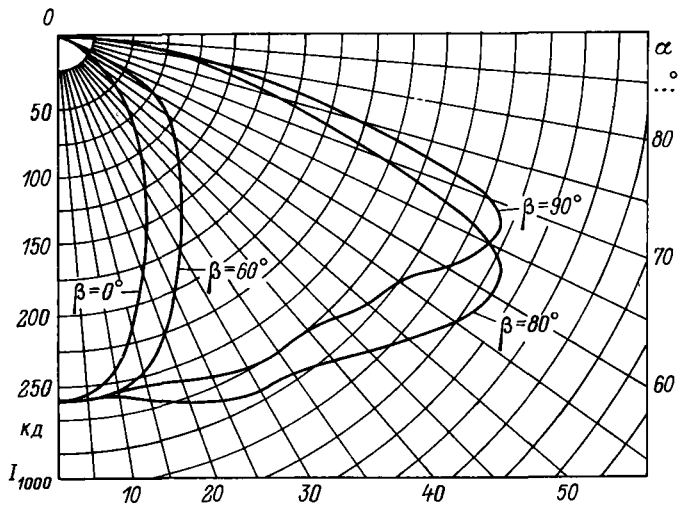


Рис 9 7 КСС светильников типа ЖКУ02-400-004-УХЛ1

светильников в табл. 9.5 и 9.6 приведены коэффициенты использования основного потока в направлении $\beta = 0$ и потока, направленного в противоположную сторону ($\beta = 180°$).

Расчет освещенности, если уже заданы условия установки светильников (тип опор, способ и высота подвеса), сводится к определению шага светильников (часто в литературе встречаются синонимы: расстояние между опорами, пролет, длина пролета и т. д.) и выбору их числа

Для определения шага светильников одного ряда формулы (9.1) и (9.2) записываются в виде:

$$D = \frac{\Phi_л U_E N}{E_{ср} K_з b}; \qquad (9.3)$$

$$D = \frac{\Phi_л U_L N}{\pi L_{ср} K_з b}. \qquad (9.4)$$

Необходимое число светильников N, расположенных равномерно по периметр-

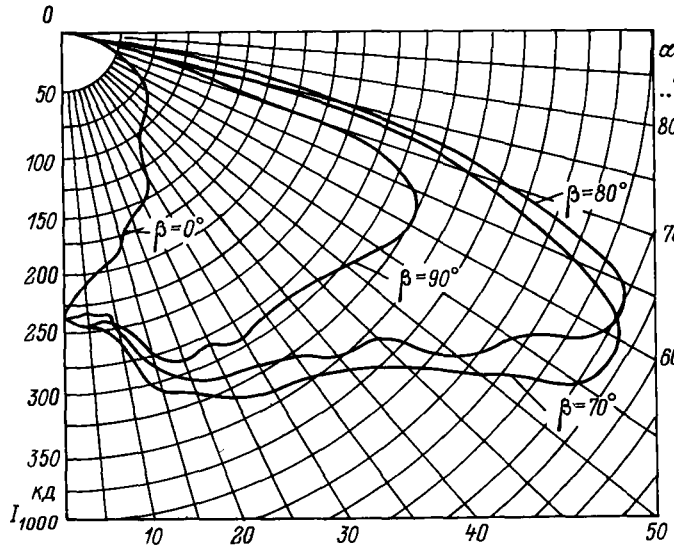


Рис. 9 8 КСС светильников типа РКУ03-250-001-У1 и РКУ03-400-003-У1

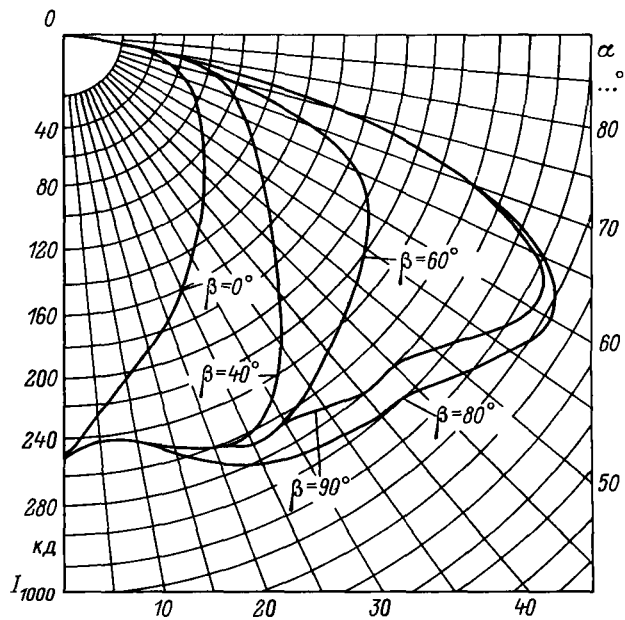


Рис 9 9 КСС светильников типа РКУ03-250-002-У1 и РКУ03-400-004-У1

ру больших площадей, рассчитывается по формуле

$$N = \frac{E_{ср} S K_з}{U_E \Phi_л}, \qquad (9.5)$$

где S — площадь освещаемой территории, м^2.

Коэффициент использования U_E в этом случае определяется по отношению $b/h = 4 \div 5$.

Пример 9.1. По оси дороги шириной 8 м на высоте 8 м установлены светильники типа РТУ125/С53-2 с лампами ти-

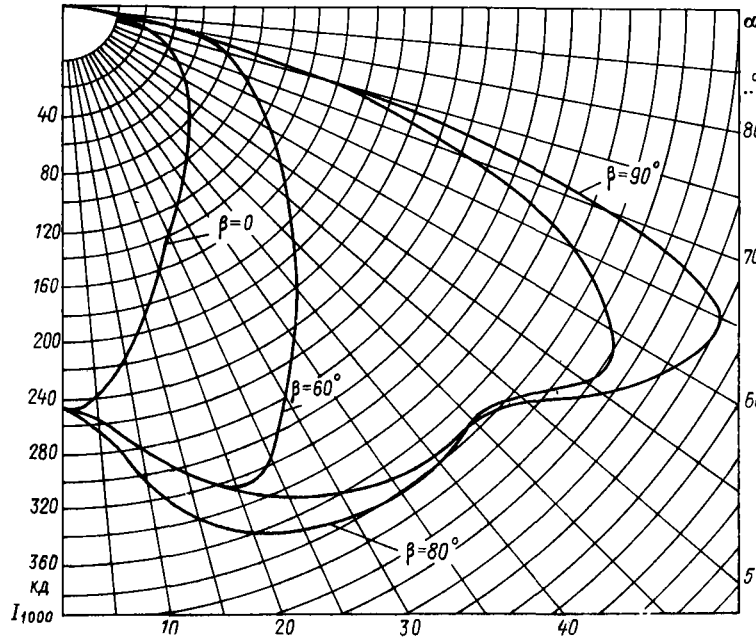


Рис 9 10 КСС светильников типа ЖКУ03-250-001-УХЛ1 и ЖКУ03-400-003-УХЛ1

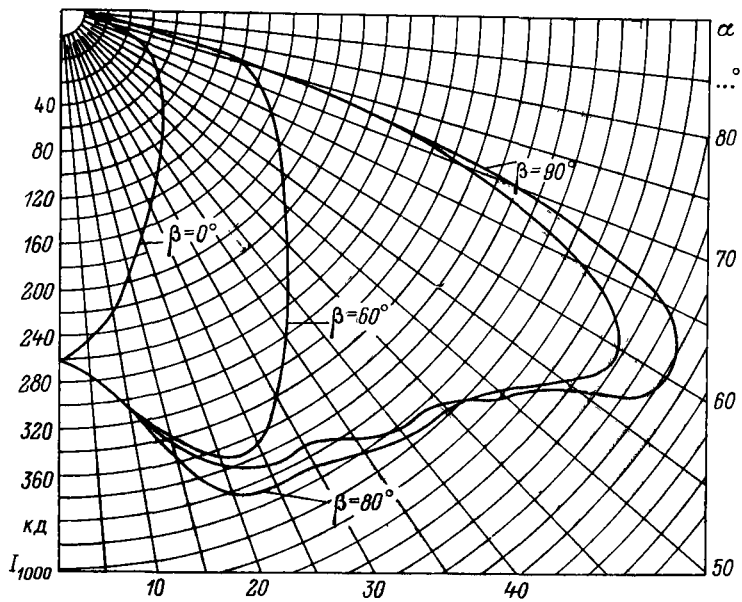


Рис 9 11 КСС светильников типа ЖКУ03-250-002-УХЛ1 и ЖКУ03-400-004-УХЛ1

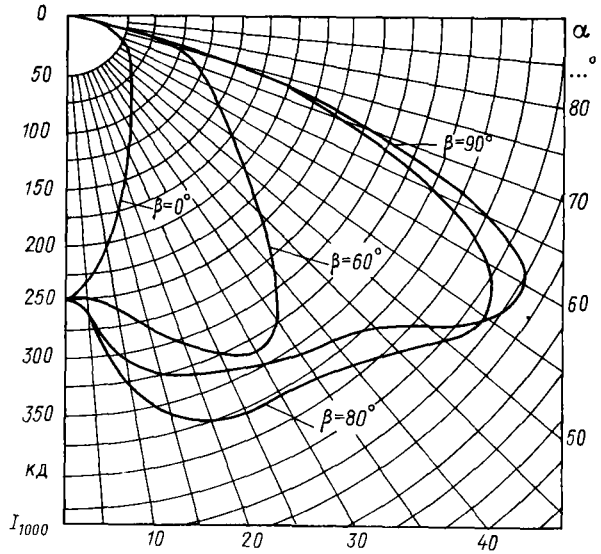


Рис 9 12 КСС светильников типа ГКУ03-250-001-У и ГКУ03-400-003 У

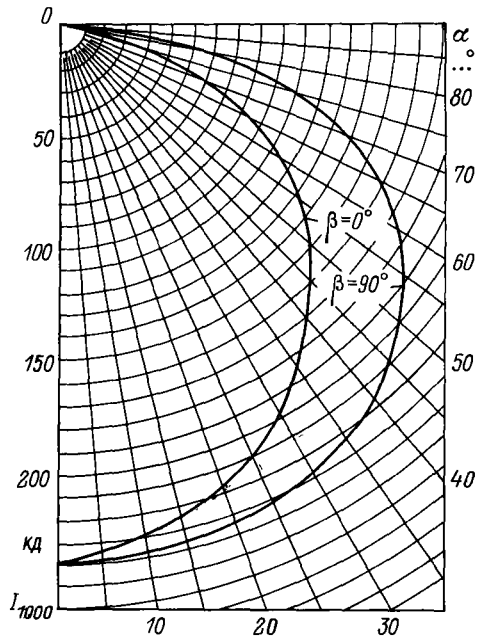


Рис 9 13 КСС светильников типа РКУ06-125-001-У1

па ДРЛ125 ($\Phi_л$ = 6300 лм). Требуемая нормативная освещенность 2 лк. Определить шаг светильников.

Р е ш е н и е. 1. Определяется отношение $b/h=8/8=1$.

2. Учитывая схему расположения светильников относительно освещаемой поверхности (схема *I* на рис. 9.31, *а*), вычисляем коэффициент использования $U_E=U_1+U_2$. В данном случае $U_E=2U_1$.

По отношению $b_1/h=b/(2h)=8/(2\times\times 8)=0{,}5$ в табл. 9.6 для светильника РТУ125/С53-2 находим коэффициент использования $U_1=0{,}081$; коэффициент использования $U_E=2U_1=0{,}162$.

3. Шаг светильников определяется по формуле (9.3):

$$D=\frac{\Phi_л U_E N}{E_{ср} K_з b}=\frac{6300\cdot 0{,}162\cdot 1}{2\cdot 1{,}5\cdot 8}=42{,}5 \text{ м}.$$

Пример 9.2. Светильники типа РКУ01-250-011 с лампами ДРЛ250(6)-4 ($\Phi_л$ = 13 000 лм) установлены на опорах высотой 8 м в ряд вдоль освещаемой дороги шириной 8 м на расстоянии $b_2=$ = 4 м от иее. Расстояние между опорами 20 м. Определить среднюю освещенность на дороге.

Р е ш е н и е. Задача соответствует расположению светильников *III*, приведенному на рис. 9.31, *а*, и решается следующим образом:

1. Определяется коэффициент ис-

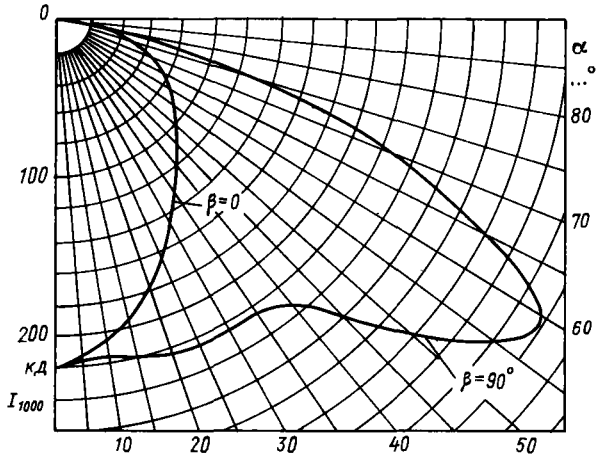


Рис. 9.14 КСС светильников типа РКУ07-80-001-У1

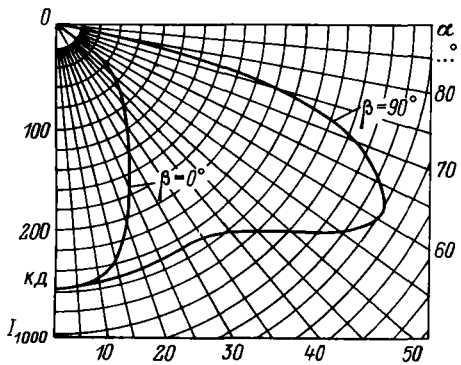


Рис 9 15 КСС светильников типа РКУ07-125-001-У1

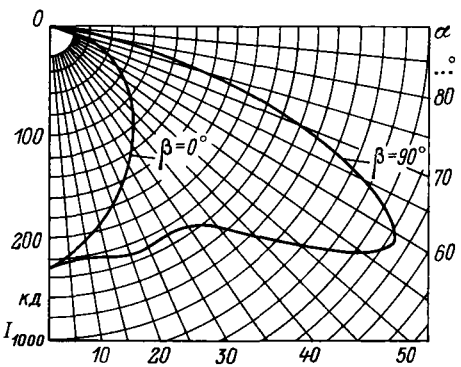


Рис 9 16. КСС светильников типа РКУ07-80-002-У1

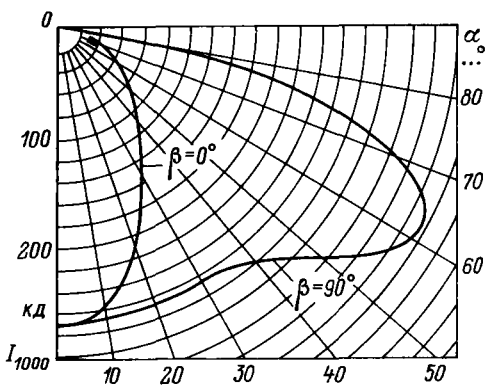


Рис 9 17 КСС светильников типа РКУ07-125-002-У1

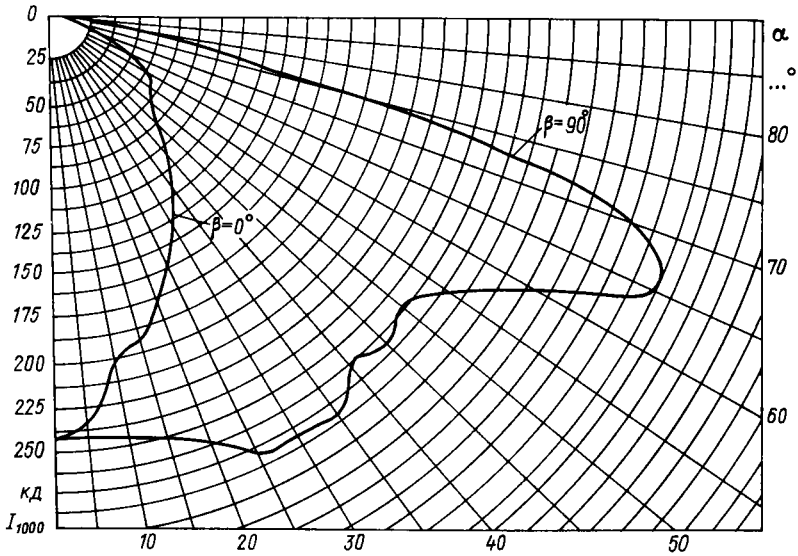


Рис 9 18 КСС светильников серии ЖКУ08 и ЖСУ08

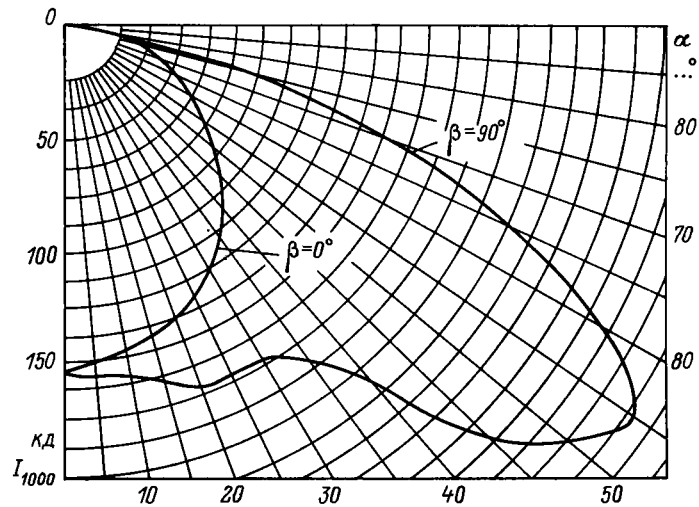


Рис 9.19 КСС светильников серии РСУ08

пользования $U_E = U_1 - U_2$. Значение U_1 находится по величине $b_1/h = (b + b_2)/h = 12/8 = 1{,}5$ из табл. 9.6, $U_1 = 0{,}333$. Аналогично иаходим $U_2 = f(b_2/h) = 0{,}28$. При этом $U_E = 0{,}33 - 0{,}28 = 0{,}05$.

2. По формуле (9.1), записанной для одиого ряда светильников, определяется освещенность иа дороге

$$E = \frac{\Phi_л U_E}{DbK_з} = \frac{13\,000 \cdot 0{,}05}{20 \cdot 8 \cdot 1{,}5} = 0{,}27 \text{ лк}.$$

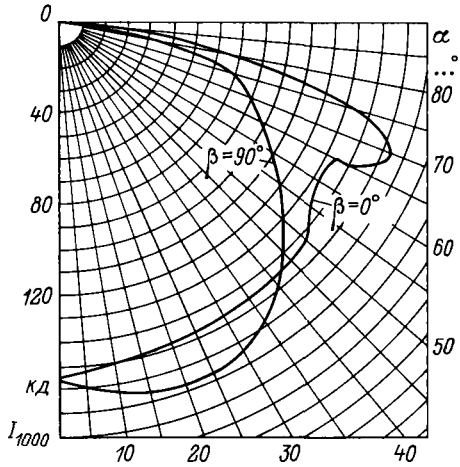


Рис 9 20 КСС светильников серии НКУ01

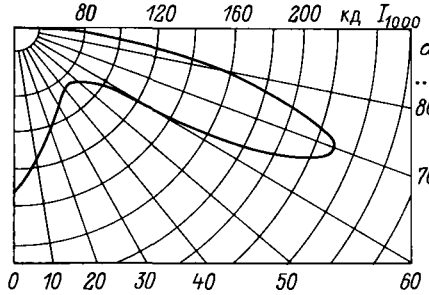


Рис 9 21 КСС светильников типа СЗПР-250МН-С

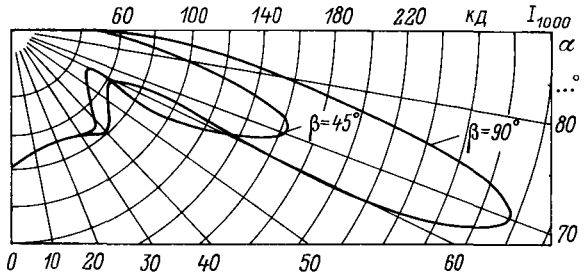


Рис 9 22 КСС светильников типа СЗПР-250МН-Ц

Таблица 9 3

Высота установки светильников с защитным углом до 15°

Светораспределение светильников	Наибольший световой поток в светильниках, устаиовленных на одной опоре, лм	Наименьшая высота установки светильников, м	
		при лампах иакаливаиия	при разряд иых лампах
Полуширокое	Менее 5000	6,5	7,0
	От 5000 до 10 000	7,0	7,5
	Свыше 10 000 до 20 000	7,5	8,0
	Свыше 20 000 до 30 000	—	9,0
	Свыше 30 000 до 40 000	—	10,0
	Свыше 40 000	—	11,5
Широкое	Менее 5000	7,0	7,5
	От 5000 до 10 000	8,0	8,5
	Свыше 10 000 до 20 000	9,0	9,5
	Свыше 20 000 до 30 000	—	10,5
	Свыше 30 000 до 40 000	—	11,5
	Свыше 40 000	—	13,0

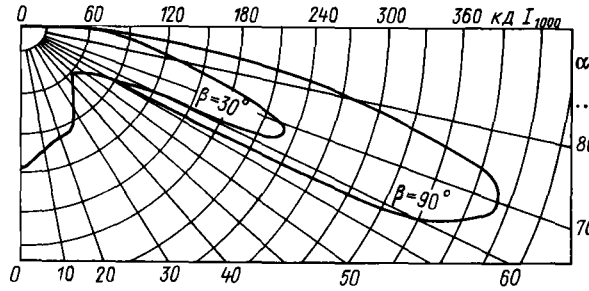


Рис 9 23 КСС светильников типа СЗПР-250МН-П

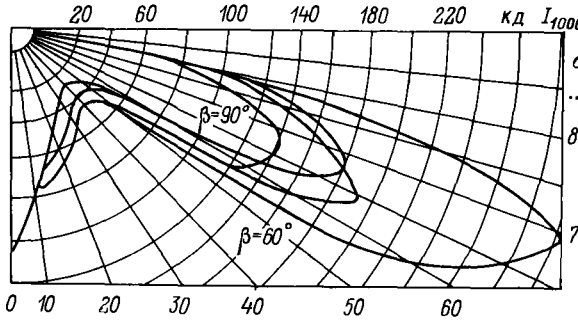


Рис 9 24 КСС светильников типа СЗПР-250МН-Б

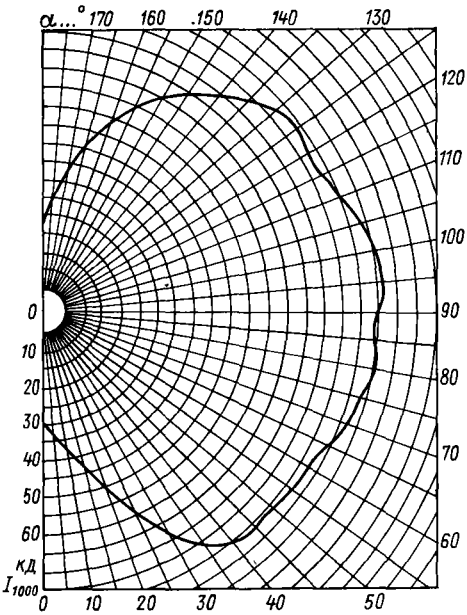


Рис 9 25 КСС светильников типа РТУ01-125/С53-01-У1

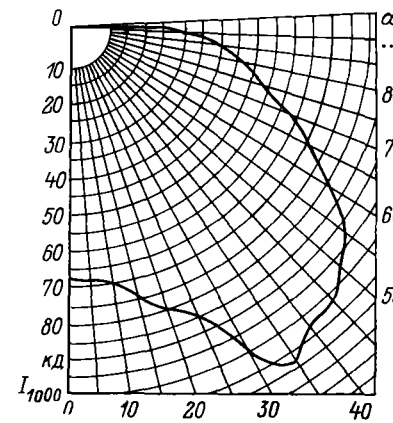


Рис 9 26 КСС светильников типа РТУ01-250/С53-02-У1

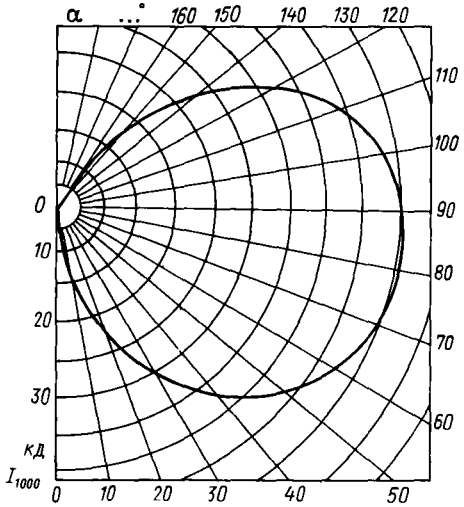


Рис 9 27 КСС светильников типа РТУ02

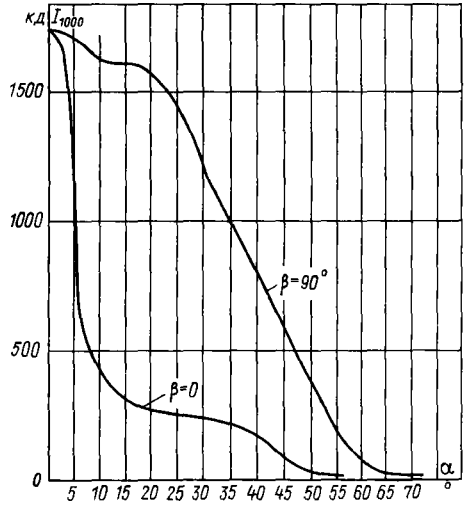


Рис 9 28 КСС светильников типа ИСУ01-2000-002-У1

Расчет по наименьшей освещенности светильников с круглосимметричной КСС

В устаиовках, для которых нормируется наименьшая освещенность, расчет рекомеидуется вести точечным методом. Расчет основан на зависимости

$$\Phi = \frac{1000 E K_з h^2}{\Sigma \varepsilon}, \qquad (9.6)$$

где E, $K_з$, h — соответствеино освещенность, лк; коэффициент запаса; расчетная высота, м; Φ — световой поток ламп в светильнике, лм; $\Sigma\varepsilon$ — сумма относительных освещенностей в контрольной точке.

Коитрольная точка выбирается обычно между светильниками по краю освещаемой полосы, при однорядном расположении — противоположном ряду светильиików. Чаще всего при определении $\Sigma\varepsilon$ достаточно учесть ближайшие светильиики и лишь при малых расстояниях между светильниками учитываются следующие за ними.

При круглосимметричных светильниках расчет ведется по кривым относительной освещенности (рис. 9.32), т. е. освещенности, которая рассчитывается для условной лампы 1000 лм и для $h = 1$ м.

Величина ε находится по формуле

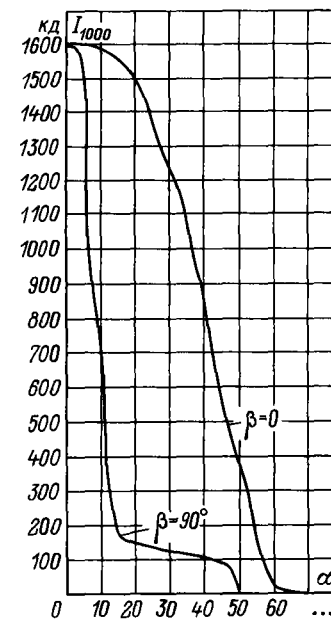


Рис 9.29 КСС светильников типа ИСУ02-5000/К23-01-УХЛ1

$$\varepsilon = I_\alpha \cos^3 \alpha, \qquad (9.7)$$

где I_α определяется по КСС светильника для угла $\alpha = \operatorname{arctg}(d/h)$; h, d — высота подвеса светильника и расстояние от проекции светильника на горизонтальную плоскость, в которой расположена

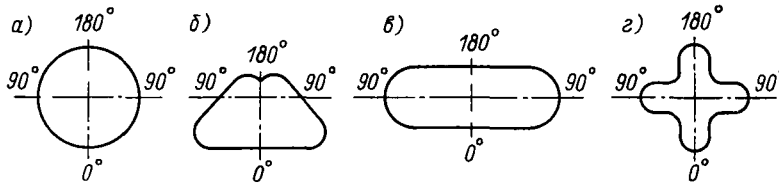


Рис 9 30 Характер изолюкс на горизонтальной плоскости и отсчет угла β светильников наружного освещения *а* — симметричное светораспределение (С), *б* — боковое светораспределение (Б), *в* — осевое светораспределение (Ц), *г* — для площадей (П)

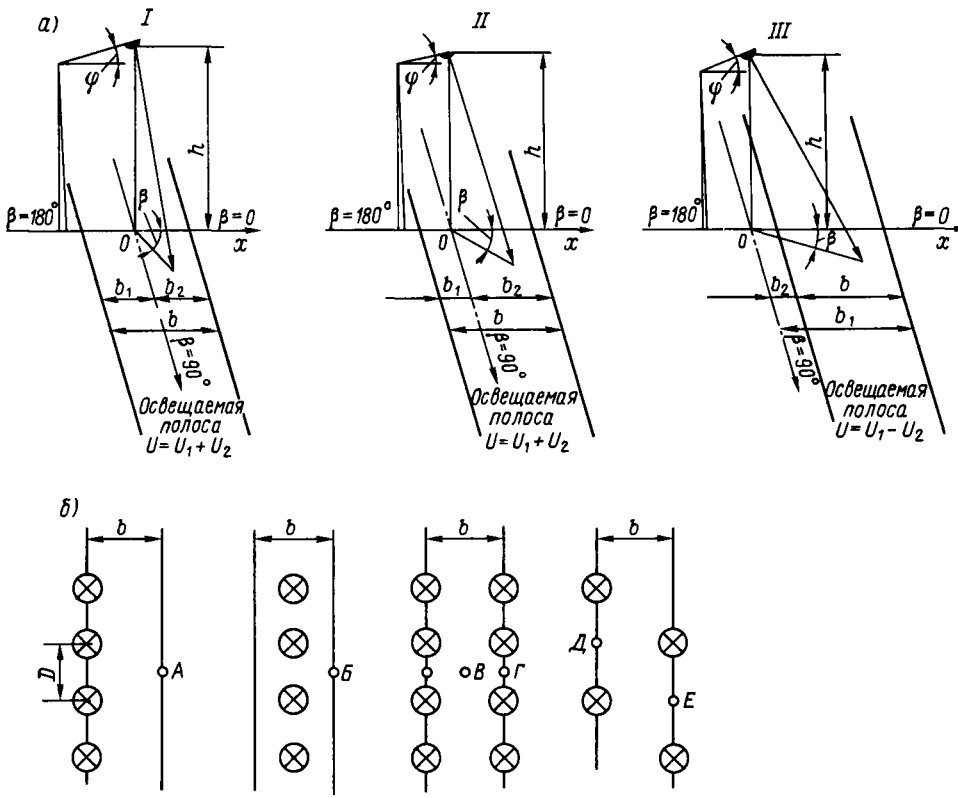


Рис 9 31 Расположение светильников относительно освещаемой поверхности *а* — к определению коэффициента использования, *б* — расположение точек минимальной освещенности (*А, Б, В, Г, Д*)

расчетная точка, до расчетной точки (см. рис. 7.1).

График ε строится в функции отношения d/h при $d<h$, а при $d>h$ — в функции отношения h/d. При расчетах по графикам рис. 9.32 находятся значения ε для того из отношений d/h или h/d, которое меньше единицы.

Для высоты подвеса светильников, отличной от $h=1$ м, условная освещенность от лампы в 1000 лм, создаваемая лучом, направленным под углом α к вертикали, определяется выражением

$$\varepsilon/h^2. \qquad (9.8)$$

При определении освещенности в за-

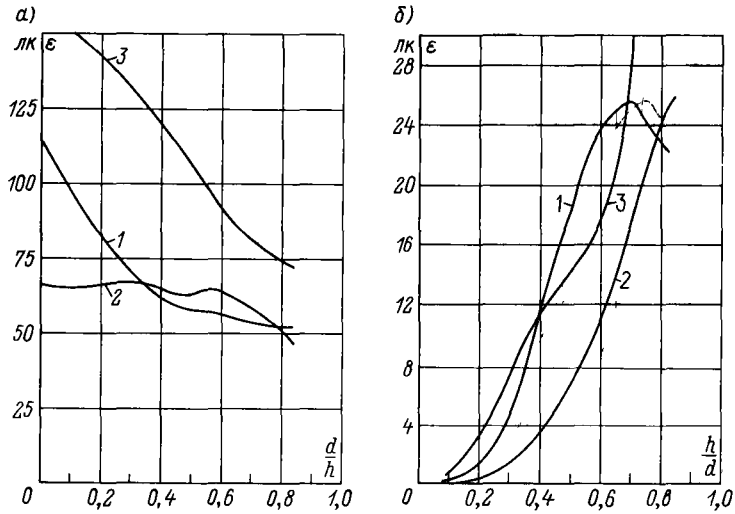


Рис 9 32 Кривые относительной освещенности светильников $а$ — $\varepsilon = f(d/h)$ при $d < h$, $б$ — $\varepsilon = f(h/d)$ при $d > h$
1 — СЗПР 250МН С, *2* — РТУ01 250/С53 02 У1, *3* — НКУ01 ($\beta = 0$)

данной точке расчет производится по формуле

$$E = \frac{\Phi_л \mu \Sigma \varepsilon}{1000 K_з h}, \qquad (9.9)$$

где μ — коэффициент, учитывающий составляющую освещенности от удаленных светильников ($\mu \geqslant 1{,}0$), световой поток которых не учитывается величиной $\Phi_л$; $\Sigma\varepsilon$ — сумма относительных освещенностей от всех светильников, в зоне действия которых находится расчетная точка.

Если требуется определить мощность ламп, необходимых в данной установке для создания заданной минимальной освещенности в зоне освещаемой площади, расчет ведется следующим образом [39]. Исходя из схемы размещения светильников и конфигурации освещаемой площади намечается на ней расчетная точка, где ожидается минимальная освещенность Далее определяются расстояния d от расчетной точки до каждого из светильников, в зоне которого она находится. При известной высоте подвеса светильника вычисляются h/d (d/h) и по графику относительных освещенностей (рис. 9.32) для каждого из расстояний находятся соответствующие значения относительной освещенности и подсчитывается $\Sigma\varepsilon$.

Необходимый световой поток ламп определяется по формуле

$$\Phi_л = \frac{1000 E_н K_з h^2}{\mu \Sigma \varepsilon}, \qquad (9.10)$$

соответственно этому

$$\Sigma \varepsilon = \frac{1000 E_н K_з h^2}{\mu \Phi_л}. \qquad (9.11)$$

Пример 9.3. По оси дороги шириной 10 м на высоте $h = 8$ м установлены светильники типа РТУ01-250/С53-02-У1 с лампой ДРЛ250 ($\Phi_л = 13\,000$ лм). Требуемая нормативная освещенность равна 1 лк. Определить шаг светильников D при $K_з = 1{,}3$.

Р е ш е н и е. По формуле (9.11) сумма относительных освещенностей

$$\Sigma \varepsilon = \frac{1000 E_н K_з h^2}{\mu \Phi_л} =$$

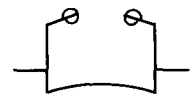
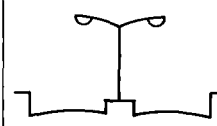
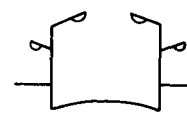
$$= \frac{1000 \cdot 1 \cdot 1{,}3 \cdot 8^2}{1 \cdot 13\,000} = 6{,}4 \text{ лк}$$

Учитывая, что минимальная освещенность (в точке $Б$ на рис. 9.31, $б$) создается одновременно двумя ближайшими светильниками, получаем

$$\Sigma \varepsilon = 2\varepsilon \text{ и } \varepsilon = \frac{\Sigma \varepsilon}{2} = 3{,}2 \text{ лк}.$$

Таблица 9 4

К выбору системы расположения светильников

№ пп	Наименование схемы	Схема	Ширина проезжей части, м	Способы установки ОП
1	Односторонняя		12	На опорах с одной стороны проезжей части
2	Двухрядная в шахматном порядке		24	На опорах с двух сторон проезжей части в шахматном порядке
3	Двухрядная прямоугольная		48	На опорах с двух сторон проезжей части в прямоугольном порядке
4	Осевая		18	На тросах по оси улицы или дороги
5	Двухрядная прямоугольная по оси движения		60	На тросах по оси движения в прямоугольном порядке
6	Двухрядная прямоугольная по оси улицы или дороги		24	На опорах, установленных по разделительной полосе проезжей части улиц или дорог
7	Четырехугольная в шахматном или прямоугольном порядке		48—100	На опорах с двух сторон проезжей части в шахматном или прямоугольном порядке
8	Смешанная в шахматном или прямоугольном порядке		24	На опорах или стенах зданий с двух сторон проезжей части в шахматном порядке Расстояние от проекций ОП до освещаемой рабочей поверхности больше 6 м

Значению $\varepsilon = 3{,}2$ лк на кривой графика относительной освещенности (рис. 9.3, *б*) соответствует $h/d = 0{,}38$, откуда расстояние до освещаемой точки $d = 26{,}3$ м и шаг светильников

$$D = 2\sqrt{26{,}3^3 - 5^2} = 51{,}7 \text{ м}$$

Светильники с некруглосимметричной КСС

Для светильников с некруглосимметричной КСС принимается, что оптическая ось светильника совпадает с осью x Расчет производится с помощью графиков условных изолюкс (рис. 9.33), которые построены в функции парамет-

Таблица 95

Коэффициент использования светового потока U_L при расчете освещенности по средней яркости дорожного покрытия

Тип светильника, дорожное покрытие	Угол наклона светильника φ, °	Угол β, °	Коэффициент использования U_L при отношении ширины расчетной полосы к высоте установки светильников b/h, равном					
			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
РКУ01-125-008								
гладкое	+15	0	0,041	0,063	0,075	0,082	0,086	0,088
	−15	180	0,036	0,053	0,057	0,059	0,059	0,059
РКУ01-250-007								
гладкое	+15	0	0,046	0,07	0,078	0,083	0,087	0,089
	−15	180	0,033	0,043	0,047	0,047	0,047	0,047
	+30	0	0,041	0,07	0,081	0,09	0,095	0,099
	−30	180	0,022	0,027	0,027	0,027	0,028	0,028
шероховатое	+15	0	0,044	0,065	0,073	0,077	0,081	0,082
	−30	180	0,032	0,041	0,043	0,044	0,045	0,045
	+30	0	0,039	0,064	0,076	0,082	0,089	0,091
	−30	180	0,021	0,025	0,026	0,026	0,027	0,027
РКУ01-400-006								
гладкое	+15	0	0,045	0,07	0,079	0,085	0,091	0,093
	−15	180	0,035	0,048	0,05	0,051	0,051	0,051
	+30	0	0,041	0,070	0,082	0,090	0,098	0,102
	−30	180	0,26	0,032	0,031	0,031	0,031	0,031
шероховатое	+15	0	0,04	0,061	0,069	0,075	0,08	0,082
	−15	180	0,032	0,044	0,047	0,047	0,048	0,048
	+30	0	0,037	0,06	0,071	0,078	0,085	0,088
	−30	180	0,025	0,303	0,03	0,03	0,03	0,03
ЖКУ02-250-003								
гладкое	+15	0	0,055	0,086	0,095	0,1	0,105	0,106
	−15	180	0,041	0,054	0,057	0,058	0,059	0,059
	+30	0	0,049	0,085	0,099	0,107	0,114	0,117
	−30	180	0,028	0,035	0,036	0,036	0,036	0,036
шероховатое	+15	0	0,045	0,065	0,073	0,077	0,081	0,083
	−15	180	0,033	0,042	0,045	0,046	0,046	0,046
	+30	0	0,04	0,065	0,076	0,082	0,088	0,091
	−30	180	0,022	0,027	0,028	0,028	0,029	0,029
ЖКУ02-400-001								
гладкое	+15	0	0,053	0,082	0,092	0,097	0,102	0,104
	−15	180	0,04	0,055	0,058	0,059	0,059	0,059
	+30	0	0,047	0,082	0,096	0,103	0,11	0,114
	−30	180	0,028	0,036	0,037	0,037	0,037	0,037
шероховатое	+15	0	0,043	0,063	0,071	0,075	0,079	0,081
	−15	180	0,032	0,042	0,045	0,046	0,047	0,047
	+30	0	0,039	0,063	0,073	0,08	0,086	0,088
	−30	180	0,023	0,028	0,029	0,03	0,03	0,03
ЖКУ02-400-002								
гладкое	+15	0	0,056	0,086	0,096	0,102	0,107	0,109
	−15	180	0,041	0,054	0,057	0,058	0,059	0,059

Окончание табл 9 5

Тип светильника, дорожное покрытие	Угол наклона светильника φ, °	Угол β, °	Коэффициент использования U_L при отношении ширины расчетной полосы к высоте установки светильников b/h, равном					
			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
ЖКУ02-400-002 гладкое	+30	0	0,05	0,085	0,098	0,107	0,116	0,119
	−30	180	0,028	0,033	0,034	0,034	0,035	0,035
шероховатое	+15	0	0,045	0,07	0,079	0,084	0,088	0,09
	−15	180	0,035	0,045	0,048	0,049	0,049	0,049
	+30	0	0,043	0,07	0,081	0,087	0,095	0,098
	−30	180	0,024	0,029	0,03	0,03	0,03	0,03
СЗПР-250-С	—	—	0,032	0,056	0,074	0,088	0,108	0,118
СЗПР-250-Ц	—	—	0,032	0,056	0,074	0,088	0,103	0,109
СЗПР-250-Б	—	0	0,028	0,053	0,074	0,09	0,106	0,112
	—	180	0,022	0,046	0,06	0,07	0,079	0,085

Таблица 9 6

Коэффициент использования светового потока U_E при расчете освещенности по средней нормируемой освещенности

Тип светильника	Угол наклона светильника φ, °	Угол β, °	Коэффициент использования U_E при отношении ширины расчетной высоты к высоте установки светильников b/h, равном					
			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
РТУ01-125/С53-2	0	0, 180	0,081	0,137	0,163	0,184	0,203	0,214
РТУ02-250-08	0	0; 180	0,041	0,075	0,094	0,11	0,126	0,135
РКУ01-125-008	+15	0	0,154	0,259	0,308	0,343	0,376	0,394
	−15	180	0,14	0,223	0,25	0,261	0,266	0,266
РКУ01-250-007	+15	0	0,208	0,342	0,392	0,431	0,462	0,472
	−15	180	0,165	0,225	0,241	0,248	0,25	0,25
	+30	0	0,201	0,345	0,434	0,479	0,515	0,553
	−30	180	0,11	0,142	0,146	0,147	0,149	0,152
РКУ01-400-006	+15	0	0,195	0,319	0,372	0,408	0,44	0,454
	−15	180	0,161	0,241	0,26	0,265	0,267	0,267
	+30	0	0,181	0,32	0,384	0,428	0,469	0,49
	−30	180	0,132	0,169	0,17	0,171	0,173	0,173
ЖКУ02-250-003	+15	0	0,193	0,305	0,346	0,37	0,391	0,401
	−15	180	0,136	0,189	0,207	0,216	0,219	0,219
	+30	0	0,171	0,307	0,366	0,402	0,432	0,446
	−30	180	0,093	0,126	0,131	0,132	0,134	0,136
ЖКУ02-400-001	+15	0	0,191	0,298	0,34	0,366	0,387	0,397
	−15	180	0,134	0,189	0,208	0,217	0,221	0,227
	+30	0	0,166	0,300	0,357	0,393	0,424	0,437
	−30	180	0,095	0,130	0,136	0,137	0,14	0,142

Окончание табл 9 6

Тип светильника	Угол наклона светильника φ, °	Угол β, °	Коэффициент использования U_E при отношении ширины расчетной высоты к высоте установки светильников b/h, равном					
			0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
ЖКУ02-400-002	+15	0	0,224	0,35	0,398	0,426	0,45	0,46
	−15	180	0,155	0,215	0,233	0,242	0,245	0,245
	+30	0	0,195	0,352	0,418	0,459	0,459	0,512
	−30	180	0,108	0,141	0,146	0,147	0,149	0,151
СЗПР-250-Ц	—	—	0,093	0,157	0,224	0,250	0,262	0,271
СЗПР-250-Б	—	0	0,094	0,159	0,218	0,256	0,270	0,279
	—	180	0,088	0,149	0,217	0,244	0,256	0,292

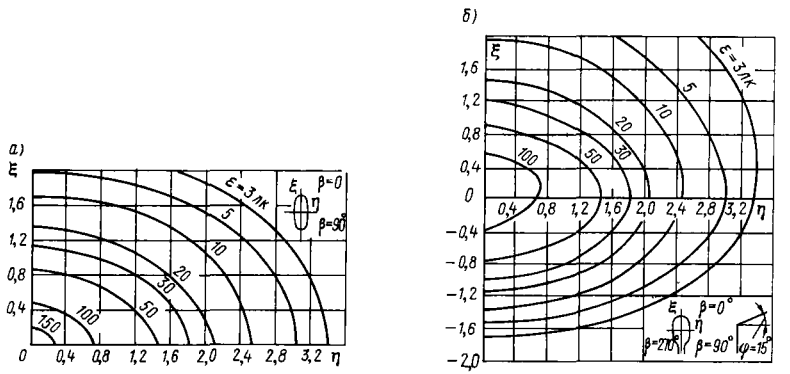


Рис 9.33 Графики условных изолюкс. *а* — для светильников типа РСУ05 с лампами ДРЛ ($\Phi_0=1000$ лм), *б* — для светильников типа РКУ01 с лампами ДРЛ ($\Phi_0=1000$ лм, $\varphi=15°$)

ров $\xi=x/h$, $\eta=y/h$, где значения x, y находятся согласно рис. 7.22. По графикам (соответственно значениям $\xi=x/h$ и $\eta=y/h$) определяется относительная освещенность от каждого из светильников, в зоне которых находятся расчетные точки, и суммарная условная освещенность $\Sigma\varepsilon$. Затем расчет проводится по тем же формулам, что и для круглосимметричных светильников.

Консольные светильники с некруглосимметричными КСС

Для наружного освещения светильники, устанавливаемые консольно на опоре, обычно имеют угол наклона к горизонтальной плоскости 15—20°. Для консольных светильников расчет производится также посредством графиков условных изолюкс (рис. 9.33), но определение координат выполняется с помощью таблицы коэффициента использования светового потока от консольных светильников, установленных под углом 15—20° (табл. 9.7). Суммарная относительная освещенность определяется по формуле

$$\Sigma\varepsilon=\frac{1000E_{н}K_{з}\rho^{3}}{\Phi_{л}}, \qquad (9\ 12)$$

а необходимый световой поток лампы в светильнике

$$\Phi_{л}=\frac{1000E_{н}K_{з}h^{2}\rho^{3}}{\Sigma\varepsilon}, \qquad (9.13)$$

где ρ^3 берется из табл. 9.8.

Порядок расчета следующий:

Таблица 9 7

Данные для расчета освещения от светильников наружного освещения, наклоненных к горизонтали на угол 15—20°

$\frac{x}{h}$	ξ	ρ^3	Значение η при y/h, равном																				
			0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
—0,6	—1,22	0,40		0,27	0,55	0,83	1,09	1,35	1,64	1,91	2,18	2,46	2,73	3,00	3,28	3,55	3,82	4,10	4,37	4,64	4,92	5,19	5,46
—0,4	—0,89	0,52		0,25	0,50	0,75	1,00	1,24	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
—0,2	—0,61	0,66		0,23	0,46	0,69	0,92	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07	2,30	2,53	2,76	2,99	3,22	3,45	3,68	3,91	4,14	4,37	4,60
0	—0,36	0,83		0,21	0,43	0,64	0,85	1,06	1,29	1,49	1,70	1,92	2,13	2,34	2,56	2,77	2,98	3,20	3,41	3,62	3,83	4,05	4,26
0,2	—0,15	1,02		0,20	0,40	0,59	0,79	1,00	1,19	1,39	1,58	1,78	1,98	2,18	2,38	2,57	2,77	2,97	3,17	3,37	3,56	3,76	3,96
0,4	0,03	1,24		0,18	0,37	0,56	0,74	0,93	1,11	1,30	1,48	1,66	1,85	2,04	2,22	2,40	2,59	2,78	2,96	3,14	3,33	3,52	3,70
0,6	0,19	1,50		0,18	0,35	0,52	0,70	0,87	1,05	1,22	1,40	1,58	1,75	1,92	2,10	2,28	2,45	2,62	2,80	2,98	3,15	3,32	3,50
0,8	0,34	1,78		0,16	0,33	0,50	0,66	0,82	0,99	1,16	1,32	1,48	1,65	1 82	1,98	2,14	2,31	2,48	2,64	2,80	2,97	3,14	3,30
1,0	0,46	2,10		0,16	0,31	0,47	0,62	0,78	0,94	1,09	1,25	1,40	1,56	1,72	1,87	2,03	2,18	2,34	2,50	2,65	2,81	2,96	3,12
1,2	0,58	2,45	0	0,15	0,30	0,44	0,59	0,74	0,89	1,04	1,18	1,33	1,48	1,63	1,78	1,92	2,67	2,22	2,37	2,52	2,66	2,81	2,96
1,4	0,69	2,85		0,14	0,28	0,42	0,56	0,71	0,85	0,99	1,13	1,27	1,41	1,53	1,69	1,83	1,97	2,12	2,26	2,40	2,54	2,68	2,82
1,6	0,78	3,27		0,14	0,27	0,40	0,54	0,68	0,81	0,94	1,08	1,22	1,35	1,48	1,62	1,76	1,89	2,02	2,16	2,30	2,43	2,56	2,70
1,8	0,87	3,76		0,13	0,26	0,39	0,52	0,64	0,77	0,90	1,03	1,16	1,29	1,42	1,55	1,68	1,81	1,94	2,06	2,19	2,32	2,45	2,58
2,0	0,94	4,27		0,12	0,25	0,37	0,49	0,62	0,74	0,86	0,98	1,11	1,23	1,35	1,48	1,60	1,72	1,84	1,97	2,09	2,21	2,34	2,46
2,2	1,02	4,83		0,12	0,24	0,35	0,47	0,59	0,71	0,83	0,94	1,06	1,18	1,30	1,42	1,53	1,65	1,77	1,89	2,01	2,12	2,24	2,36
2,4	1,09	5,45		0,11	0,23	0,34	0,45	0,57	0,68	0,79	0,91	1,02	1,14	1,25	1,36	1,48	1,59	1,70	1,82	1,93	2,04	2,16	2,27
2,6	1,15	6,13		0,11	0,22	0,33	0,44	0,55	0,65	0,76	0,87	0,98	1,09	1,20	1,31	1,42	1,53	1,64	1,74	1,85	1,96	2,07	2,18
2,8	1,21	6,85		0,10	0,21	0,32	0,42	0,53	0,63	0,74	0,84	0,95	1,06	1,16	1,26	1,37	1,48	1,58	1,69	1,79	1,90	2,00	2,11
3,0	1,26	7,60		0,10	0,20	0,31	0,41	0,51	0,61	0,71	0,82	0,92	1,02	1,12	1,22	1,33	1,43	1,53	1,63	1,73	1,84	1,94	2,04

Таблица 9.8

Данные для расчета прожекторного освещения

θ, °	Значения ξ (верхиее число), ρ (среднее число) и ρ^3 (иижнее число) при отношении x/h, равном																									
	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10	10,5	11	12	13
8	2,47	1,46	1,01	0,75	0,49	0,34	0,25	0,19	0,14	0,11	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07
	0,39	0,63	0,88	1,13	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,6	9,0	9,5	10,0	10,5	11	12	13
	0,06	0,25	0,68	1,42	4,2	9,5	18	30	46	68	97	132	173	225	284	350	430	520	625	740	860	1020	1170	1350	1740	2200
10	2,24	1,34	0,94	0,7	0,44	0,3	0,21	0,15	0,11	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10
	0,42	0,67	0,91	1,16	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,5	9,0	9,5	10	10,5	11	12	13
	0,07	0,30	0,76	1,54	4,5	9,8	18	30	48	69	98	132	174	225	284	353	432	520	625	735	860	1010	1160	1340	1720	2180
12	2,05	1,25	0,87	0,65	0,40	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	0,01	0,01	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14
	2,45	0,70	0,94	1,19	1,70	2,20	2,26	3,10	3,60	4,10	4,60	5,1	5,6	6,1	6,6	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10	10,5	11	11,9	12,9
	0,09	0,34	0,84	1,66	1,70	10	19	31	48	70	98	132	174	225	283	350	425	515	620	730	850	995	1150	1320	1700	2150
14	1,88	1,17	0,82	0,60	0,36	0,23	0,14	0,08	0,04	0	0,03	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,17	
	0,48	0,73	0,98	1,21	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	9,9	10,64	10,9	11,9	
	0,11	0,38	0,91	1,77	4,9	10	19	31	48	70	98	132	173	222	280	345	425	512	610	720	845	980	1140	1300	1670	
16	1,73	1,09	0,76	0,56	0,32	0,19	0,10	0,04	0	0,04	0,06	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19		
	0,52	0,79	1,00	1,24	1,70	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,0	5,6	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,4	8,9	9,4	9,9	10,4	10,8		
	0,14	0,43	0,99	1,89	5,1	11	19	31	48	70	97	130	172	220	277	343	415	500	600	710	830	960	1110	1280		
18	1,60	1,01	0,70	0,51	0,28	0,15	0,07	0,01	0,04	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23		
	0,55	0,78	1,02	1,26	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,5	6,0	6,5	7,0	7,4	7,9	8,4	8,9	9,3	9,8	10,3	10,8		
	0,16	0,48	1,06	2,0	5,2	11	19	32	48	69	97	130	170	216	272	340	410	495	590	700	810	940	1080	1240		
20	1,48	0,87	0,65	0,47	0,25	0,12	0,04	0,03	0,07	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24	0,25	0,26	0,26			
	0,58	0,81	1,05	1,28	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,0	5,5	6,0	6,4	6,9	7,4	7,9	8,3	8,8	9,3	9,7	10,2			
	0,19	0,53	1,14	2,1	5,3	11	19	32	48	68	96	128	167	213	267	330	400	485	580	680	800	920	1060			
22	1,37	0,88	0,6	0,42	0,21	0,08	0,01	0,06	0,11	0,14	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	0,29				
	0,61	0,84	1,07	1,3	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	5,5	5,9	6,4	6,9	7,3	7,8	8,3	8,7	9,2	9,6				
	0,22	0,59	1,22	2,2	5,6	11	19	31	48	68	94	125	163	210	260	320	390	470	560	660	770	890				
24	1,28	0,81	0,56	0,38	0,17	0,05	0,04	0,10	0,15	0,18	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32	0,33					
	0,63	0,86	1,09	1,33	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,1	4,5	5,0	5,4	5,9	6,3	6,8	7,3	7,7	8,2	8,6	9,1					
	0,26	0,64	1,30	2,3	5,6	11	19	31	37	67	92	123	160	205	255	315	380	460	545	640	750					
26	1,2	0,76	0,51	0,37	0,14	0,01	0,08	0,14	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31	0,33	0,34	0,34								
	0,66	0,89	1,11	1,34	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,7	7,2	7,6								
	0,29	0,70	1,37	2,39	5,7	11	19	31	46	65	90	120	156	198	247	305	370	445								

θ, °	Значения ξ (верхнее число), ρ (среднее число) и ρ^3 (нижнее число) при отношении x/h, равном																								
	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10	10,5	11	12	13
28	1,11 0,69 0,33	0,71 0,91 0,75	0,47 1,13 1,44	0,3 1,35 2,47	0,1 1,8 5,7	0,03 2,2 11	0,11 2,7 19	0,17 3,1 30	0,22 3,6 45	0,25 4,0 64	0,28 4,4 87	0,30 4,9 116	0,32 5,3 151	0,34 5,8 192	0,35 6,2 240	0,36 6,6 295	0,37 7,1 355	0,38 7,5 425	0,35 8,1 525	0,36 8,5 620						
30	1,03 0,72 0,32	0,66 0,93 0,81	0,43 1,15 1,50	0,27 1,37 2,53	0,07 1,8 5,8	0,06 2,2 11	0,15 2,7 19	0,20 3,1 30	0,25 3,5 44	0,29 4,0 62	0,32 4,4 85	0,34 4,8 112	0,36 5,3 145	0,38 5,7 184	0,39 6,1 230	0,40 6,6 283	0,41 7,0 343	0,42 7,4 410	0,39 8,0 505						
32	0,96 0,74 0,41	0,61 0,95 0,87	0,39 1,16 1,58	0,25 1,38 2,61	0,03 1,80 5,85	0,09 2,23 1,0	0,18 2,65 18,6	0,24 3,07 29	0,29 3,5 43	0,32 3,9 60	0,35 4,3 82	0,38 4,8 108	0,40 5,2 140	0,41 5,6 177	0,43 6,0 220	0,44 6,5 270									
35	0,87 0,78 0,47	0,54 0,98 0,95	0,33 1,18 1,68	0,18 1,39 2,7	0,02 1,80 5,8	0,15 2,21 10,8	0,23 2,62 18	0,30 3,03 28	0,34 3,44 41	0,38 3,85 57	0,41 4,3 77	0,44 4,7 102	0,46 5,1 131	0,48 5,5 165	0,49 5,9 205	0,51 6,3 251									
37	0,81 0,80 0,51	0,50 1,00 1,00	0,29 1,20 1,73	0,14 1,4 2,7	0,06 1,8 5,8	0,18 2,2 10,6	0,27 2,6 17,5	0,33 3,0 27	0,38 3,4 39	0,42 3,8 55	0,45 4,2 74	0,48 4,6 97	0,50 5,0 124	0,52 5,4 157	0,54 5,8 194											
40	0,72 0,83 0,58	0,43 1,03 1,08	0,23 1,22 1,8	0,09 1,40 2,8	0,11 1,80 5,7	0,24 2,20 10,3	0,33 2,6 17	0,39 2,9 25	0,45 3,3 37	0,49 3,7 51	0,52 4,1 68	0,55 4,5 89	0,57 4,9 114	0,59 5,24 144	0,60 5,6 178											
45	0,6 0,88 0,69	0,33 1,06 1,19	0,14 1,24 1,89	0 1,41 2,8	0,2 1,8 5,5	0,3 2,1 9,5	0,4 2,5 15	0,5 2,8 23	0,56 3,2 32	0,6 3,5 44	0,64 3,9 59	0,67 4,2 76	0,69 4,6 97	0,71 4,9 121	0,73 5,3 149											
50	0,49 0,93 0,80	0,24 1,09 1,29	0,05 1,25 1,94	0,09 1,4 2,79	0,29 1,7 5,2	0,43 2 8,6	0,54 2,4 13	0,6 2,7 19	0,67 3 27	0,72 3,3 37	0,77 3,6 49	0,8 4 63	0,83 4,3 79,6	5 4,6 98,8												
55	0,38 0,96 0,89	0,15 1,1 1,35	0,03 1,25 1,94	0,17 1,39 2,7	0,39 1,68 4,7	0,54 1,97 7,6	0,65 2,2 11,4	0,74 2,5 16,4	0,81 2,8 22,5	0,87 3,1 30	0,9 3,4 39	0,95 3,7 50	0,99 4,0 63	1,0 4,3 77												
60	0,29 0,99 0,97	0,06 1,11 1,39	0,12 1,24 1,91	0,27 1,4 2,55	0,49 1,6 4,2	0,66 1,9 6,5	0,79 2,1 9,5	0,89 2,4 13	0,97 2,6 18	1,03 2,9 23	1,09 3,1 30	1,14 3,4 38	1,18 3,6 47	1,2 3,9 58												

Примечание Значения ε от жирной линии относятся к нижним квадрантам, что учитывается в случаях, когда светораспределение прожектора вверх и вниз от оси неодинаково

1. Рассчитывают отношения x/h и y/h.

2 По найденным значениям x/h и y/h в табл. 9.8 находят величины ξ и η.

3. По графикам условных изолюкс (рис. 9.33) определяют относительную освещенность ε.

4. Вычисляют $\Sigma\varepsilon$.

5. Рассчитывают необходимый световой поток лампы светильника по формуле (9.13).

Если задан световой поток лампы, то расчет производится относительно $\Sigma\varepsilon$ по формуле (9.12); по этой величине определяют остальные параметры осветительной установки.

В приложении к СНиП II-4-79 [5] приводятся типовые решения освещения улиц и дорог; эти решения можно использовать при проектировании, не прибегая к расчетам.

9.3. ПРОЖЕКТОРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Предметом расчета прожекторной установки является: определение числа прожекторов, необходимых для создания нормируемой освещенности на освещаемой площадке; выбор мест размещения прожекторных мачт и прожекторов; определение высоты установки прожекторов над освещаемой поверхностью; определение оптимальных углов наклона прожекторов в вертикальной плоскости и углов разворота в горизонтальной плоскости.

Расчет прожекторного освещения может быть осуществлен методом светового потока, точечным методом и по удельной мощности.

Для ориентировочных расчетов, например на стадии технико-экономического обоснования проекта, расчет может быть проведен методом светового потока или удельной мощности.

Более детальная разработка светотехнической части проекта осуществляется точечным методом, при этом решаются такие задачи, как расчет и построение изолюкс; расчет с помощью изолюкс для одиночного прожектора и для группы (пучка) прожекторов

Перечень и основные технические характеристики прожекторов, а также светильников прожекторного типа приведены в табл. 9.9 и 9.10. На рис. 9.34 приведены общий вид и установочные размеры некоторых типов прожекторов.

Основными характеристиками прожектора являются КСС, угол рассеяния, коэффициент усиления и коэффициент полезного действия. Распределение светового потока прожекторов в большей части несимметричное. Поэтому при изображении кривой силы света в системе прямоугольных координат наносится не одна кривая, а семейство КСС, получаемых в результате измерения силы света (кд) под различными углами β. За ось ординат принимается оптическая ось прожектора, а по оси абсцисс откладываются углы рассеяния в горизонтальной $\beta_г$ или вертикальной $\beta_в$ плоскостях, которые характеризуют отклонение луча OA от оптической оси прожектора (рис. 9 35).

Пучок света прожектора представляет собой конус с вершиной в точке расположения накала. Сила света прожектора максимальна на оптической оси прожектора и уменьшается к периферии.

Прожектор характеризуется номинальным и полезным углом рассеяния. Номинальным углом рассеяния называется угол светового пучка прожектора, в пределах которого сила света снижается до 0,1 наибольшей силы света. Полезным углом рассеяния называется угол светового пучка прожектора, в пределах которого обеспечивается необходимая освещенность для заданных условий применения прожектора.

Отношение светового потока, излучаемого в пределах полезного угла рассеяния, ко всему потоку источника света называется КПД прожектора.

Как правило, прожекторы устанавливаются сосредоточенными группами на мачтах, реже — поодиночке или небольшими группами на высоких зданиях. Как пример, на рис. 9.36, 9.37 приведены схемы и габаритные размеры применяемых для освещения металлических мачт.

Размещение мачт выбирается в процессе расчета, причем расстояние между

Таблица 99

Прожекторы (технические данные)

Тип прожектора	Степень защиты по ГОСТ 17677—82, ГОСТ 14254—80	Максимальная сила света, кд, не менее	Угол рассеяния до 0,1 номинальной силы света β, °		КПД, %, не менее	Тип лампы	Тип цоколя	Тип патрона	Тип клеммной колодки
			в горизонтальной плоскости	в вертикальной плоскости					
ПСМ-40А-1 ПСМ-40А-2 ПСМ-50А-1 ПСМ-50А 2	IP51	65 000 250 000 100 000 600 000	19,0 8,5 21,0 8,5	19,0 — 21 —	40 — 40 —	Г220-500 ПЖ220-600 Г220-1000 ПЖ220-1100	Е40/55×47 $I_{ср}$С51-1 Е40/55×47 $I_{ср}$С51-1	Е40ДК-06 Профокс-51 Е40ДК-06 Профокс-51	$СО_в$-2-4,0/380
ПКН-1500АУ1 (Т1)	IP44	11 000	90	12	45	КГ220-1500	Е40/55×47	ЛКИ-220-Т	$СО_в$-1-4,0/380
ПЗР-250 ПЗР-400	IP54	9 000 16 000	60 60	60 60	45 45	ДРЛ250 ДРЛ400	Е40/55×47 Е40/55×47	Е40ДК-06 Е40ДК-06	$С_в$-2-4,0/380
ПКН-1000А ПЗИ-700	IP51	80 000 700 000	80 14	12 14	45 45	КГ220-1000-5 ДРИ700	— Е40/55×47	ЛКИ-220-Т Е40ДК-06	$С_в$-1-4,0/380 $СО_в$-2-4,0/380
С-60М1	IP44	$28 \cdot 10^6$ $(15 \cdot 10^3)$	12 (60)	12 (60)	—	ПЖ110-3000	—	—	—
Светильник прожекторного типа СЗЛ-300-1МУ1	IP44	—	—	—	60	ЗК220-300	Е27/32×30	Е27ЦКБ-04	$С_в$-2-2,5/2500У3
Светильник телевизионный ТСИМ-500УХЛ4 ТСИМ-1000УХЛ4 ТСИМ-2000УХЛ4	IP10	 8 000 18 000 38 000	 65 70 75	 45 45 45	 60	 КГ220-500-1 КГ220 1000-4 КГ220-2000 3	 —	 —	 —

Окончание табл 9 9

Тип прожектора	Степень защиты по ГОСТ 17677—82, ГОСТ 14254—80	Максимальная сила света, кд, не менее	Угол рассеяния до 0,1 номинальной силы света β, °		КПД, %, не менее	Тип лампы	Тип цоколя	Тип патрона	Тип клеммной колодки
			в горизонтальной плоскости	в вертикальной плоскости					
ПГЦ-М-1000-2К1-У1	IP54	450 000 (ячеистый отражатель)	90	80	45	ДРИ1000-6	Е40/65×50БМ	—	—
ПГЦ-М-2000-2К1-У1		140 000 (ячеистый отражатель)	100	90	60	ДРИ2000-6		—	—
ПГП-М-1000-К1-У1		1 000 000 (зеркальный отражатель)	18	18	30	ДРИ1000-6		—	—
ПГМ-М-2000-К1-У1		2 100 000 (зеркальный отражатель)	18	18	30	ДРИ2000-6		—	—
ПГП-М-3500-К1-У1		3 100 000 (зеркальный отражатель)	22	22	30	ДРИ3500-6		—	—

Примечание Для прожектора типа С-60М1 в скобках приведены сила света и углы рассеяния при предельной расфокусировке

Таблица 9 10

Прожекторы (дополнение к техническим данным)

Тип прожектора	Габаритные размеры, мм, не более			Масса, кг, не более	Тип пускорегулирующего аппарата	Завод изготовитель
	H	*B*	*L*			
ПСМ-40А-1	630	435	530	8,0	—	Гусевский завод светотехнической арматуры
ПСМ-40А-2	630	435	530	8,0		
ПСМ-50А-1	650	545	640	10,0		
ПСМ-50А-2	650	545	640	10,0		
ПКН-1500АУ1(Т1)	390	340	200	9,5		
ПЗР-250	630	430	475	16,0	1ДБИ-250ДРЛ/220-Н-840-У1	
ПЗР-400	660	535	575	18,0	1ДБИ-400ДРЛ/220-Н-840-У1	
ПКН-1000А	390	340	200	8,5	—	
ПЗИ-700	660	580	550	21, 0	1ДБИ-700ДРИ/220-Н-012-У3	
Светильник прожекторного типа СЗЛ-300-1МУ1	260	260	330	4,5	—	ПО «Электролуч», Москва
Светильник телевизионный					—	Гусевский завод светотехнической арматуры
ТСИМ-500УХЛ4	360	350	330	4,0		
ТСИМ-1000УХЛ4	415	450	405	5,5		
ТСИМ-2000УХЛ4	415	495	405	6,0		
ПГЦ-М-1000-2	660	305	665	—	—	ПО «Ватра»
ПГЦ-М-2000-2	850	440	800			
ПГП-М-1000	710	580	900			
ПГП-М 2000	995	700	1050			
ПГП-М-3500	995	700	1050			

мачтами лежит обычно в пределах от 6- до 15-кратной их высоты. При выборе расположения мачт учитывается наличие затеняющих предметов и, по возможности, преобладающее направление зрения

Расположение прожекторов на мачте задается углом его наклона к горизонту θ и высотой установки *h*. При определении положения расчетной точки *A* относительно прожектора принимается следующая система отсчета: в качестве оси *x* приимается проекция оптической оси прожектора на горизонтальную поверхность; началом отсчета является проекция места установки прожектора на горизонтальную поверхность (*O'*)

Положение расчетной точки относительно оси *x* определяется углом β (см. рис. 9.35). При освещении веером прожекторов (см. ниже, рис. 9.49) указываются углы β для крайних прожекторов и углы τ между проекциями осей соседних прожекторов веера.

Выбор высоты установки прожекторов

Из условия ограничения слепящего действия минимальная допустимая высота установки прожектора (или наклонно расположенного светильника прожекторного типа) определяется по формуле [39]

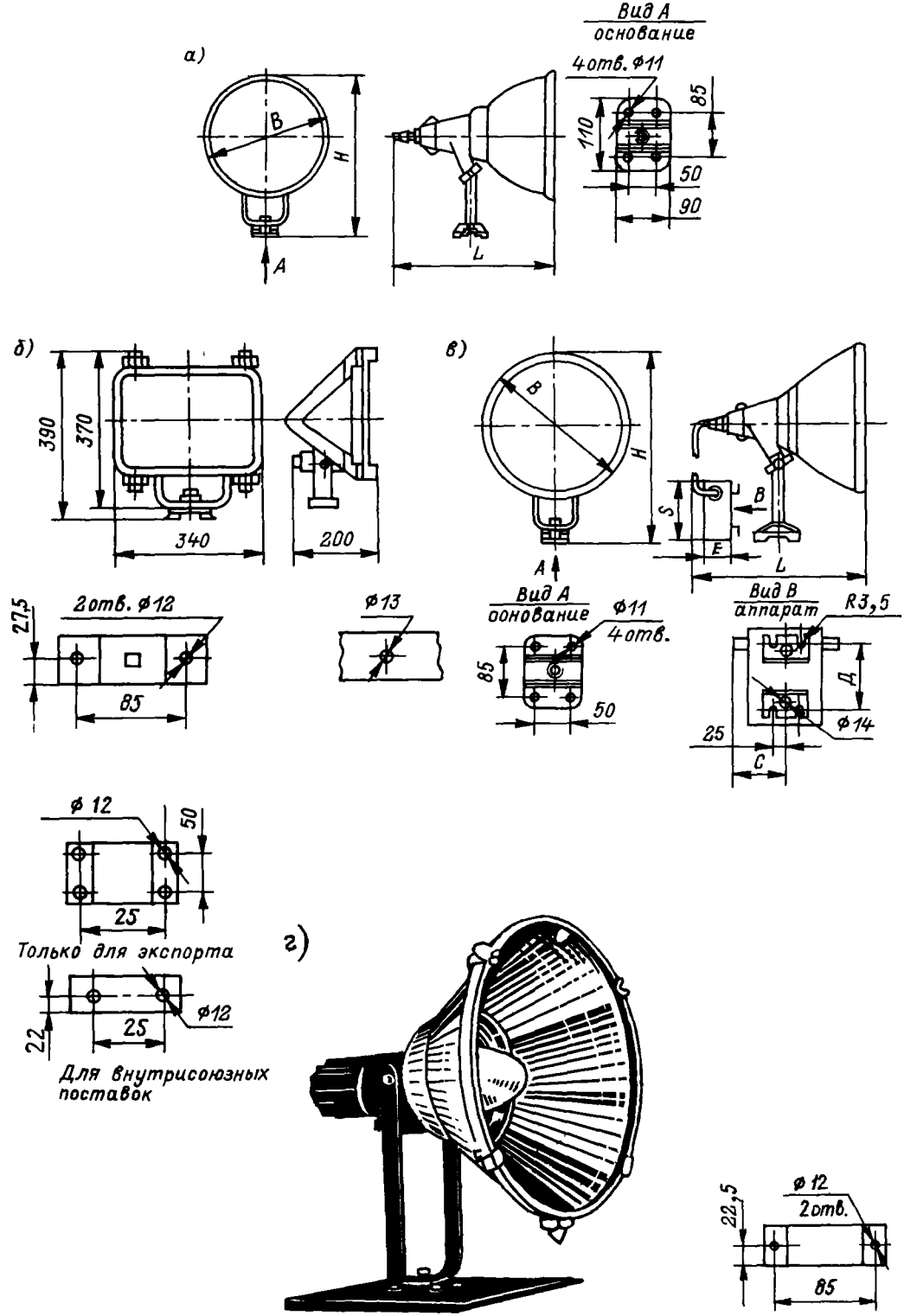
$$H = \sqrt{I_{max}/c}, \qquad (9.14)$$

где I_{max} — осевая сила света прожектора; $c = I_{max}/H^2$ — коэффициент, зависящий от нормируемой освещенности [2]:

Нормируемая освещенность, лк	0,5	1,0	2,0	3,0
Значение *c*	100	150	250	300
Нормируемая освещенность, лк	5,0	10	30	50
Значение *c*	400	700	2100	3500

Примечание При одинаковом направлении осевых сил света нескольких световых приборов допустимые значения $c = I_{max}/H^2$, приведенные в таблице, следует разделить на число этих световых приборов

При окончательном выборе высоты установки прожекторов кроме фа[к]тора слепимости необходимо учитывать мест-


а)
Вид А
основание
4отв. ф11
B
H
A
L
110
85
50
90
б)
390
370
340
200
2отв. ф12
27,5
85
ф13
в)
B
H
A
S
E
B
L
Вид А
основание
ф11
4отв.
85
50
Вид В
аппарат
R3,5
Д
ф14
25
C
ф 12
50
25
Только для экспорта
ф12
22
25
Для внутрисоюзных
поставок
г)
ф 12
2отв.
22,5
85

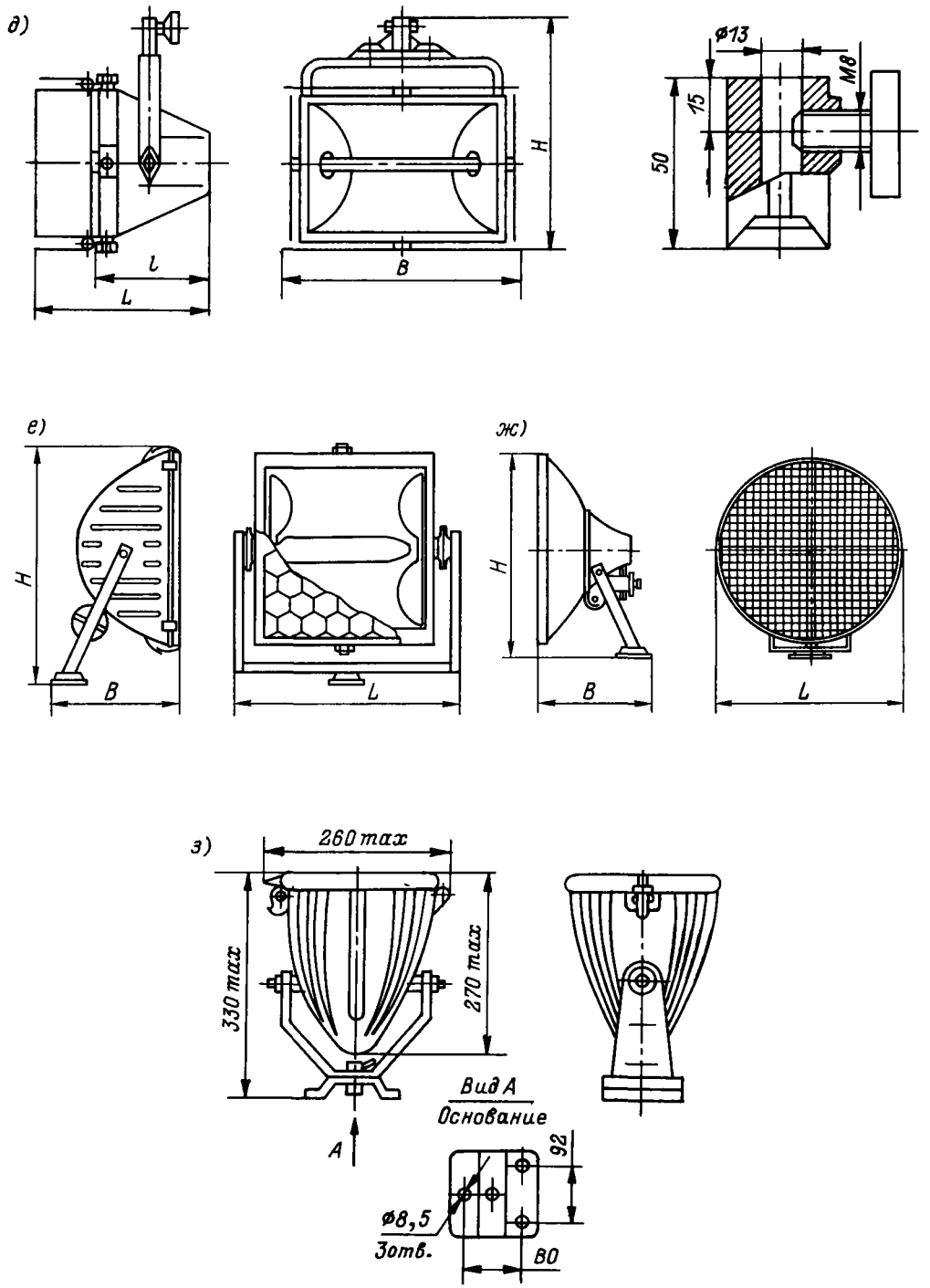


Рис 9 34 Общий вид и установочные размеры прожекторов типа· *а* — ПСМ, *б* — ПКН-1000 и ПКН-1500 (*1* — прожектор ПКН-1000 с основанием, *2* — прожектор ПКН-1000 без основания, *3* — прожектор ПКН-1500), *в* — ПЗР, *г* — ПЗИ, *д* — ТСИМ, *е* — ПГЦ-М, *ж* — ПГМ-М, *з* — СЗЛ

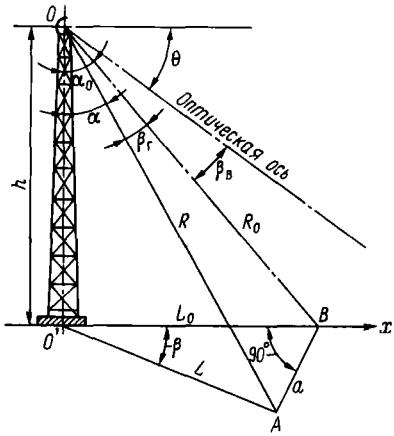
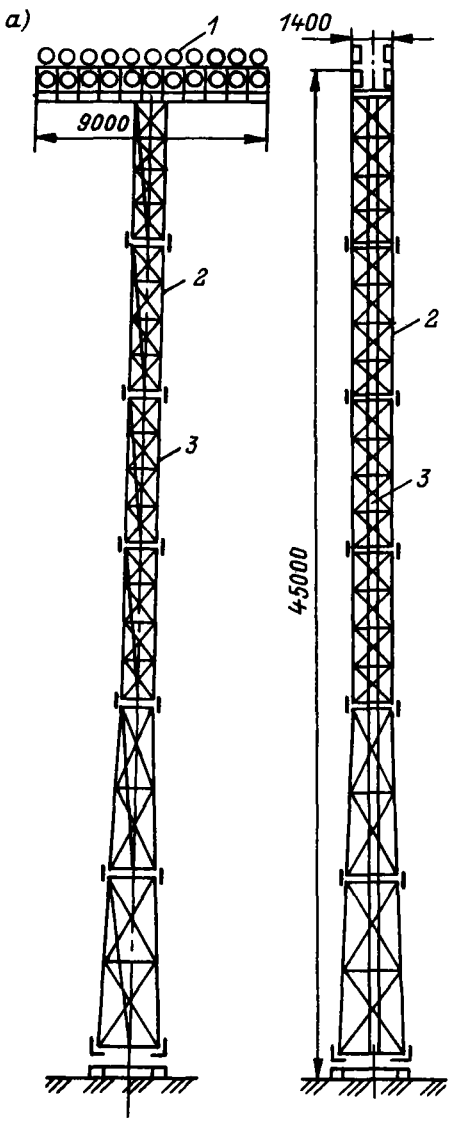
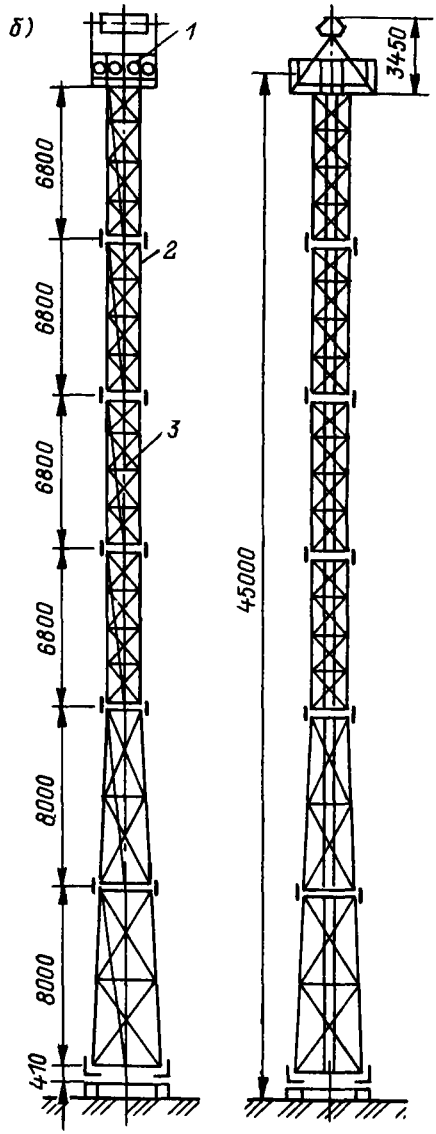


Рис 9 35 Построения при расчете освещенности в точке *A*

Рис 9 36 Металлические мачты высотой 45 м с удлиненной площадкой *(а)*, с площадкой нормальной длины *(б)*

1 — площадка с осветительным электрооборудованием, *2* — блок ствола мачты, *3* — лестница внутри ствола





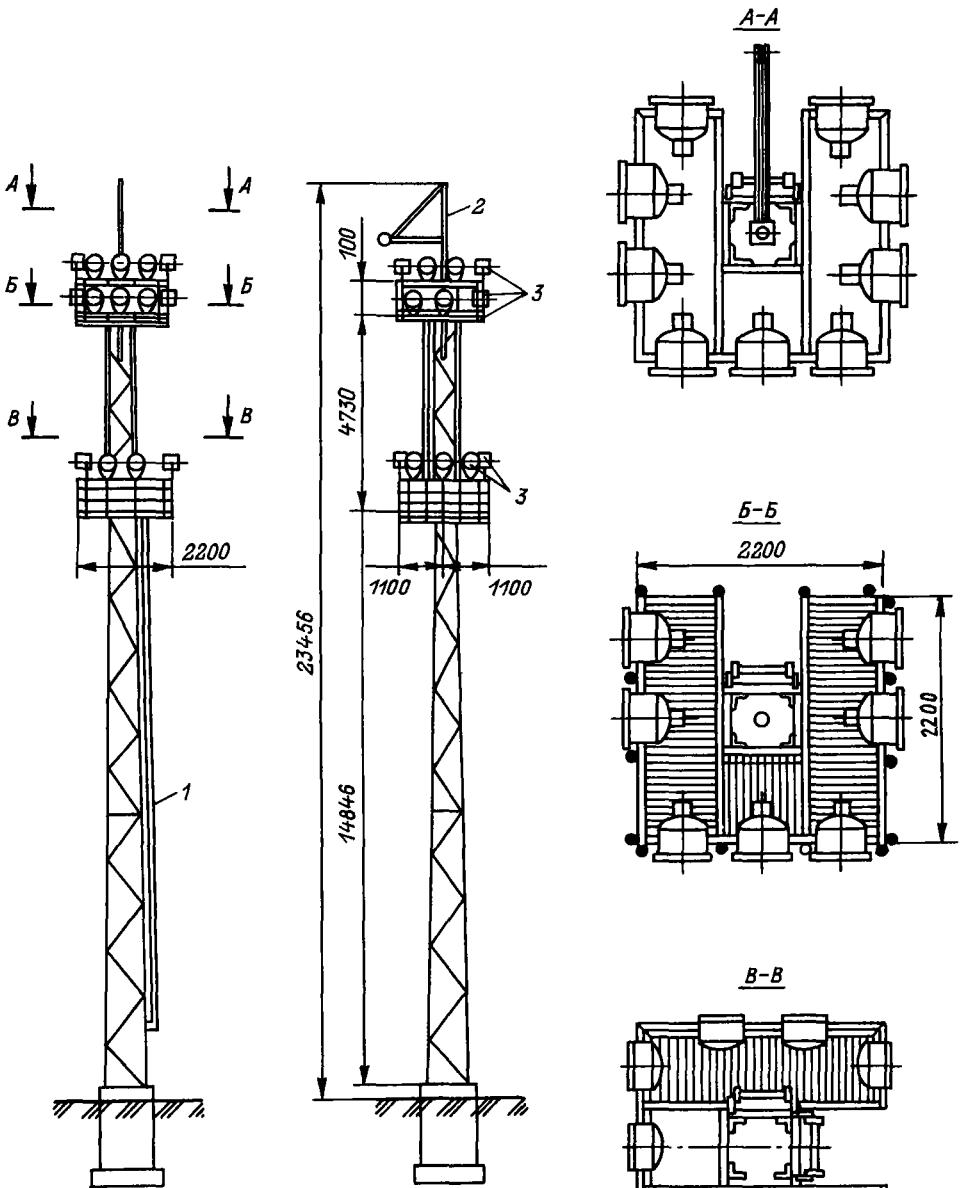


Рис 9 37 Прожекторная мачта высотой более 20 м с двумя площадками

1 — лестница, *2* — укосина, *3* — прожекторы

ные условия, например высотные объекты, на которых возможна установка прожекторов, протяженность освещаемого пространства, соотношение вертикальной и горизонтальной освещенности и т. п. Во всех случаях необходимо учитывать, что с увеличением высоты прожекторных мачт их стоимость и стоимость их установки резко возрастает.

Выбор угла наклона прожекторов

Оптимальным углом наклона прожекторов θ называется такой угол, при котором площадь, ограниченная изолюксой, соответствующей требованиям норм, имеет наибольшее значение Установлено [38], что наивыгоднейший угол наклона, соответствующий определенному значению горизоитальной освещенности $E_г$, достаточно точно совпадает с тем углом наклона, при котором создается на освещаемой площади средняя освещенность $E_{ср}=E_г$

Поэтому искомый угол при освещении прожектором горизонтальной поверхности будет

$$\theta=\arcsin 0{,}01\sqrt{m+n(eh^2)^{2/3}}, \qquad (9.15)$$

где m, n — постоянные, которые зависят от углов рассеяния прожекторов в горизонтальной и вертикальной плоскостях:

$$m=\sin^2\beta_в;\ n=\left(\frac{\pi\sin 2\beta_в\operatorname{tg}\beta_г}{2\Phi}\right)^{2/3}; \qquad (9.16)$$

здесь Ф — световой поток ламп, лм.

Для освещения вертикальных поверхностей оптимальный угол наклона прожектора определяется по формуле

$$\theta=\operatorname{arctg}\sqrt{\frac{I_0}{eh^2}}, \qquad (9\,17)$$

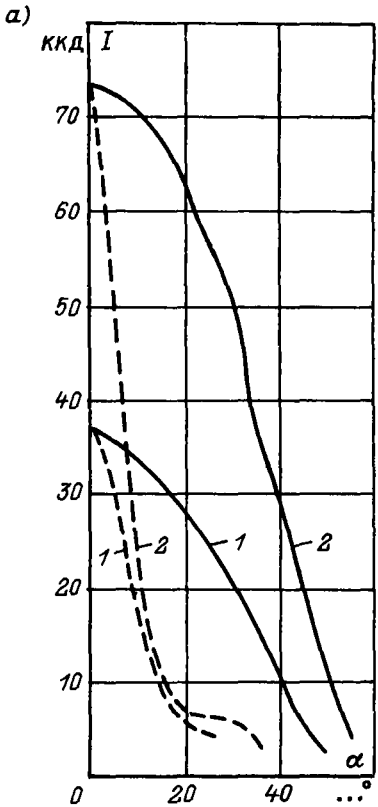
где I_0 — осевая сила света, кд; e — освещенность (для данной кривой равной освещенности), лк.

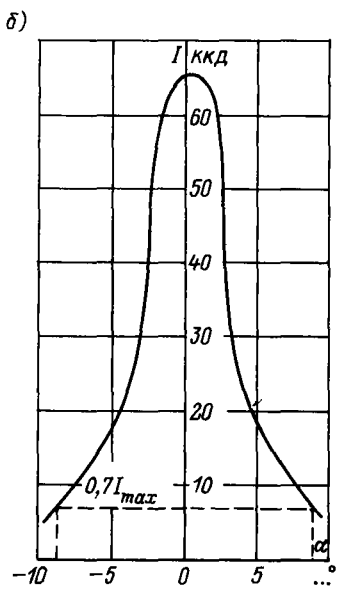
Силу света прожектора в направлении расчетной (см. рис. 9.35) точки A определяют по кривым силы света (рис. 9.38) и по значениям углов $\beta_г$ и $\beta_в$. Угол $\beta_в$ представляет собой разность углов:

$$\beta_в=\pm 90-\alpha_0-\theta,$$

где α_0 — угол, определяемый равенством $\operatorname{tg}\alpha_0=L_0/h$; L_0 — расстояние от основания прожекторной мачты до проекции расчетной точки на ось x.

Угол $\beta_г$ определяется по графику (рис. 9.39). Для определения $\beta_г$ находят расстояние L от проекции места установки прожектора (O') на освещаемую поверхность и кратчайшее расстояние (a) от расчетной точки A до проекции линии максимального излучения про-





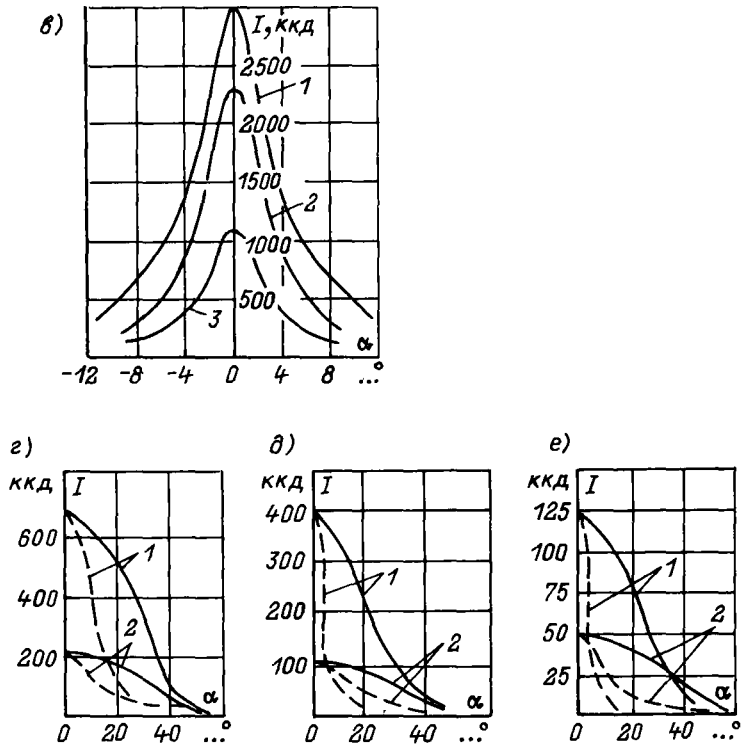


Рис 9 38 КСС прожекторов *а* — типа ПКН-1000Б (*1*) и ПКН-1500Б (*2*) в горизонтальной (———) и вертикальной (— — —) плоскости; *б* — типа ПСМ-40А-1 с лампами Г220-500, *в* — типа ПГП-М-3500 (*1*), ПГП-М-2000 (*2*); ПГП-М-1000 (*3*), *г* — типа ПГЦ-М-3500 в горизонтальной (———) и вертикальной (— — —) плоскости (*1* — с зеркальным отражателем, *2* — с ячеистым отражателем); *д* — типа ПГЦ-М-2000; *е* — типа ПГЦ-М-1000

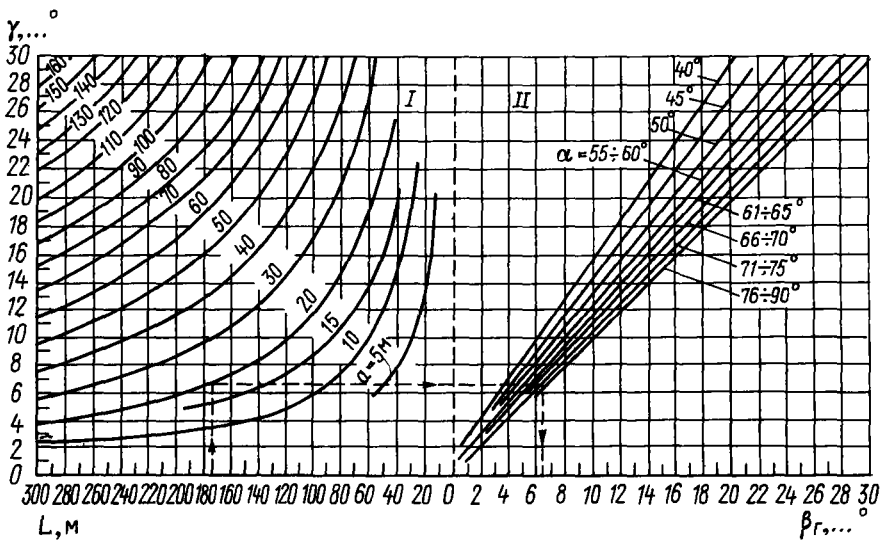


Рис 9 39 График для определения угла $\beta_г$

жектора ($O'B$ на рис. 9.35). По графику рис. 9.39 в его части *I* задаются L; затем, двигаясь вверх, находят точку пересечения с линией, соответствующей расстоянию a; от этой точки пересечения, двигаясь вправо, во *II* часть графика, находят точку пересечения с соответствующим графиком α; опускаясь вниз от этой точки пересечения, находят угол $\beta_г$. На графике рис. 9.39 определеиие $\beta_г$ показано стрелками. Угол в горизонтальной плоскости α определяется равенством

$$\operatorname{tg}\alpha = L/h.$$

К основаиию мачты примыкает неосвещениая зона, ограниченная для большинства прожекторов радиусом, примерно равным $h\operatorname{tg}(45° - \theta)$. Если эта зоиа попадает в пределы площади, требующей освещения, то устанавливаются дополнительные светильники или сильно наклоненные прожекторы.

Расчет методом светового потока и по удельной мощности

При расчете методом светового потока число прожекторов определяется по формуле

$$N = \frac{E_н S K_з}{\Phi_л \eta_п U_п z}, \qquad (9.18)$$

где $\eta_п$ — КПД прожектора в долях единицы; $U_п$ — коэффициент использования светового потока прожекторов; z — коэффициент неравномерности освещения, равный $E_{min}/E_{ср}$; $K_з$ — коэффициент запаса (для прожекторного освещения принимается $K_з = 1{,}5$); S — освещаемая площадь, м^2; $\Phi_л$ — световой поток лампы выбранного типа прожектора, лм

Удельная мощность (Вт/м^2)

$$w = mE_н K_з, \qquad (9.19)$$

где $E_н$ — нормированная освещенность; $K_з$ — коэффициент запаса; m — коэффициент, который для прожекторов с лампами ДРЛ и галогенными лампами накаливания равен 0,12—0,16 [38].

Установленная мощность всех прожекторов

$$P_у = wS, \qquad (9.20)$$

где S — освещаемая площадь, м^2.

Необходимое число прожекторов N, обеспечивающее освещениость $E_н$,

$$N = P_у/P_л, \qquad (9.21)$$

где $P_л$ — мощность лампы, Вт.

В зависимости от характера и размеров освещаемой территории выбираются опорные конструкции для размещения прожекторов, высота их установки, а также места установки мачт.

Точность расчета этим методом зависит от многих факторов, в том числе от размеров и конфигурации освещаемых территорий и размещения прожекторов. При относительно малых площадях результаты расчетов могут отличаться на величину до 15—20% в бóльшую сторону по сравнению с другими методами расчета.

Пример 9.4. Определить число прожекторов ПЗР-400 и их размещение на мачтах для освещения площадки размером 120×90 м; $E_н = 5$ лк; $m = 0{,}15$.

Р е ш е н и е. Приемлемыми являются прожекторы с лампами ДРЛ. По формулам (9.19), (9 20) находим

$$w = 0{,}15 \cdot 5 \cdot 1{,}5 = 1{,}12 \text{ Вт/м}^2;$$

$$P_у = 1{,}12 \cdot 120 \cdot 90 = 12\,100 \text{ Вт}.$$

В качестве опорных конструкций приемлемыми являются железобетонные мачты высотой 15 м, которые размещаются по углам площадки. По конструктивным соображениям на каждой из мачт с одной стороны площадки может быть установлено не более 8 прожекторов. Число прожекторов определяется по формуле (9.21):

$$N = 12\,100/400 = 30{,}25.$$

К установке применяются 32 прожектора ПЗР-400 с лампами ДРЛ400 (6), установленных иа четырех мачтах высотой 15 м, по 8 прожекторов на каждой мачте.

Расчет прожекторного освещения точечным методом

Расчет прожекторного освещения точечным методом основан на использовании КСС прожекторов, которые могут быть заданы в виде графиков (см. рис. 9.38), таблиц или аналитически. В связи с тем что при расчете прожекторного освещения точечным методом приходится выполиять большой объем расчетно-

графических работ, в настоящее время широко развиваются методы расчета с помощью ЭВМ [15—17, 41—47].

Расчет прожекторного освещения (как и любой другой расчет) на ЭВМ связан с представлением КСС в табличном виде или в виде аппроксимационных кривых. Наиболее компактным (но менее наглядным) и удобным (не только для ЭВМ) можно полагать аналитическое задание КСС. В работе [43] дан сравнительный анализ возможных способов аппроксимации КСС прожекторов и в качестве примера приводятся аппроксимирующие выражения для некоторых типов прожекторов:

ИСУ01×1500/К03-01

$$I_{\alpha\beta} = 1757 \cdot 10^3 (\cos\alpha)^{-8,46} e^{-7,74\alpha} \times \times (\cos\beta)^{3,43} e^{-0,3\beta}; \quad (9.22)$$

ПКН-1500-2

$$I_{\alpha\beta} = 45,6 \cdot 10^3 (\cos\alpha)^{-1,42} e^{-5,8\alpha} \times \times (\cos\beta)^{4,45} e^{0,5\beta}; \quad (9.23)$$

ПГЦ-400-1

$$I_{\alpha\beta} = 56,9 \cdot 10^3 (\cos\alpha)^{-16,7} e^{-14,86\alpha} \times \times (\cos\beta)^{4,43} e^{-1,02\beta}; \quad (9.24)$$

ПГЦ-400-2

$$I_{\alpha\beta} = 18,0 \cdot 10^3 (\cos\alpha)^{3,34} e^{-1,17\alpha} \times \times (\cos\beta)^{7,43} e^{0,91\beta}. \quad (9.25)$$

К сожалению, в настоящее время нет еще единого банка данных по характеристикам источников света, затруднен и обмен информацией между пользователями из-за разных возможностей и оснащенности ЭВМ. В связи с этим в практике проектирования широкое распространение имеют упрощенные методы расчета, наиболее известными из которых являются: метод, разработанный Г. М. Кнорингом [18], основан на применении относительных изолюкс и вспомогательных расчетных таблиц, метод, разработанный М. С. Дадиомовым [38], основан на применении изокандел прожекторов и расчетных графиков.

В рекомендуемой методике расчета [18] рабочей характеристикой прожектора являются изолюксы на условной плоскости, перпендикулярной его оси и удаленной от прожектора на 1 м (плоскость *I* на рис. 9.40). На рис. 9.41—9.47 приведены изолюксы на условной плоскости для некоторых типов прожекторов и осветительных устройств [18, 20]. По изолюксам на условной плоскости строятся изолюксы условной освещенности на горизонтальной плоскости (плоскость *II* на рис. 9.40) по следующей процедуре.

Прожектор установлен на высоте h, и его ось наклонена к горизонтали на угол θ (рис. 9.40). Из точки установки прожектора на мачте (A) проводится луч через точку m с координатами ξ и η, принадлежащую изолюксе на условной плоскости I; пересечение продолжения данного луча с горизонтальной плоскостью II даст точку M с координатами x и y в этой плоскости. Координаты точек $M(x, y)$ и $m(\xi, \eta)$ и освещенность их E и ε связаны соотношениямн

$$y = \eta\rho h \text{ или } \eta = y/(\rho h); \quad (9.26)$$

$$\varepsilon = E\rho^3 h^2 \text{ или } E = \varepsilon/(\rho^3 h^2). \quad (9.27)$$

Координата ξ, значения ρ и ρ^3 определяются по табл. 9.8.

Построение изолюкс горизонтальной освещенности E при заданных θ и h производится в следующем порядке: задается координата x, кратная $h/2$, и находится x/h. Из табл. 9.8. выписываются значения ξ, ρ, ρ^3. Находится ε по формуле (9.27). По графику изолюкс на условной плоскости находится η как абсцисса

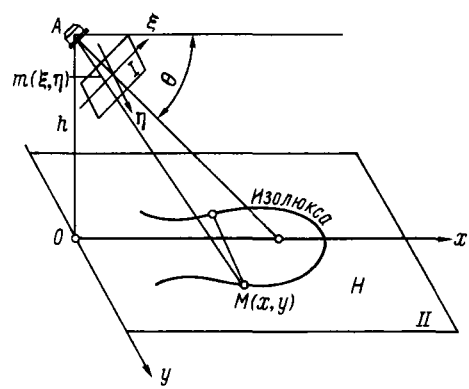


Рис 9 40 Построение изолюкс

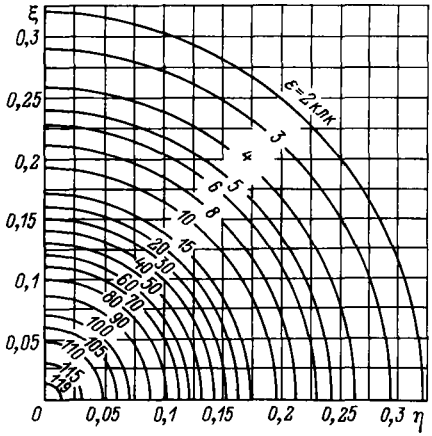


Рис 9 41 Изолюксы на условной плоскости для прожектора ПСМ-50А-1 с лампой Г220-1000

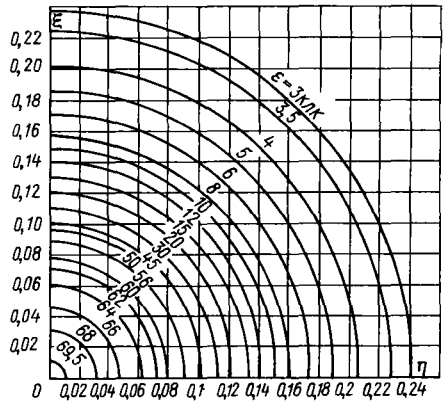


Рис 9 42 Изолюксы на условной плоскости для прожектора ПСМ-40А-1 с лампой Г220-500

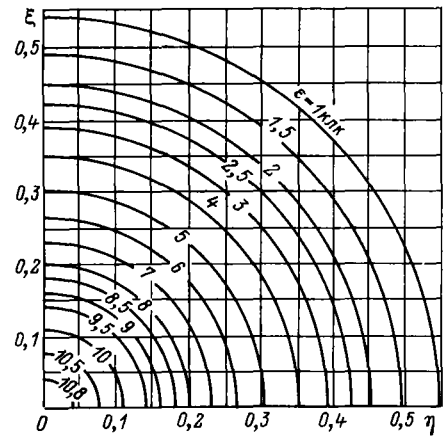


Рис 9 43 Изолюксы на условной плоскости для прожектора ПЗР-250 с лампой ДРЛ250

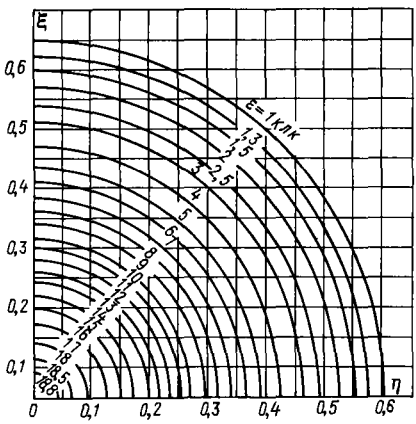


Рис 9 44 Изолюксы на условной плоскости для прожектора ПЗР-400 с лампой ДРЛ400

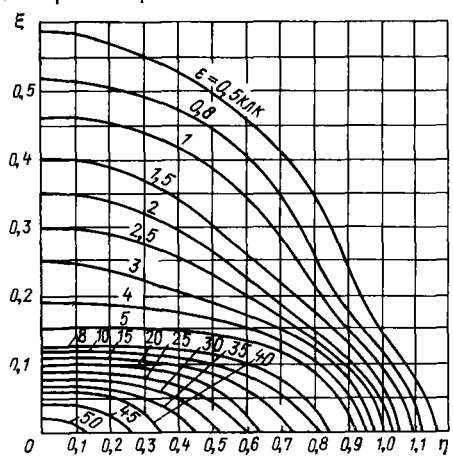


Рис 9 45 Изолюксы на условной плоскости для прожектора ПКН-1000 с лампой КГ220-1000-5

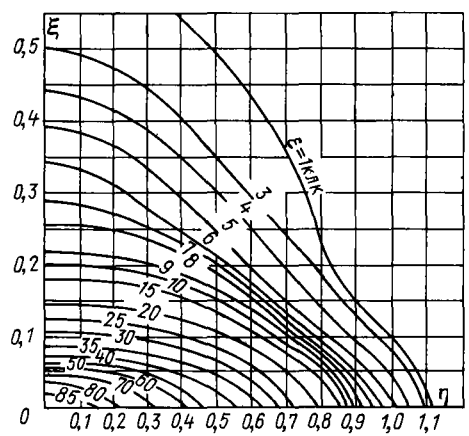


Рис 9 46 Изолюксы на условной плоскости для прожектора ПКН-1500 с лампой КГ220-1500

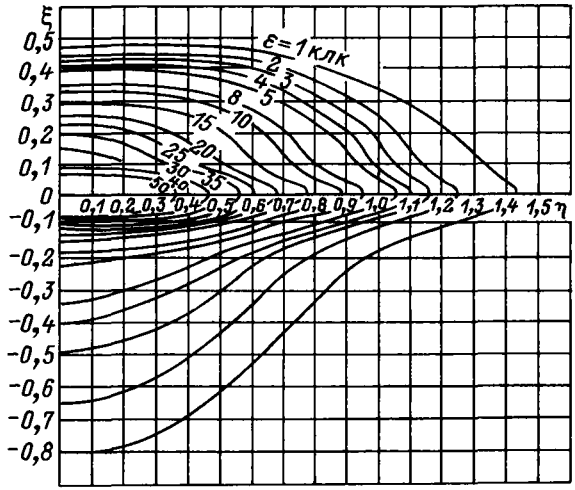


Рис 9 47 Изолюксы на условной плоскости для светильника прожекторного типа ИСУ01-2000

точки, ордината которой равна ξ, а освещенность ε. Вычисляется y по формуле (9.26), что дает пару точек изолюксы в горизонтальной плоскости Последовательно повторяется операция до значения x, при котором необходимая освещенность ε, больше ее максимального значения на графике Строится изолюкса в масштабе плана освещенной территории

Аналогично решается задача построения изолюкс вертикальной освещенностн.

Под вертикальной освещенностью поннмается геометрическое место точек одинаковой освещенности вертикальных площадей, перпендикулярных проекции осевого луча и расположенных на том же уровне, для которого рассчитывается горизонтальная освещенность. В этом случае формула $\varepsilon = eh^2\rho^3$ заменяется формулой

$$\varepsilon = e\rho^3 h^2 (x/h). \qquad (9.28)$$

В остальном метод построения изолюксы не меняется. Разница только в том, что здесь по y находится η, а по ε — освещенность точки.

Освещенность любой точки поверхности может быть определена наложением на нее семейства изолюкс или рассчитана индивидуально. В последнем случае обмеряется по плану x и y; по x/h в табл. 9.8 находнтся ξ, ρ, ρ^3; в соответствии с формулой (9.26) определяется η; по графику изолюкс на условной плоскости, зная ξ и η, находят ε, а затем e — по формуле (9.27).

Собственно расчет прожекторного освещения чаще всего сводится к компоновке изолюкс. Выбор числа прожекторов и углов θ и β производят именно в процессе компоновки изолюкс. Расположение мачт намечают до компоновки и уточняют при последней. Заполнив весь план освещаемой поверхности изолюксами $E = E_н K_з / 2$ (рис. 9.48), где

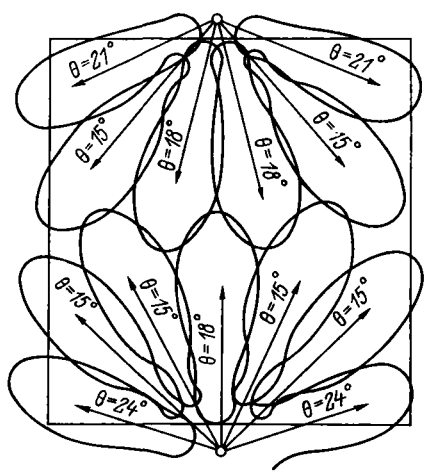


Рис 9 48 Пример компоновки изолюкс

$E_н$ — нормированная освещенность, а $K_з$ — коэффициент запаса, получают в точках касания или пересечения изолюкс освещенность $2E = E_н K_з$, а внутри изолюкс — еще бóльшую освещенность.

При сравнительно высокнх $E_н$, а также при желании осветить каждый участок площади с двух мачт для перекрывания теней применяется двухслойная компоновка изолюкс. В этом случае, учитывая несовпадение минимумов освещенности в обоих случаях, каждый слой можно образовывать из изолюкс $E = E_н K_з / 5$.

Для реализации расчета прожекторного освещения путем компоновки изолюкс необходимо площадь, ограниченную изолюксой, вырезать из кальки или другой прозрачной пленки вместе с точкой основания мачты на плане. Компонуемые изолюксы должны быть построены в том же масштабе, что н план освещаемой территории, и для различных углов θ. Такие заготовки изолюкс накалываются точками мачт в намеченные для них места на плане, и путем вращения выбирается вариант, обеспечивающий хорошее заполнение площади при наименьшем числе прожекторов, при этом фиксируются углы θ и β. Для небольших площадей задачу решают выбором такого положения мачты и наклона прожектора, при котором вся освещаемая площадь оказывается внутри изолюксы $E = E_н K_з$. Площадь, охватываемая изолюксой, обычно имеет максимум при определенном θ, и желательно принимать этот угол близким к оптимальному.

При больших освещенностях и площадях наивыгоднейший вариант может оказаться неосуществимым. На это указывает либо значение Eh^2, существенно превышающее наибольшее табличное значение, либо угол θ получается таким, что оптнмальная изолюкса слишком близка к мачте.

В таких случаях расчет следует вести методом пучка прожекторов. Группа прожекторов, установленных на мачте с одинаковыми углами наклона θ и одннаковыми углами τ между проекцнями осей смежных прожекторов (рис 9 49), называется пучком (веером) прожекторов. Он может рассматриваться как сложный светильник, освещенность от которого определяется значениямн h, x, θ. При $\tau \leqslant 20°$ освещенность в пределах дуг $АБ$ любого радиуса x почти равномерна и при всех других заданных параметрах установки является функцией только x/h. Для расчета освещения от веера прожекторов служат кривые приведенной освещенности ε (рис. 9.50), т. е. освещенности, отнесенной к значениям $h = 1$ м и $\tau = 1°$.

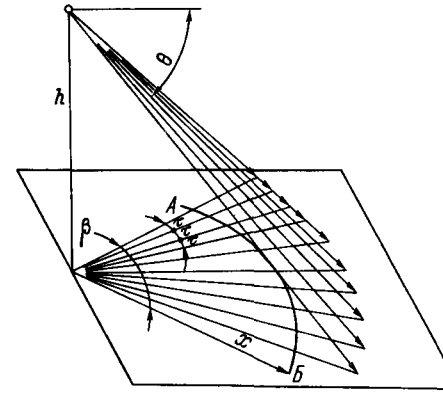


Рис 9.49 Пучок прожекторов

При расчете подбирают угол θ и границы вееров и определяют угол τ, характеризующий световую мощность пучка.

Порядок расчета заключается в следующем. При намеченном расположе-

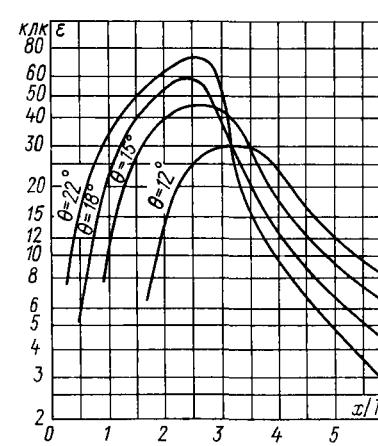


Рис 9 50 Приведенная освещенность от веера прожекторов ПСМ-50А-1 с лампами КГ220-1000

нии мачт контрольную точку выбирают так же, как при обычных светильниках.

Для этой точки и для каждой освещающей ее мачты обмеряют x, находят x/h и по графикам приведенной освещенности определяют ε. Суммируя ε всех мачт, с которых освещается точка, находят $\Sigma\varepsilon$, после чего вычисляют

$$\tau=\Sigma\varepsilon/(E_{\text{н}}K_{\text{з}}h^2), \qquad (9.29)$$

если этот угол одинаков для всех вееров. Границы каждого веера находятся по плану. Установки, освещаемые веерами прожекторов, как правило, крупные и ответственные, и здесь оправданно рассмотрение ряда вариантов, например: на мачте может быть установлено несколько вееров с различными θ и τ, веера различных мачт могут иметь разные параметры и т. д.

Задачи такого рода часто приходится решать подбором. Например, задавшись E для одного или нескольких вееров, решают равенство (9.29) относительно E, а остальные веера рассчитывают на недостаточную освещенность.

Пример 9.5 [39]. Требуется рассчитать освещенность в точке A от прожектора ПКН-1000, установленного на высоте $h=15$ м с углом наклона 15°. Расположение точки A определяется координатами $x=30$ м и $y=20$ м.

Р а с ч е т производится в следующем порядке:

1. Определяются отношения $x/h=30/15=2$ и $y/h=20/15=1{,}3$.

2. Из табл. 9.8 по данным $x/h=2$ и $\theta=15°$ выписываются значения $\xi=0{,}19$; $\rho=2{,}2$ и $\rho^3=11$.

3. Вычисляется

$$\eta=y/(\rho h)=\frac{20}{2{,}2\cdot 15}=0{,}6.$$

4. По графику относительных изолюкс на рис. 9.45 по значениям $\xi=0{,}19$ и $\eta=0{,}6$ определяется $\varepsilon=1100$ лк.

5. По формуле (9.27) вычисляется горизонтальная освещенность

$$E_{\text{г}}=\frac{\varepsilon}{h^2\rho^3}=\frac{1100}{15^2\cdot 11}=0{,}44 \text{ лк}.$$

Более подробный материал по прожекторному освещению изложен в работе [48], где дано руководство по проектированию прожекторного освещения и приведены изолюксы на условной плоскостн и на горнзонтальной плоскости для $h=10$ м.

Глава десятая

УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

10.1. КЛАССИФИКАЦИЯ УСТАНОВОК

Профилактическое ультрафиолетовое облучение (УФО) людей применяют как средство, способствующее нормализации обмена веществ и повышающее устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды на организм людей, испытывающнх дефицит природного УФ-излучения или естественного света [49].

По обеспеченности природным УФ-излученнем территорию СССР подразделяют на три зоны· зону УФ-дефицита (севернее 57,5° с. ш.); зону УФ-комфорта (57,5—42,5° с. ш.); зону избыточного УФ-излучения (южнее 42,5° с. ш.).

Практика показывает, что дефицит УФ-излучения может наблюдаться и на территориях, относящихся по географической широте к зоне УФ-комфорта, в случае загрязнения атмосферного воздуха. Учитывая степень и сложный состав загрязнений атмосферного воздуха во многих промышленных регионах, расположенных в зоне УФ-комфорта, широкое применение профилактического УФО признается целесообразным.

Потребность в профилактическом УФО независимо от зоны и состояния атмосферного воздуха возникает у тех людей, работа которых связана с дли-

тельным пребыванием в условиях дефицита естественного освещения, когда оно полностью отсутствует или недостаточно по биологическому действию, например на подземных объектах, в помещениях без естественного света или в помещениях с коэффициентом естественной освещенности 0,1% и менее.

Установки для облучения людей в соответствии с ГОСТ 24827—81 «Облучатели оптические медицинские. Термины и определения» подразделяют на облучатели УФ-, ИК- и видимой области спектра. УФ-облучатели в зависимости от длины волны УФ-излучения (к нему относят электромагнитное излучение с длинами волн от 1 до 400 нм) подразделяют на коротковолновые (УФ-С), эффект воздействия которых создается излучением в диапазоне длин волн от 100 до 280 нм, средневолновые (УФ-В), эффект воздействия которых создается излучением в диапазоне длин волн от 280 до 315 нм, и длинноволновые (УФ-А) с диапазоиом длин волн от 315 до 400 нм. Кроме того, выделяют интегральные УФ-облучатели, эффект воздействия которых создается излучением не менее чем в двух областях УФ-спектра, и комбинированные УФ-облучатели, эффект воздействия которых создается излучением УФ и излучением в любой другой области оптического диапазона.

В связи с тем что УФ-излучение с длиной волны менее 280 нм является вредным для организма человека, коротковолновые УФ-облучатели используют в качестве бактерицидных, т. е предназначенных для уничтожения или снижения активности бактерий. Наибольшей бактерицидной эффективностью обладает УФ-излучение в диапазоне длин волн от 254 до 258 нм. Единицей бактерицидного потока является бакт (бк), численно равный потоку УФ-излучения мощностью 1 Вт с длиной волны 254 нм. Для создания бактерицидного излучения используют РЛ типов ДБ, ДБР и ДРТ.

Для обеззараживания среды в перевязочных и процедурных кабинетах используют бактерицидные облучатели типа ОБН-150 с лампами типа ДБ30-1 и облучатели типа ББП01-30 с лампой типа ДБ30. Для дезинфекции и озонирования воздуха в помещениях с большим скоплением людей (вокзалы, кинотеатры, школы и т. п.), для обеззараживания животноводческих помещенн́й, овощехранилищ, а также питьевой воды на морских судах эффективны облучатели, оснащенные бактерицидной лампой типа ДБ36. Весьма эффективным способом обеззараживания воздуха является размещение бактерицидных облучателей в каналах приточно-вытяжной вентиляции.

Для профилактикн ультрафиолетовой недостаточности (светового голодания) используют профилактическое УФО, т. е. облучение людей УФ-излучением с длинами волн 280—315 нм или 280—400 нм

Облучательные установки должны создавать облученность, обеспечивающую получение людьмн профилактических доз УФО, установленных с учетом средней минимальной эритемной дозы (МЭД), т. е дозы УФО, способной вызвать легкое покраснение — эритему на коже незагорелого человека. Максимальной эффективностью обладает излучение с длиной волны, равной 297 нм. Единицей эритемного потока является эр, численно равный потоку УФ-излучения с длиной волны 297 нм мощностью 1 Вт На практнке обычно используют дробную единицу — миллиэр (мэр).

Нормируют УФО по эритемной облученности и дозе облучения. Эритемная облученность — эритемный поток, приходящийся на единицу облучаемой поверхности, единицы — мэр/м^2 (так называемая эффективная единица) или мВт/м^2 (энергетическая единица). Доза облучения — произведение облученности и длительность облучения, единица — мэр·ч/м^2 или Дж/м^2. За МЭД принимают дозу, равную 80 мэр·ч/м^2 (1720 Дж/м^2).

Профилактическое УФО людей от источников искусственного УФ-излучения наиболее целесообразно с помощью облучательных установок длительного действия. В случаях когда облучательные установки длительного действия по техническим или экономическим условиям использовать нецелесообразно,

Таблица 10.1

Технические данные дуговых ртутных, эритемных и осветительно-облучательных ламп

Тип лампы	Номинальные значения						Средняя продолжительность горения, тыс. ч	Габаритные размеры, мм		Масса, г	Тип цоколя
	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Бактерицидный поток, бк	Эритемный поток, мэр	Эритемная облученность на расстоянии 1 м, мэр/м^2	Световой поток, лм		Диаметр	Длина		
ДБР8 1	8	55	1,7	—	—	—	4,5	16	302,4	32	G5d/15
ДБ15	15	54	2,5	—	—	—	5,0	30	451,6	75	G13d/24
ДБ30 1	30	104	6,6	—	—	—	5,0	30	908,8	30	G13d/24
ДБ36	36	122	10,5	—	—	—	7,5	16	860,0	250	Спе циальный
ДБ60	60	108	8,0	—	—	—	5,0	30	908,8	30	G13d/24
ЛЭ15	15	54	—	—	40	—	5,0	30	451,6	75	
ЛЭ30 1	30	104	—	750	95	—	5,0	30	908,8	75	
ЛЭР30	30	104	—	1000	120	—	5,0	30	909,6	150	
ЛЭР40	40	103	—	1600	140	—	3,0	38	1213,6	300	G13d/35
ЛЭО15	15	54	—	110	—	650	5,0	30	451,6	75	G13d/24
ЛЭО30	30	97	—	270	—	1350	5,0	27	908,8	300	G13d/24
ЛЭО40	40	103	—	370	—	1850	5,0	40	1213,6	400	G13d/35
ДРВЭД220-160	160	220	—	350	45	1200	1,5	127	190	130	E27/27
ДРВЭД220-250	250	220	—	600	100	3250	1,5	127	190	130	E27/27

например для работающих на шахтах и подземных рудниках, для рабочих, не имеющих постоянного рабочего места или фиксированной зоны обслуживания оборудования, а также для облучения небольшого числа людей для профилактического УФО должны использоваться облучательные установки кратковременного действия — фотарии.

В качестве источников УФ-излучения в облучательных установках длительного действия применяют эритемные лампы, которые используют в системе общего освещения помещений, или осветительно-облучательные ЛЛ, генернрующие одновременно световое и УФ-излучение В качестве источников УФ-излучения для фотариев применяют эритемные лампы или дуговые ртутные лампы ВД при обязательном экранировании излучения с длнной волны менее 280 нм.

Технические данные дуговых ртутных, эритемных и осветительно-облучательных ламп приведены в табл 10.1. Лампы ртутные бактерицидные типа ДБ применяют в качестве источников УФ-нзлучения с длиной волны 253,7 нм Лампы ртутные люминесцентные типа ЛЭ применяют в качестве источника УФ-излучения с длиной волны от 290 до 320 нм. Лампы ртутные разрядные низкого давления типа ЛЭО применяют для освещения с одновременным УФО Лампы дуговые ртутно-вольфрамовые высокого давления типа ДРВЭД являются источником смешанного излучения и предназначены для эритемного облучения людей с одновременным общим освещением. Они состоят из ртутно-кварцевой горелки, смонтированной вместе с балластной вольфрамовой спиралью, которые заварены в колбу из увиолевого стекла, заполненную азотом нли аргоном. Балластная вольфрамовая спнраль является дополнительным источником излучения в красной области оптического спектра и позволяет включать лампу непосредственно в сеть переменного тока.

10.2. ОБЛУЧАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Облучательные установки длительного действия наиболее целесообразно применять в помещениях с пребыванием людей в течение четырех и более часов, где концентрация взвешенных частиц в воздухе не превышает 1 мг/м^3. Указанные установки не рекомендуется применять в помещениях с химически активной средой и химически нестойкими материалами.

Облучательные установки длительного действия с эритемными ЛЛ должны обеспечивать облученность и дозы облучения, соответствующие нормам, приведеиным в табл. 10.2 для помещений различного назначения. При этом эритемные ЛЛ подключают в течение осенне-зимнего и раннего весеннего периода с учетом светоклиматических особенностей местности.

Облучательные установки длительного действия с осветительно-облучательными лампами используют круглогодично и должны обеспечивать облученность и дозы облучения, соответствующие нормам, приведеиным в табл. 10.3, независимо от вида помещения.

Облучательные установки длительного действия проектируют совместно с осветительными, причем при использовании осветительно-облучательных ЛЛ их выполняют прямого облучения, а при использовании эритемных ЛЛ они могут быть прямого или отраженного облучения.

В облучателях прямого облучения выходное отверстие не допускается перекрывать рассеивателем или экранирующей решеткой, так как они значительно ослабляют УФ-излучение. В связи с этим для защиты глаз от прямого потока УФ-излучения облучатели прямого облучения должны иметь защитный угол не менее 25° в поперечной и продольной плоскостях. Высота подвеса облучателей должна быть не менее 3 и не более 5,5 м от пола. Применение открытых ламп не допускается.

Расчет облучательных установок прямого облучения сводится к определению мощности, числа и размещения облучателей, при этом расчет облученности производят точечным методом аналогично расчету ОУ общего люминесцентного освещения. Применение

Таблица 10 2

Нормы ультрафиолетового облучения от эритемных люминесцентных ламп в эффективных и энергетических единицах

Вид помещеиия	Продолжительность облучения, ч/сут	Величина	Единица	Норма		
				минимальная	максимальная	рекомеидуемая
Рабочие помещения промышленных и общественных зданий	8	Облученность	мэр/м^2 мВт/м^2	1,5 9,0	7,5 45,0	5,0 30,0
		Доза за сутки	мэр·ч/м^2 Дж/м^2	12 260	60 1300	40 860
Групповые помещения детских учреждений, классы н кабинеты школ, палаты больниц, санаториев	4—6	Облученность	мэр/м^2 мВт/м^2	1,5 9,0	7,5 45,0	5,0 30,0
		Доза за сутки	мэр·ч/м^2 Дж/м^2	6—9 130—195	30—45 650—975	20—30 430—650

Примечания 1 Нормирование в горизонтальной плоскости, на уровне 1 м от пола, а в детских учреждениях — на уровне 0,8 м от пола

2 При иной продолжительности облучения интенсивности УФО рассчитывается с учетом необходимости соблюдения установленной дозы

Таблица 10 3

Нормы ультрафиолетового облучения от осветительно-облучательных ламп в эффективных и энергетических единицах

Величина	Единица	Норма		
		минимальная	максимальная	рекомендуемая
Облученность	мэр/м^2 мВт/м^2	1,5 9,0	2,75 16,5	2,5 15,0
Доза за сутки	мэр·ч/м^2 Дж/м^2	12 260	22 475	20 430

Примечание Нормирование в горизонтальной плоскости на уровне 1 м от пола

Таблица 10 4

Коэффициент отражения УФ-излучения различными материалами

Материал	Коэффициент отражения
Известь	0,48
Мел	0,63
Окись магния	0,95
Углекислый кальций	0,83
Льняная ткань	0,37
Известковая побелка	0,30—0,40
Меловая побелка	0,40—0,80
Белая силикатная краска	0,50—0,60
Казеиновые белые краски	0,43—0,54
Свинцовые белила	0,50

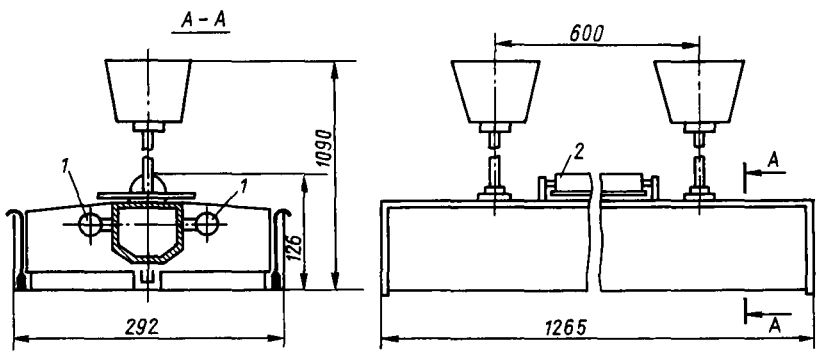


Рис 10.1 Светильник для отраженного эритемного облучения

1 — люминесцентные лампы мощностью по 40 Вт, *2* — эритемная лампа мощностью 30 Вт

этого метода обусловлено необходимостью в обеспечении как минимальной, так и максимальной облученности. Коэффициент запаса, учитывающий снижение УФ-облученности в процессе эксплуатации облучательной установки, вводят только при расчете минимальной допустимой облученности,

принимая ее равной 1,5. Тогда облученность при расчетах должна приниматься не меньшей 2,25 мэр/м^2 и не большей 7,5 мэр/м^2.

В установках отраженного облучения эритемный поток направляют вверх на потолок и облучение людей производится потоком, отраженным от потолка. При расчете установок отраженного облучения необходимо учитывать коэффициент отражения УФ-излучения различными материалами. Эти данные систематизированы в табл. 10.4. В качестве облучателей отраженного облучения в помещениях общественных зданий применяют светнльники типа ЛСО02-2×40+1×30 с двумя ЛЛ мощностью по 40 Вт и одной эритемной ЛЛ типа ЛЭ30-1 мощностью 30 Вт, размещенной над корпусом светильника (рис. 10 1).

10.3. ФОТАРИИ

Фотарии — специальные помещения, оборудованные установками для кратковременного УФ-облучения людей, в которых обеспечивается профилактическая доза УФО в течение нескольких минут. Расчетные нормы УФО в фотариях для сеансов облучения длительностью 3 мин должны соответствовать данным, приведенным в табл. 10.5 При иной длительности сеансов облучения дозы должны корректироваться В общем случае облученность и дозы УФО в фотариях устанавливаются с учетом возраста облучаемых, режима и длительности цикла облучения, средней МЭД.

Фотарии выполняют кабинными илн проходными. В обоих случаях при их устройстве наиболее целесообразно применять унифицированные секции, которые представляют собой рамную конструкцию, предназначенную для размещения в ней эритемных ЛЛ, а также ПРА и ЭУ. В общем случае секции размещают так, чтобы осн колб ламп были вертикальными, а нижние края ламп располагались на высоте 0,5 м от пола.

Фотарии кабинного типа для индивидуального облучення могут состоять из одной, двух и более смежных одноместных кабин, облучение в которых осуществляется с трех сторон Расстояние между осями ЛЛ рекомендуется выбирать в пределах 150—200 мм. Преимуществом фотариев кабинного типа является возможность дозирования облученности по времени в зависимости от индивидуальных особенностей организма конкретного человека. Недостаток — низкая пропускная способность, составляющая 20—22 чел/ч.

Фотарни проходного типа предназначены для облучения людей, движущихся в специально огражденном проходе, который может быть прямолинейным или с поворотами (лабиринтный) Ширину прохода выбирают в пределах 1,2—1,5 м

В прямолинейных фотариях проходного типа используют унифицированные секции, в которых эритемные ЛЛ размещены на расстоянии 250 мм. В случае использования ламп типа ЛЭ их снабжают алюминиевыми отражателями, а лампы типа ЛЭР устанавливаются без отражателей. Указанные фотарии целесообразно оборудовать подвижной дорожкой, что позволяет точно регулировать время продвижения по фотарню.

В проходных фотариях лабнрнитного типа унифицированные секцин нмеют то преимущество, что их легко вписывать в различные по планировке помещения, создавая один, два, три и больше поворотов При этом секции, расположенные у стен, оснащаются лампами типа ЛЭ с алюминиевыми отражателями или типа ЛЭР без отражателей, а секции, из которых образованы внутренние перегородки, оснащаются ЛЛ типа ЛЭ, что обеспечивает облучение с двух сторон

Фотарии проходного типа обеспечивают высокую пропускную способность, доходящую до 900 чел/ч, однако прн их использовании не могут быть учтены индивидуальные особенности организма каждого человека.

Фотарии выполняют отдельно для мужчин и для женщин и размещают в помещениях, смежных с гардеробами домашней одежды или с общими гарде-

Таблица 10 5

Нормы ультрафиолетового облучения в фотариях в эффективных и энергетических единицах

Облучаемые	Величина	Единица	Норма		
			минимальная	максимальная	рекомендуемая
Взрослые	Облученность	мэр/м^2 Вт/м^2	200 1,2	1200 7,2	800 4,8
	Доза за сутки	мэр·ч/м^2 Дж/м^2	10 215	60 1300	40 860
Дети от 2 до 14 лет	Облученность	мэр/м^2 Вт/м^2	200 1,2	800 4,8	320 1,9
	Доза за сутки	мэр·ч/м^2 Дж/м^2	10 215	40 860	16 340

Примечание Нормирование в вертикальной плоскости, по линии прохода людей, на уровне 1 м от пола

робами, если принята система совместного хранения домашней и рабочей одежды. Кроме того, при фотарии предусматривают помещение для медицинского персонала из расчета 3,6 м^2 на 100 обслуживаемых человек в максимальную смену, но не менее 8 м^2. В фотарии должна предусматриваться приточно-вытяжная вентиляция, а температура воздуха поддерживаться в пределах плюс 23—25 °С. Они должны быть также оборудованы системой искусственного общего освещения, дающей освещенность на уровне пола не менее 50 лк.

Организация работы фотариев, отбор лиц, подлежащих облучению, определение дозы и режима облучения, контроль над облучением и соблюдением гигиенических требований осуществляются врачами здравпунктов и специально прикрепленной медицинской сестрой

10.4. ПОРТАТИВНЫЕ ОБЛУЧАТЕЛИ

Разработка ламп типа ДРТ с фильтрующим покрытием, наносимым на колбу и ослабляющим коротковолновое УФ-излучение до уровня 5%, позволила создать портативные УФ-облучатели типов УФО-Б1 и УФО-01-250Н. Техни-

Таблица 10 6

Технические данные портативных УФ-облучателей

Параметр	Тип облучателя	
	УФО Б1	УФО-01 250Н
Напряжение питания, В	220	220
Тип лампы	ДРТ2-100	ДРП250
Мощность лампы, Вт	100	250
Напряжение на лампе, В	85—115	85—110
Потребляемая облучателем мощность, Вт, в режиме		
УФ-облучения	400	600
ИК-облучения	—	1000
Сила излучения в диапазоне длин волн 280—400 нм, Вт/ср	1,5	6,0
Время установления рабочего режима, мин	3	3
Угол наклона отражателя относительно оси прибора,	50	±50
Габаритные размеры, мм	245×165×80	350×200×210
Масса, кг	1,5	4,0

ческие данные портативных облучателей приведены в табл. 10.6.

Основное назначение облучателя типа УФО-Б1 — профилактическое индивидуальное облучение взрослых и детей школьного возраста в осенне-зимний период.

Облучатель типа УФО-01-250Н в профилактических и лечебных учреждениях предназначен для восполнения УФ-недостаточности. Облучатель работает в одном из двух режимов: УФ-облучения или ИК-прогрева.

10.5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Облучение с помощью облучательных установок длительного действия, которые оснащены эритемными ЛЛ, а также в фотариях должно производиться в следующие периоды года: в районах севернее 57,5° с. ш.— с 1 ноября по 1 апреля; в районах средней полосы (57,5—50,0° с. ш.) — с 1 ноября по 1 марта; в южных районах (50,0 — 42,5° с. ш.) — с 1 декабря по 1 марта.

Дозы УФО меньше рекомендованных неэффективны, а существенное превышение их снижает оздоровительный эффект и усиливает воздействие неблагоприятных факторов. Тесная зависимость эффекта УФО от его дозы обусловливает эффективность профилактического УФ-облучения людей лишь при качественном метрологическом обеспечении облучательных установок. В соответствии с этим при контроле работы облучательных установок проверяют: отсутствие излучения в области УФ-С; облученность в области УФ-В и дозу эритемного облучения; стабильность УФ-излучения в процессе эксплуатации облучательной установки путем сопоставления полученных результатов с предыдущими замерами

Указанные измерения происходят при приеме облучательной установки в эксплуатацию, при замене ламп, а также в ходе ее эксплуатации не менее 1 раза в месяц.

Для эффективного и безопасного УФО людей особое внимание должно уделяться контролю минимальной и максимальной эритемной облученности с последующим расчетом суточной дозы как произведения облученности и времени облучения. Полученные результаты оценивают сопоставлением с данными табл. 10.2, 10.3 и 10.5 в зависимости от типа применяемой облучательной установки.

Измерение УФО в эффективных единицах производят с помощью ультрафиолетметров типа УФМ-5, УФМ-71, УФИ-65, УФИ-73. Измерение УФО в энергетических единицах производят с помощью дозиметра типа ДАУ-81 или спектрорадиометра СРП-86 с насадками для измерения облученности в спектральных областях УФ-А, УФ-В, УФ-С. Метрологическая поверка указанных приборов должна производиться ежегодно.

Несоответствие контролируемых параметров облучательной установки нормам является основанием для внеочередного технического контроля всей установки и при необходимости замены ламп.

Персонал, обслуживающий облучательные установки, должен быть обеспечен спецодеждой с длинными рукавами и защитными очками со светофильтрами.

Обслуживание оборудования, электротехнический контроль и ремонт облучательных установок должны производиться специально подготовленным техническим персоналом в соответствии с инструкцией, предусматривающей правила электробезопасности, защиты от избыточных количеств УФ-излучения, а также правила работы с оборудованием, содержащим ртуть. Инструкция должна быть разработана применительно к каждой облучательной установке и утверждена руководителем организации.

Допустимая облученность на рабочих местах обслуживающего персонала должна соответствовать требованиям «Санитарных норм ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» № 4557-88.

Глава одиннадцатая

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

11.1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Электрической сетью называется совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории.

Приемником электрической энергии (электроприемником) называется аппарат, агрегат, механизм, предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

Потребителем электрической энергии называется электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории.

Независимым источником питания электроприемника или группы электроприемников называется источник питания, на котором сохраняется напряжение при исчезновении его на другом или на других источниках питания этих электроприемников

К числу независимых источников питания относятся две секции или системы шин одной или двух электростанций и подстанций при одновременном соблюдении следующих двух условий:

1. Каждая из секций или систем шин в свою очередь имеет питание от независимого источника

2. Секции (системы) шин не связаны между собой или имеют связь, автоматически отключающуюся при нарушении нормальной работы одной из секций (систем) шин.

11.2. НАПРЯЖЕНИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

В соответствии с ПУЭ для питания светильников общего освещения должно применяться: напряжение не выше 380/220 В переменного тока при заземленной нейтрали, не выше 220 В при изолированной нейтрали и напряжение постоянного тока. Для питания отдельных ламп применяется, как правило, напряжение не выше 220 В. В помещениях без повышенной опасности указанное напряжение допускается для всех стационарных светильников независимо от высоты их устаиовки.

Для питания специальных ламп (ксеноновые, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ, рассчитанные на напряжение 380 В) и ПРА, имеющих специальные схемы (например, трехфазные с последовательным соединением ламп), допускается напряжение выше 220 В, но не выше 380 В, в том числе фазное напряжение системы 660/380 В с заземленной нейтралью при соблюдении следующих условий:

ввод в светильник и ПРА медным проводом или кабелем с изоляцией на напряжение не менее 660 В;

одновременное отключение всех фазных проводов; это требование распространяется также на все случан, когда в многоламповый светильник с лампами любых типов вводятся провода нескольких фаз системы 380/220 В, за исключением светильников, устанавливаемых в помещениях без повышенной опасности;

нанесение на светильники для помещений с повышенной опасностью и особо опасных хорошо различимых отличительных знаков с указанием применяемого напряжения (380 В);

ввод в светильник двух или трех проводов разных фаз системы 660/380 В запрещается.

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при высоте установки светильников общего освещения с лампами накаливания, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ над полом или площадкой обслуживания менее 2,5 м необходимо применять: светильники, конструкция которых исключает доступ к лампе без инструмента (отвертка, плоскогубцы,

гаечный или специальный ключ и др.); ввод в светильник подводящей электропроводки в металлических трубах, металлорукавах или защитных оболочках кабелей и защищенных проводов; питание светильников с лампами накаливания напряжением не выше 42 В. Эти требования не распространяются на светильники в электропомещениях, а также на светильники, обслуживаемые с кранов или площадок, посещаемых только квалифицированным персоналом. При этом расстояние от светильников до настила моста крана должно быть не менее 1,8 м или светильники должны быть подвешены не ниже нижнего пояса ферм перекрытия, а обслуживание этих светильников с кранов должно выполняться с соблюдением требований техники безопасности

Светильники с люминесцентными лампами на напряжение 127—220 В для общего освещения разрешается устанавливать на высоте менее 2,5 м от пола при условии недоступности их токоведущих частей для случайных прикосновений. Этому требованию фактически удовлетворяют все выпускаемые светильники.

Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания должны применяться напряжения: в помещениях без повышенной опасности — не выше 220 В, в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных — не выше 42 В Допускается, как исключение, напряжение до 220 В для светильников специальной конструкции, являющихся составной частью аварийного освещения, присоединенного к независимому источнику питания, или устанавливаемых в помещениях с повышенной опасностью (но не особо опасных)

Светильники с люминесцентными лампами на напряжение 127—220 В для местного стационарного освещения разрешается применять также при условии недоступности их токоведущих частей для случайных прикосновений В помещениях сырых, особо сырых, жарких и с химически активной средой применение люминесцентных ламп для местного освещения допускается только в арматуре специальной конструкции.

Для питания ручных светильников должно применяться напряжение не выше 42 В.

При наличии особо неблагоприятных условий, а именно когда опасность поражения током усугубляется теснотой, неудобным положением работающего, соприкосновением с большими металлическими, хорошо заземленными поверхностями (например, работы в котлах), для питания ручных светильников должно применяться напряжение не выше 12 В.

Переносные светильники, предназначенные для подвешивания, настольные, напольные и тому подобные приравниваются при выборе напряжения к светильникам местного стационарного освещения.

Снижение напряжения по отношению к номинальному не должно у наиболее удаленных ламп превышать следующих значений·

2,5% у ламп рабочего освещения промышленных и общественных зданий, а также прожекторного освещения наружных установок;

5% у ламп рабочего освещения жилых зданий, наружного освещения, выполненного светильниками, и аварийного освещения,

10% у ламп 12—42 В, считая от выводов низшего напряжения понижающих трансформаторов

Для зданий и сооружений вспомогательного характера, удаленных от источника питания или питаемых от силовой сети, а также для осветительных установок с малым годовым числом часов работы можно допустить и большее снижение напряжения при наличии соответствующих технико-экономических обоснований (при учете в светотехническом расчете соответственно уменьшенного светового потока ламп).

Для надежной работы газоразрядных ламп напряжение на них не должно быть ниже 90% номинального. Наибольшее напряжение у ламп должно быть не более 105% номинального.

Качество электрической энергии оценивается основными и дополнительными показателями

К основным показателям качества электрической энергии (ПКЭ) относят: отклонение напряжения δU, размах изменения напряжения δU_t, дозу колебаний напряжения ψ, коэффициент несинусоидальности кривой напряжения $K_{нсU}$, коэффициент n-й гармонической составляющей $K_{U(n)}$, коэффициент обратной последовательности напряжения K_{2U}, коэффициент нулевой последовательности напряжения K_{0U}, отклонение частоты Δf длительность провала напряжения $\Delta t_п$, импульсное напряжение $U_{имп}$.

К дополнительным ПКЭ относят: коэффициент амплитудной модуляции $K_{мод}$, коэффициент небаланса междуфазных напряжений $K_{неб}$, коэффициент небаланса фазных напряжений $K_{неб\,ф}$.

Для определения допустимых значений некоторых из основных ПКЭ используют следующие вспомогательные параметры: частоту изменения напряжения F, интервал между изменениями напряжения $\Delta t_{i,i+1}$, глубину провала напряжения $\delta U_п$, интенсивность провалов напряжения m_*, длительность импульса по уровню 0,5 его амплитуды $\Delta t_{имп\,0,5}$.

На рис 11.1—11.4 приведены графики основных дефектов сетевого напряжения, влияющих на качество электрической энергии.

Требования к качеству электрической энергии и его контроль в электрических сетях общего назначения трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются приемники или потребители электрической энергии, изложены в ГОСТ 13109—87

ПКЭ в нормальном режиме работы электрической сети не должны выходить за максимальные значения, при этом в течение не менее 95% продолжительности суток ПКЭ должны не выходить за пределы нормальных значений

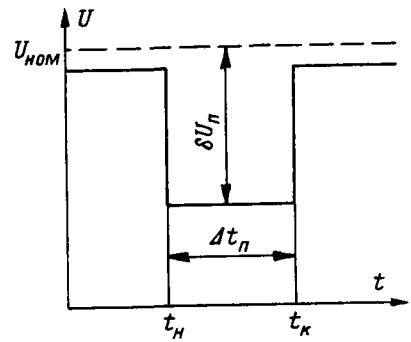


Рис 11 2 Провал напряжения

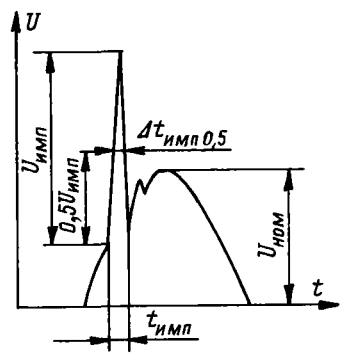


Рис 11 3 Импульс напряжения

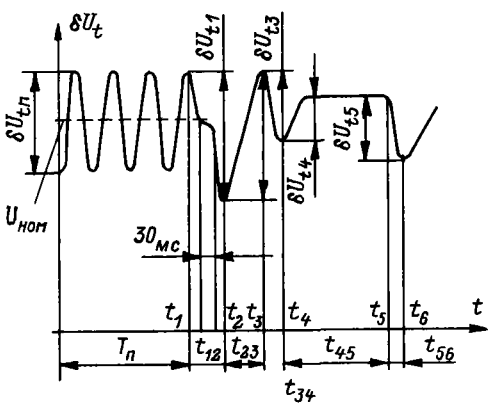


Рис 11 1. Колебания напряжения $\delta U_{tп}$ — размах периодических колебаний (семь «размахов» за время $T_п$), $\delta U_{t1} \div \delta U_{t5}$ — размахи непериодических колебаний

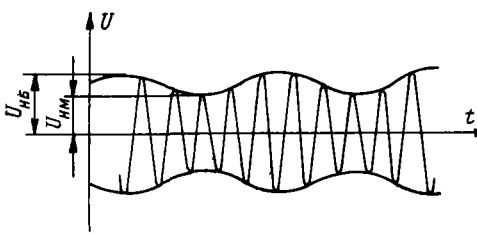


Рис 11 4 Периодическая амплитудная модуляция $U_{нб}$ и $U_{нм}$ — наибольшая и наименьшая амплитуды модулированного напряжения

Допустимые значения размаха изменения напряжения приведены на рис. 11.5.

Условием допустимости совокупности размахов изменения напряжения, каждый из которых не превышает значений, определяемых в соответствии с рис. 11.5, является неравенство

$$\sum_{i=1}^{n} \Delta t_{дi} \leqslant T, \qquad (11.1)$$

где $\Delta t_{дi}$ — продолжительность i-го дефекта напряжения.

Пример 11.1. За 10 мин в сети зарегистрировано 12 размахов амплитудой 4,8% $U_{ном}$ (первая группа размахов), 30 размахов амплитудой 1,7% (вторая группа) и 100 размахов амплитудой 0,9% (третья группа). Определить допустимость питания от этой сети люминесцентных ламп.

Решение. Люминесцентным лампам на рис. 11.5 соответствует кривая *3*.

1. По кривой *3* рис. 11.5 определяется $\delta U_{t1}=4{,}8\%$; $\Delta t_{д1}=30$ с; для $\delta U_{t2}=1{,}7\%$ $\Delta t_{д2}=1$ с; для $\delta U_{t3}=0{,}9\%$ $\Delta t_{д3}=0{,}1$ с.

2. По формуле (11.1) определяется минимальное время, в течение которого допустимо данное число размахов с указанной амплитудой:

$$\sum_{i=1}^{3} \Delta t_{дi} = 12\cdot 30 + 30\cdot 1 + 100\cdot 0{,}1 = 400 \text{ с} < 600 \text{ с},$$

т. е. питание люминесцентных ламп от даиной сети допустимо.

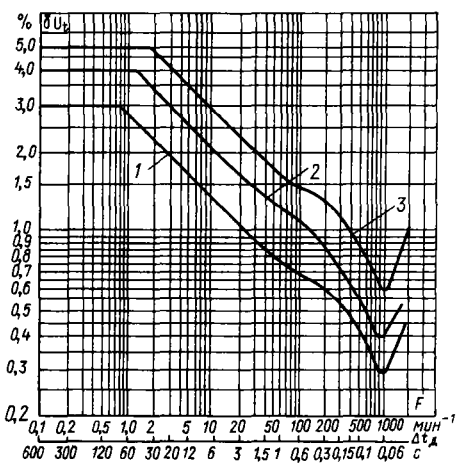


Рис 11.5. Допустимый размах измененнй напряжения (δU_t, %) в зависимости от частоты или интервала времени ($\Delta t_д$, с) между изменениями напряжения

1 — ЛН в помещеннях, где требуется зиачнтельное зрнтельное напряжение, *2* — ЛН в остальиых помещеннях, в том числе в жнлых зданиях, *3* —РЛ всех типов

Контроль качества электрической энергии в тех или иных точках электрических сетей и на входе приемников электрической эиергии должен осуществляться энергоснабжающей организацией и потребителем, каждый в своих подведомствеиных сетях.

При любой системе питания (как от общих, так и от осветительных трансформаторов), если имеются или ожидаются значительные отклонения напряжеиия, рекомендуется применение стабилизаторов или ограничителей напряжения, особенно в установках с лампами накаливания.

В тех случаях, когда силовая нагрузка вызывает недопустимые колебания напряжения, на осветительных линиях должны устанавливаться безынерционные стабилизаторы (например, тиристорные) или питание освещения должно предусматриваться от отдельных трансформаторов.

Выделение самостоятельных осветительных трансформаторов необходимо и в тех случаях, когда напряжение 380 В не может быть допущено по условиям электробезопасности (специальные электроустановки). При наличии технико-экономических обоснований не исключается выделение для освещения отдельных трансформаторов и при большой плотиости осветительиых нагрузок (многоэтажные корпуса с высокими освещенностями и др.).

При напряжении силовых приемников 660 В должен производиться обоснованный выбор между самостоятельными осветительными трансформаторами 380/220 В (220/127 В), питаемыми от сети высокого напряжения, и промежуточными осветительными трансформаторами, питаемыми через силовые трансформаторы. При напряжении светильников 380 В могут быть непосредственно использованы сети 660/380 В.

11.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПО ТРЕБУЕМОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

В отношении требуемой надежности электроснабжения осветительные установки, как и прочие электроприемники, делятся на 3 категории (ПУЭ, п. 1.2.17).

Электроприемники I категории — электроприемники, перерыв в электроснабжении которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Из состава электроприемников I категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования.

Электроприемники II категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприемники III категории — все остальные электроприемники, не подходящие под определение I и II категорий.

Электроприемники I категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания, и перерыв в их электроснабжении при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Для электроснабжения особой группы электроприемников I категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего, независимого источника питания.

В качестве третьего независимого источника питания для особой группы электроприемников и в качестве второго независимого источника питания для остальных электроприемников I категории могут быть использованы местные электростанции, электростанции энергосистем (в частности, шины генераторного напряжения), специальные агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т. п. Если резервированием электроснабжения нельзя обеспечить необходимую непрерывность технологического процесса или резервирование электроснабжения экономически нецелесообразно, должно быть осуществлено технологическое резервирование, например путем устаиовки взаимно резервирующих технологических агрегатов или специальных устройств безаварийного остаиова технологического процесса, действующих при нарушении электроснабжения.

Электроснабжение электроприемников I категории с особо сложным непрерывным технологическим процессом, требующим длительного времени на восстановление рабочего режима, при наличии технико-экономических обоснований рекомендуется осуществлять от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания, к которым предъявляются дополнительные требования, определяемые особенностями технологического процесса.

Электроприемники II категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприемников II категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы в электроснабжении на время, необходимое для включения резервного питания дежурным персоналом или выездной оперативной бригадой.

Допускается питание электроприемников II категории по одной ВЛ, в том числе с кабельной вставкой, если обеспечена возможность аварийного ремонта этой линии за время не более 1 сут. Кабельные вставки этой линии должны выполняться двумя кабелями,

каждый из которых выбирается по наибольшему длительному току ВЛ. Допускается питание электроприемников II категории по одной кабельной линии, состоящей не менее чем из двух кабелей, присоединенных к одному общему аппарату.

При наличии централизованного резерва трансформаторов и возможности замены поврежденного трансформатора за время не более 1 сут допускается питание электроприемников II категории от одного трансформатора.

Для электроприемников III категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы в электроснабжении, необходимые для ремонта или замены повреждениого элемента системы электроснабжения, не превышают 1 сут.

Независимо от указанного в большинстве случаев не следует отказываться от возможностей увеличения надежности питания, предоставляемых схемой электроснабжения объекта в целом.

В осветительных установках, как правило, сохранения полного освещения при выходе из строя одного из источников питания или одной из линий не требуется, поэтому необходимое резервирование питания осветительной установки в основном осуществляется посредством аварийного освещения.

Аварийное освещение в зависимости от его назначения подразделяется на аварийное освещение для эвакуации персонала и аварийное освещение для продолжеиия работы.

В целях сокращения параллельно прокладываемых линий, а следовательно, и общего расхода кабельной продукции в цехах с трехсменной работой на аварийное освещение выделяются, как правило, целые ряды светильников. В этом случае названия рабочего и аварийного освещения условны, так как каждый из этих видов освещения выполняет одни и те же функции, являясь резервируемым по отношению к другому

Для некоторых объектов аварийное освещение не устраивается, но осуществляется резервирование объекта питания в целом (например, резервирование электронагрузок жилого дома путем подвода двух линий к вводному устройству дома).

Аварийное освещение для продолжения работы, а также для эвакуации людей из производственных зданий без естественного света, из зрелищных предприятий и взрывоопасных зданий основного производства должно присоединяться к источникам питания, независимым от источников питания рабочего освещения

Светильники аварийного освещения для эвакуации в прочих случаях должны быть присоединены к сети, независимой от сети рабочего освещения, начиная от щита подстанции; при наличии только одного ввода в здание светильники аварийного освещения питаются от этого ввода, однако следует и здесь стремиться к максимальной независимости питания аварийного освещения.

Так, при наличии в здании трансформаторов, имеющих независимое друг от друга питание, аварийное освещение для эвакуации персонала и рабочее освещение следует присоединять к разным трансформаторам одной подстанции или, что еще лучше, разных подстанций.

При совмещенных трансформаторах возможность совмещения силовых и осветительных сетей ограничивается повышенными требованиями последних к качеству напряжения и необходимостью сохранения освещения в периоды ремонтов. Поэтому общее освещение, как правило, должно питаться от самостоятельных линий, начиная от распределительных щитов трансформаторных подстанций или главных магистралей по схеме трансформатор — магистраль.

Совмещение силовых и осветительных питающих линий возможно для общественных и жилых зданий, а также в ряде случаев для производственных зданий и сооружений вспомогательного характера со «спокойными» электросиловыми нагрузками, причем общими линиями являются только линии, питающие вводные и вводно-распределительные устройства зданий или размещенных в них обособленных потребителей

Для зданий и сооружений с электросиловыми нагрузками I и II категорий, когда указанные устройства имеют рабочее и резервное питание, такое совмещение явно целесообразно (административно-общественные здания, магазины, столовые, компрессорные, насосные, спецподвалы и т. п.).

В прочих случаях целесообразность совмещения питающих сетей зависит от удаленности объекта от источников питания, осветительной нагрузки, схемы питания и управления электросиловой нагрузкой и т. п.

Во всех случаях питание от силовой сети следует осуществлять таким образом, чтобы вероятность сохранения напряжения в осветительной сети при отключениях силовых нагрузок была максимальной.

Если аварийное освещение выполнено в объеме, большем, чем это требуется нормами СНиП (например, аварийное освещение рядами светильников), то нормированные ПУЭ колебания напряжения не должны превышать и в сетях аварийного освещения; в остальных же случаях эти требования на сети аварийного освещения могут не распространяться, в связи с чем питание аварийного освещения от силовой сети допускается значительно чаще, чем рабочего освещения.

В производственных зданиях без окон и фонарей использование электросиловых сетей для питания общего рабочего и аварийного освещения не допускается.

11.4. СХЕМЫ ПИТАНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Сети освещения разделяются на питающие и групповые. К питающей сети относятся линии от трансформаторных подстанций или других точек питания до групповых щитков, а к групповой сети — линии от групповых щитков до ОП.

В начале в каждой питающей линии устанавливаются аппараты защиты и отключения; в начале групповой линии обязателен аппарат защиты, а отключающий аппарат может не устанавливаться при наличии таких аппаратов по длине линии или когда управление освещением осуществляется аппаратами, установленными в линиях питающей сети.

Выбор схемы питания производится с учетом всех условий электроснабжения объекта, для которого проектируется осветительная установка.

На большинстве промышленных предприятий и практически во всех общественных и жилых зданиях питание внутреннего и наружного освещения осуществляется от трансформаторов, общих для силовых и осветительных электроприемников, со вторичным напряжением 380/220 В при глухом заземлении нейтрали. Самостоятельные осветительные трансформаторы применяются иногда для наружного освещения в больших городах и на некоторых промышленных предприятиях.

В больших производственных корпусах, где размещается значительное число трансформаторов, необходимых для электросиловых нагрузок, питание освещения рекомендуется выполнять не от всех трансформаторов, а от минимального их числа. При этом должны использоваться только такие трансформаторы, на шинах низшего напряжения которых частота и глубина резких изменений напряжения, вызванных работой силовых электроприемников, не превышают допустимых (см. рис. 11.5).

На промышленных предприятиях при питании силовых электроприемников напряжением 660/380 В с глухим заземлением нейтрали ОП, рассчитанные на напряжение 380 В, могут питаться от общих с силовыми электроприемниками трансформаторов. Питание остальных осветительных электроприемников осуществляется от промежуточных трансформаторов 660/380 — 220 В или от отдельных трансформаторов 10(6) кВ/380—220 В, от которых питаются также некоторые силовые электроприемники.

При проектировании ОУ промышленных предприятий выбор трансформаторов для питания освещения проводится совместно проектировщиками ОУ, силового электрооборудования и электроснабжения.

Питание нагрузок III категории может производиться от одной однотрансформаторной подстанции. Аварийное и рабочее освещение должны при этом иметь самостоятельное питание, начиная от распределительного щита подстанции (рис. 11.6, *а*) или от ввода в здание (рис. 11.6, *б*).

Для электронагрузок II категории при соблюдении ряда условий (наличие централизованного резерва трансформаторов, питание трансформатора при кабельных линиях не менее чем двумя кабелями и др.) формально также допустимо питание от одной однотрансформаторной подстанции, но в действительности для осветительных нагрузок II категории желательно иметь более надежную схему питания.

В большинстве случаев электронагрузки II категории имеют ту же схему питания, что и нагрузки I категории.

При питании осветительной установки здания более чем от одной однотрансформаторной подстанции для рабочего и аварийного освещения используются разные трансформаторы (рис. 11.7). Если при этом трансформаторы получают независимое питание, то такая схема обеспечивает электроснабжение осветительных нагрузок I категории.

В целях сохранения полного освещения при аварийных и плановых отключениях трансформаторов в ряде случаев (например, в цехах с частыми и длительными остановами технологического оборудования на ремонт и профилактический осмотр) желательно иметь перемычки между однотрансформаторными подстанциями, обеспечивающие сохранение напряжения на распределительном щите или в осветительном шкафу при отключении питающего их трансформатора (рис. 11.8).

При наличии в здании двухтрансформаторных подстанций рабочее и аварийное освещение питается от разных трансформаторов одной (рис. 11.9) или разных подстанций. При независимом питании трансформаторов эта схема обеспечивает электроснабжение осветительных нагрузок I категории.

Шины щита низшего напряжения двухтрансформаторных подстанций, как правило, разделяются на две секции, по числу трансформаторов. Между секциями устанавливается секционный выключатель, позволяющий при аварийном отключении одного из трансформаторов объединить обе секции в одну.

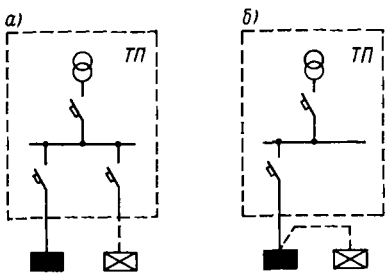


Рис 11 6 Схема питания освещения от одной однотрансформаторной подстанции. *а* —самостоятельные линии рабочего и аварийного освещения начиная от щита ТП, *б* — общая линия рабочего и аварийного освещения с разделением ее на вводе в здание

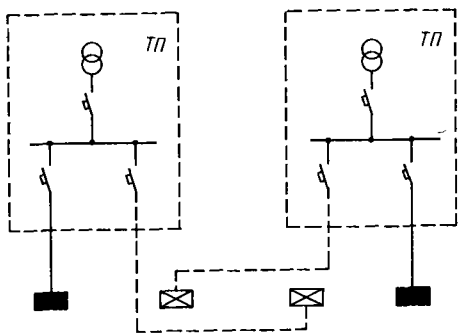


Рис. 11 7 Схема питания осветительной сети от двух однотрансформаторных подстанций

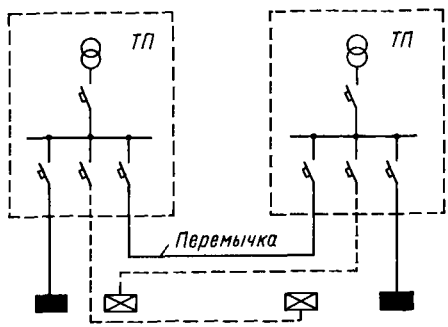


Рис 11 8 Схема питания осветительной сети от двух однотрансформаторных подстанций с перемычкой между ними на стороне низшего напряжения

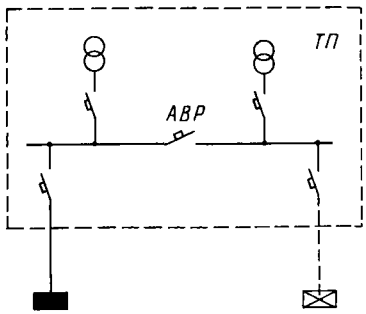


Рис 11 9. Схема питания осветительной сети от одной двухтраисформаторной подстанции

Для электронагрузок I категории в качестве второго источника питания (питание аварийного освещения) применяются также аккумуляторные батареи, дизельные станции, бензиновые двигатели или же используются электрические связи с ближайшими независимыми источниками.

Эти источники применяются и в качестве третьего независимого источника при питании электронагрузок особой категории (рис. 11.10).

В качестве аварийных источников постоянного тока, как правило, используются стационарные аккумуляторные батареи 110—220 В, предусматриваемые для питания оперативных цепей в схемах электроснабжения и электропривода (машинные залы прокатных станов, преобразовательные подстанции и др.).

В тех же случаях, когда аккумуляторная батарея предусматривается только для питания осветительной сети и потребляемая ею мощность мала, применяются стартерные аккумуляторные батареи или батареи с сухими элементами на напряжение 12—42 В.

Включение резервного питания или переключение на него освещения может выполняться автоматически (например, с помощью блоков серии БУ8000—ПУ8000) или вручную (например, с помощью пакетных или рубящих переключателей). Для нагрузок особой и I категорий при аварийном питании от трансформаторов и аккумуляторных батарей применяется только автоматический ввод резерва, при аварийном питании от дизельных станций — ручное включение (переключение).

При питании нагрузок по схеме трансформатор — магистраль — главная магистраль, питаемая от трансформатора и прокладываемая по цеху магистраль выполняет роль шин распределительного щита трансформаторной подстанции *ТП* (рис. 11.11).

Ответвления от главной магистрали к осветительным и силовым щиткам производятся по всей длине магистрали с установкой защитных аппаратов в местах ответвлений или в непосредственной близости от них.

Рабочее и аварийное освещение питается от различных магистралей. Использовать для питания освещения вторичные силовые магистрали не рекомен-

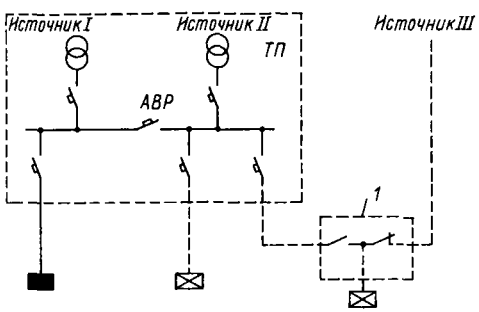


Рис. 11 10 Схема питания осветительной сети от трех источников
1 — блок переключения

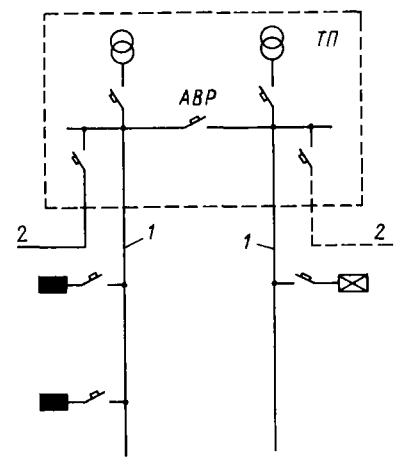


Рис 11.11 Схема питания осветительиой сети при системе трансформатор — магистраль
1 — главные магистрали, *2* — линии, питающие внецеховые нагрузки

дуется, поскольку во время эксплуатации возможны их временные отключения и качество напряжения на них не всегда надлежащее. В отдельных случаях вторичные магистрали могут быть использованы для питания аварийного освещения.

Осветительные нагрузки, присоединение которых к главной магистрали нецелесообразно (освещение соседних зданий, территории, участков, удаленных от главной магистрали, и т. п.), питаются по обычной схеме. Для этих целей на распределительных щитах ТП сохраняется небольшое число линейных выключателей.

При совмещении сетей электроосвещения и силового электрооборудования принципиальные вопросы резервирования питания должны быть решены аналогично вышерассмотренным схемам.

Схемы питания сети освещения от силовых вводов приведены на рис. 11.12. В питающих сетях освещения применяются как магистральные, так и радиальные схемы в зависимости от мощности и расположения щитков.

При магистральных схемах питания одной линией рекомендуется питать не более 4—5 щитков, хотя в ряде случаев это число может быть и увеличено: например, при малых нагрузках на щитки; на линиях, выполненных шинопроводами; для стояков, питающих щитки в многоэтажных зданиях, и т. д.

Ограниченность числа защитных аппаратов на распределительных щитах

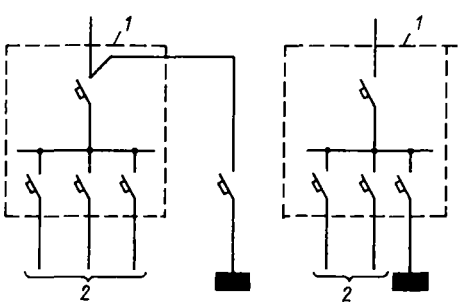


Рис 11.12 Схема питания осветительной сети от силовых вводов

1 — вводно-расширительное устройство, *2* — линии к потребителям

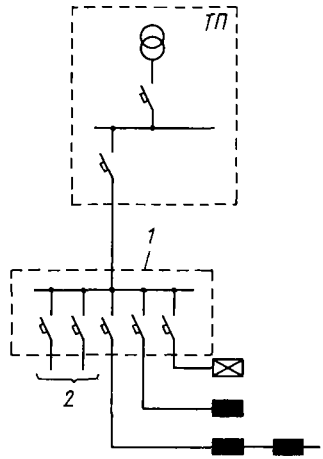


Рис 11 13 Схема питания осветительной сети с размножением линий на магистральном участке

1 — магистральный участок, *2* — линии к основным электроприемникам

подстанций и их большие номинальные токи в ряде случаев делают необходимым питание групповых щитков от распределительного щита через магистральный пункт, на котором происходит размножение мощного фидера подстанции (рис. 11.13).

Вводы в здания должны быть оборудованы вводным или вводно-распределительным устройством. Для зданий со встроенными или пристроенными подстанциями такими устройствами могут служить распределительные щиты подстанций, обслуживаемые персоналом потребителя.

Электроустановки организаций, обособленных в административно-хозяйственном отношении, но расположенных в одном здании, рекомендуется питать отдельными линиями от вводного или вводно-распределительного устройства

11.5. ГРУППОВЫЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

К групповой сети относятся линии от групповых щитков до осветительных приборов. При трехфазной системе с нулевым проводом групповые линии могут быть: двухпроводными (однофазными, рис. 11.14, *а, б*); трехпроводными (двух-

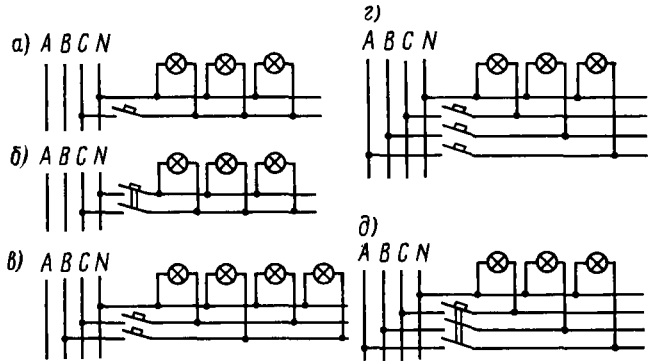


Рис 11 14 Схемы групповых линий при трехфазной системе с нулевым порядком

фазными, рис 11.14, *в*); четырехпроводными (трехфазными, рис, 11.14, *г*, *д*).

В каждую фазу групповой линии должно включаться не более 20 штук ЛН, ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ, ДНаО или 60—100 ЛЛ (в зависимости от мощности лампы)

При защите предохранителями и однополюсными автоматами эти числа увеличиваются· для четырехпроводных трехфазных и трехпроводных двухфазных линий — соответственно в 3 и 2 раза; для трехфазных трехпроводных линий — примерно в 1,5 раза.

Для линий, питающих многоламповые люстры, число ламп не ограничивается.

При питании особо мощных ламп, например ксеноновых 10—20 кВт, на каждую из них устанавливается свой защитный аппарат. Токи защитных аппаратов для таких ламп не ограничиваются.

В ряде случаев токи и число ламп в линии могут определяться рекомендациями заводов-изготовителей, направленными на обеспечение надежной работы осветительных устройств (например, рекомендации о присоединении к фазе не менее 15 светильников с люминесцентными лампами 125—200 Вт при специальных схемах зажигания).

При питании групповой линией (группой) существенно большего числа ламп, чем указано выше, на ответвлениях к отдельным лампам или группам ламп устанавливаются аппараты защиты.

Аппараты защиты в нулевых проводах устанавливать запрещается, за исключением взрывоопасных помещений класса В-I (см. гл. 1), рис. 11.14, *б*. Автоматы для трехфазных четырехпроводных линий могут быть однополюсные и трехполюсные. Последние применяются: при необходимости одновременного отключения всех ОП, питаемых группой, когда к трехфазной групповой линии присоединен трехфазный конденсатор для повышения коэффициента мощности; для линий, питающих трехфазные понижающие трансформаторы.

В трехфазных сетях без нейтрали, а также в трехфазных сетях с нулевым проводом при питании ОП линейным напряжением применяются двухпроводные (двухфазные, рис. 11.15, *а*) и трехпроводные (трехфазные, рис. 11 15, *б*) групповые линии, для защиты которых рекомендуются двух- и трехполюсные автоматы.

Переход от двухпроводных двухфазных и однофазных линий к трехпроводным двух- и трехфазным, а также к четырехпроводным трехфазным линиям позволяет:

применить удобные по конструктивным соображениям сечения проводников (в групповых сетях преимущественно должны быть проводники небольших сечений),

уменьшить общее число проводников, прокладываемых по одной трассе (так, замена трех однофазных линий одной трехфазной уменьшает число проводников в 1,5 раза);

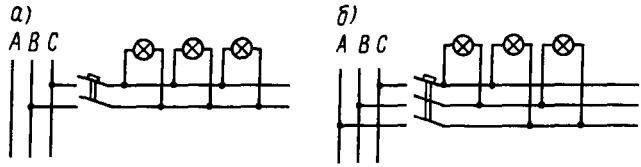


Рис 11 15 Схемы групповых линий при трехфазной системе без нулевого провода

уменьшить потери напряжения при том же расходе проводникового материала или обеспечить экономию проводникового материала при той же потере напряжения, что и в двухпроводных линиях;

осуществить распределение светильников с газоразрядными лампами между различными фазами сети в целях уменьшения пульсации светового потока

Загрузка фаз в пределах каждого щитка и линии должна быть достаточно равномерной. Распределение групп щитка и светильников линии по фазам отражается в проекте. При щитках с однополюсными автоматами для этих целей, как правило, указывается номер автомата.

При распределении светильников линии между фазами рекомендуется следующий порядок фазировки:

А—В—С, А—В—С, ...— при необходимости уменьшеиия коэффициента пульсации $K_п$, в случае, когда необходимо сохранение равномерного освещения по всей площади при отключении одной-двух фаз, для наружного освещения;

А—А—А, В—В—В, С—С—С, ...— при необходимости включения освещения по участкам площади при условии, что уменьшения $K_п$ не требуется;

А—В—С, С—В—А, ...— в прочих случаях.

К группам, питающим светильники, разрешается присоединение осветительных штепсельных розеток и трансформаторов малого напряжения, но при большом числе розеток и трансформаторов рекомендуется выделение их в отдельные группы, если это не связано с существенным увеличением протяженности сети.

При протяженных рядах светильников, допускающих совместное управление, находит применение система распределительных магистралей (рис. 11.16, *а*). При этой системе групповые

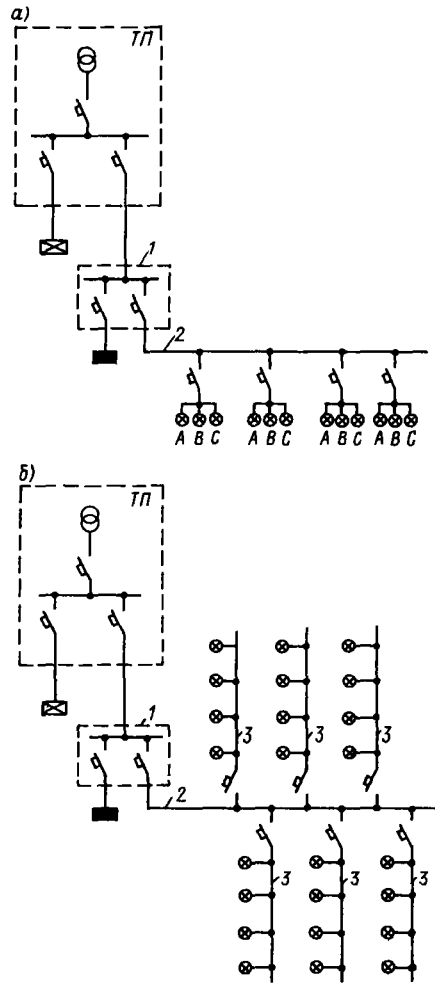


Рис 11 16. Схемы питания светильников при системе распределительных магистралей
а — непосредственно от главной магистрали; *б* — от вторичных магистралей
1 — магистральный щиток, *2* — главная (первичная) магистраль, *3* — вторичная магистраль

щитки отсутствуют; ток и число ламп магистрали не ограничиваются, но на ответвлениях к лампе (часто — к группам из трех ламп разных фаз) устанавливаются аппараты защиты (в основном автоматы). При выполнении магистралей шинопроводами аппараты защиты, как правило, входят в конструкцию магистрали.

Находит применение также система, состоящая из главных (первичных) и вторичных магистралей (рис. 11.16, *б*).

Линии освещения территорий промышленных предприятий и уличного освещения рекомендуется выполнять трехфазными четырехпроводными. В начале каждой линии устанавливаются аппараты защиты и управления. Если каждый ОП или группа ОП, установленных на одной опоре, не защищены предохранителем или автоматом, то к каждой фазе линии разрешается присоединять не более 20 ОП с ЛН, ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ, ДНаО или не более 60—100 ЛЛ (в зависимости от мощности лампы).

11.6. ЗАЩИТА ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

В соответствии с требованиями ПУЭ (раздел 3) все осветительные сети должны иметь: сеть внутри помещений, выполненную открыто проложенными проводниками с наружной оболочкой или изоляцией; осветительные сети в жилых и общественных зданиях, в торговых помещениях, служебно-бытовых помещениях промышленных предприятий, включая сеть для бытовых и переносных электроприемников (утюгов, чайников, плиток, комнатных холодильников, пылесосов, стиральных и швейных машин и т. п.), а также в пожароопасных зонах; силовые сети на промышленных предприятиях, в жилых и общественных зданиях, торговых помещениях — только в случаях, когда по условиям технологического процесса или по режиму работы сети может возникнуть длительная перегрузка проводников; сети всех видов во взрывоопасных и пожароопасных зонах при любых видах проводов и способах проводки

Защита осветительных сетей осуществляется аппаратами защиты. Аппаратом защиты (ПУЭ—86, п. 3.1.2) называется аппарат, автоматически отключающий защищаемую электрическую цепь при аномальных режимах. К аппаратам защиты относятся предохранители и автоматические выключатели (автоматы).

Для защиты осветительных сетей наиболее распространены автоматические выключатели. Предохранители имеют ограниченное применение из-за отсутствия производства распределительных пунктов и групповых щитков с предохранителями. Одним из преимуществ автоматов перед предохранителями является возможность использования их не только в качестве защитных, но и в качестве отключающих аппаратов (аппаратов управления [50]).

Для защиты осветительных сетей следует применять автоматы с расцепителями, имеющими обратно зависящую от тока временну́ю характеристику (с возрастанием тока время отключения уменьшается). Автоматы, имеющие только электромагнитный мгновенно действующий расцепитель, для осветительных сетей применять не рекомендуется.

Автоматические выключатели, применяемые для защиты осветительных сетей, имеют следующие, обратно зависящие от тока временны́е характеристики расцепителей:

тепловые нерегулируемые;

комбинированные (тепловые и электромагнитные) нерегулируемые,

комбинированные (тепловые и электромагнитные) регулируемые.

Защита электрических сетей от токов КЗ должна обеспечивать отключение аварийного участка с наименьшим временем и по возможности — требование селективности. Такое отключение обеспечивается, если ток КЗ в конце линии при одно- и многофазных КЗ в сети с глухозаземленной нейтралью и в двух- и трехфазных сетях с изолированной нейтралью не меньше указанных ниже значений·

$3I_з$ при защите предохранителями в невзрывоопасных зонах и $4I_з$ — во взрывоопасных зонах,

$3I_з$ при защите автоматами с расцепителями, имеющими обратно зависящую от тока временную характеристику, в невзрывоопасных зонах; $6I_з$ — то же во взрывоопасных зонах;

здесь $I_з$ — номинальный ток аппарата защиты (плавкого элемента предохранителя или расцепителя автомата).

В целях обеспечения селективности защиты и если это не приводит к завышению сечения проводников, ток каждого аппарата защиты рекомендуется принимать не менее чем на две ступени большим тока следующего аппарата, считая от электроприемника, наиболее удаленного от источника питания. Разница не менее чем на одну ступень обязательна при всех условиях, однако, если вводные автоматы осветительных щитков приняты с расцепителями только в целях большей устойчивости этих автоматов к токам КЗ, то вышеуказанное требование (селективности защиты) на них не распространяется.

Номинальные токи установок автоматов и плавких элементов предохранителей следует выбирать по возможности наименьшими по расчетным токам защищаемых участков сети.

В табл. 11.1 приведены ориентировочные данные по выбору плавких вставок предохранителей и уставок автоматов с учетом пусковых токов мощных ламп накаливания и ламп ДРЛ.

При защите автоматами, имеющими только электромагнитный расцепитель, ток КЗ должен быть не меньше тока уставки, умноженного на коэффициент 1,4 для автоматов до 100 А и на 1,25 для прочих автоматов. При установке автоматов с тепловыми и комбинированными расцепителями в шкафах или ящиках и выборе расцепителей по расчетным токам линий указанные в каталогах номинальные токи расцепителей рекомендуется понижать на 10 % вследствие того, что температура воздуха в шкафу или ящике может оказаться выше 25 °С, т. е. температуры, на которую калибруется тепловой расцепитель. Проверку токов расцепителей на отключение при токах КЗ и на соблюдение соотношений между допустимыми токами расцепителей рекомендуется производить по указанным в каталогах или на автоматах номинальным токам расцепителей (без понижения на 10 %).

Допускается не выполнять расчетной проверки кратности токов КЗ, если обеспечено соотношение между длительно допустимым током проводника и номинальным током защитного аппарата, приведенное в табл. 11.2. В этой же таблице приведены аналогичные соотношения при защите сетей от перегрузки (по сути в табл. 11.2 сведены требования ПУЭ—86, пп. 3.1.11, 3.1.12). Если сечения, определяемые условиями защиты, оказываются большими, чем необходимые по расчетному току, то могут быть приняты ближайшие меньшие сечения (но не менее, чем то необходимо по расчетному току). Аппараты защиты следует располагать по возможности в до-

Таблица 11.1

Выбор токов аппаратов защиты с учетом пусковых токов источников света

Аппараты защиты	Отношение номинального тока плавкой вставки или уставки теплового расцепителя автомата к рабочему току линии не менее		
	для ламп накаливания	для ламп ДРЛ	для люминесцентных ламп
Плавкие предохранители	1,0	1,2	1,0
Автоматические выключатели с тепловыми расцепителями			
с уставками менее 50 А	1,0	1,4	1,0
с уставками 50 А и выше	1,0	1,0	1,0
Автоматические выключатели с комбинированными расцепителями			
с уставками менее 50 А	1,4	1,4	1,0
с уставками 50 А и выше	1,4	1,0	1,0

Таблица 11 2

Нормируемые соотношения между длительно допустимым током проводников и номинальными токами аппаратов защиты

Проводники	Помещения, где требуется защита проводников	Отношение токов для аппаратов защиты			
		Плавкие предохранители	Автоматические выключатели с обратно зависящей от тока характеристикой		Автоматические выключатели, имеющие только максимальные мгновенно действующие расцепители
			нерегулируемый расцепитель	регулируемый расцепитель	
Сети, защищаемые от токов короткого замыкания					
Всех типов	Любые	0,33	1,0	0,66	0,22
Сети, защищаемые от перегрузки					
Открыто проложенные изолированные провода с горючей оболочкой	Производственные невзрывоопасные	1,0			
	Все прочие	1,25	1,0	1,0	1,25
Защищенные провода, кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией, провода в трубах	Производственные пожароопасные	1,0			
	Торговые, служебно-бытовые, промышленных предприятий, общественные и жилые здания, взрывоопасные установки	1,25	1,0	1,0	1,25
Кабели с бумажной изоляцией	Пожароопасные, торговые, служебно-бытовые промышленных предприятий, общественные и жилые здания, взрывоопасные установки	1,0	1,0	0,8	1,0

Примечание Под номинальным током аппарата защиты подразумевается номинальный ток расцепителя автоматического выключателя или плавкой вставки предохранителя (для автоматических выключателей с регулируемым расцепителем — ток трогания, для автоматических выключателей, имеющих только максимальный мгновенно действующий расцепитель,— ток отсечки)

ступных для обслуживания местах, таким образом, чтобы была исключена возможность их механического повреждения. Устанавливать аппараты защиты следует так, чтобы при оперировании с ними или при их срабатывании была исключена опасность для обслуживающего персонала и возможность повреждения окружающих предметов. Аппараты защиты с открытыми токоведущими частями должны быть доступны только квалифицированному персоиалу.

Аппараты защиты должны устанавливаться в следующих пунктах осветительной сети: в местах присоединения сети к источникам питания (распределительные щиты, подстаиции, распределительные пуикты, магистральные шинопроводы и т. д.); на вводах в здания; на групповых щитках (в начале групповых

линий); в местах уменьшения сечения провода (по направлению к потребителям энергии); со стороны высшего напряжения понижающих трансформаторов 12—42 В.

Аппараты защиты во всех перечисленных случаях должны быть рассчитаны на ток, возможно близкий к номинальному току трансформаторов. При питании отдельными группами от щитков не более трех трансформаторов защита может осуществляться только в начале групповых линий, со стороны низшего напряжения трансформаторов 12—42 В.

Аппараты защиты в осветительных сетях допускается не устанавливать в следующих местах: при снижении сечения по длине линии и на ответвлениях от нее, если защитный аппарат линии защищает также участок со сниженным сечением; при снижении сечения по длине линии и на ответвлениях от нее, если сниженное сечение составляет не менее половины сечения начального участка линии; в местах ответвлений от линий к электроприемникам малой мощности (светильники, бытовые приборы и т. д.); если питающая линия защищается аппаратом с уставкой не более 25 А, без ограничения длины и сечения; в местах ответвлений от линии к электрическим приемникам малой мощности, если линия защищена аппаратом с уставкой выше 25 А, но не более 63 А при длине линии до 3 м и любом способе прокладки, кроме прокладки в стальной трубе (в этом случае длина линии не ограничивается).

Аппараты защиты должны устанавливаться непосредственно в местах присоединения защищаемых проводов к питающей линии. Допускается отнесение аппаратов защиты от места ответвления на длину до 6 и до 30 м при соблюдении требований, указанных в табл. 11.3.

Аппараты защиты должны устанавливаться в цепи следующих проводов:

при защите сетей предохранителями последние должны устанавливаться во всех нормально не заземленных полюсах или фазах; установка предохранителей в нулевых рабочих проводниках запрещается,

при защите сетей с глухозаземленной нейтралью автоматами их расцепители должны устанавливаться во всех нормально не заземленных проводах; в однофазных двухпроводных линиях во взрывоопасных зонах класса В-I расцепители автоматов должны устанавливаться в цепи рабочих и нулевых проводов;

при защите сетей с изолированной нейтралью в трехпроводных сетях трехфазного тока и двухпроводных сетях однофазного тока или постоянного тока допускается устанавливать расцепители автоматов в двух фазах при трехпроводной сети и в одной фазе (полюсе) при

Таблица 11.3

Требования к выполнению ответвления

Длина линии от места ответвления до аппарата защиты	Сечение провода	Способ прокладки	Область применения
До 6 м	Не менее сечения после аппарата защиты	Для проводов с горючей оболочкой или изоляцией — в стальных трубах, металлорукавах или коробах, в остальных случаях (кроме кабельных сооружений, пожароопасных и взрывоопасных зон) — открыто по конструкциям при условии защиты проводов от механических повреждений	Там, где безусловно необходимо
До 30 м	Не менее сечения, определяемого расчетным током, но не менее 10 % пропускной способности питающей линии		Для ответвлений в труднодоступных местах (например, на большой высоте)

двухпроводных сетях; при этом в пределах одной и той же электроустановки защиту следует осуществлять в одних и тех же фазах (полюсах)

11.7. ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ В ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Основной мерой защиты от поражения электрическим током в осветительных установках является заземление или зануление нормально не находящихся под напряжением металлических частей электрооборудования и сетей. В сетях с изолированной нейтралью выполняется заземление, в сетях с заземленной нейтралью — зануление.

Заземление или зануление осветительных установок выполняется:

а) при напряжении у светильников 380 В и выше переменного тока и 440 В постоянного тока во всех осветительных установках,

б) при напряжении у светильников 380 В и выше переменного тока, а также выше 110 В, но ниже 440 В постоянного тока — только в помещениях с повышенной опасностью, в особо опасных помещениях и в наружных установках.

Заземление и зануление не требуется для осветительных установок с номинальным напряжением до 42 В переменного тока и 110 В постоянного тока во всех случаях за исключением установок со взрывоопасными зонами.

К частям, подлежащим занулению или заземлению в осветительных установках, относятся: корпуса светильников, понижающих трансформаторов; аппаратов; каркасы распределительных щитков, пунктов, ящиков, шкафов, щитков управления, металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные конструкции, металлические оболочки и броня кабелей, металлические рукава и трубы электропроводки, кожухи и опорные конструкции шинопроводов, лотки, короба, струны, тросы и стальные полосы, на которых укреплены кабели и провода (кроме струн, тросов и полос, по которым проложены кабели с заземленной или зануленной оболочкой и броней) и другие металлические конструкции, на которых установлено оборудование; металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников.

Не требуется заземлять или зануллять: корпуса электрооборудования, аппаратов и электромонтажных конструкций, установленных на заземленных (зануленных) металлических конструкциях, распределительных и тому подобных устройствах, при условии обеспечения надежного электрического контакта с заземленными или зануленными основаниями, светильники, установлеиные на деревянных опорах воздушных линий или на деревянных конструкциях открытых подстанций; корпуса электроприемников с двойной изоляцией, отрезки труб металлической защиты кабелей в местах прохода их через стены и перекрытия, протяжные и осветительные коробки электропроводок размером до 100 $см^2$, выполненных кабелями или изолированными проводами, прикрепленные к стенам, перекрытиям и другим элементам строения.

В сетях с заземленной нейтралью нулевой рабочий провод может выполнять функции нулевого, защитного (зануляющего) проводника (за исключением однофазных двухпроводных групповых линий во взрывоопасных зонах класса В-I).

Заземление и зануление корпусов светильников общего освещения с лампами накаливания и с лампами люминесцентными, ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, натриевыми со встроенными внутрь светильника пускорегулирующими аппаратами следует осуществлять:

1. В сетях с глухозаземленной нейтралью: при вводе в светильник кабеля, изолированных проводов в трубе, металлорукава или при скрытой проводке без труб — ответвлением от нулевого рабочего провода внутри светильника; при вводе в светильник открытых проводов — изолированным проводом, присоединенным к заземляющему винту корпуса светильника и к рабочему нулевому проводу у ближайшей к светильнику неподвижной опоры или коробки, при этом свободно подвешенный провод должен быть гибким.

Эти требования распространяются также на проводку зануляющего провода к защитным коитактам двухполюсных штепсельных розеток, за исключением двухполюсных розеток с защитным контактом, устаиавливаемых в медицинских лечебных заведениях для электромедицинских аппаратов и в кухнях квартир, гостиниц, общежитий для электробытовых приборов, к которым от группового щитка прокладывает самостоятельиый защитный нулевой провод.

2. В сетях с изолированной нейтралью, а также в сетях, переключаемых на питаиие от аккумуляторной батареи при любых способах ввода проводов и кабелей в светильник,— проводом, присоединенным к заземляющему вииту корпуса светильника и заземляющему проводнику. При вводе в светильник открытых незащищенных проводов заземляющий провод должен быть гибким. Заземление или зануление корпусов светильников общего освещения с лампами ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ, ДНаО и люминесцентиыми с вынесеииыми пускорегулирующими аппаратами следует осуществлять при помощи перемычки между заземляющим виитом заземленного (занулеиного) пускорегулирующего аппарата и заземляющим винтом светильника. Металлические отражатели светильников, укрепленные на корпусах из изолирующих материалов, заземлять или занулять не требуется.

Заземление или зануление корпусов светильников местного освещения на напряжение выше 42 В должио удовлетворять следующим требованиям:

1. Если между кронштейном и корпусом светильиика нет надежного электрического соединения, то оио должно быть осуществлено при помощи специально предназначенного для этой цели защитного проводиика.

2. Если заземляющие провода присоединяются ие к корпусу светильника, а к металлической коиструкции, на которой светильиик установлен, то между этой конструкцией, кронштейном и корпусом светильника должно быть надежное электрическое соединение.

Заземление или заиуление корпусов переносных светильников на напряжение выше 42 В должно осуществляться посредством специальной защитной жилы гибкого кабеля, которая не должна одновременио служить для подвода рабочего тока. Указанная жила должна присоединяться самостоятельно к защитному контакту вилки.

Осветительиые приборы наружного освещения, установленные на железобетониых и металлических опорах, а также сами опоры должны быть заземлены в сетях с изолированной нейтралью, занулены в сетях с глухозаземленной нейтралью.

Осветительные приборы наружного освещения, установленные на деревяиных опорах, не имеющих заземляющих спусков или кабельных муфт, заземлению и занулению не подлежат.

При установке осветительных приборов наружного освещения на железобетонных и металлических опорах электрифицированного городского транспорта в сетях с изолированной нейтралью осветительные приборы и опоры заземлять не допускается, а в сетях с заземленной нейтралью осветительные приборы и опоры должны быть занулены.

При питании наружного освещения воздушными линиями должна выполняться защита от атмосферных перенапряжений в соответствии с гл. 2.4 ПУЭ.

В помещениях с подвесными потолками, имеющими металлические конструкции и детали, следует занулять сами конструкции и металлические корпуса светильников, встраиваемых в подвесные потолки или устанавливаемых на подвесных потолках либо за ними.

В помещениях жилых и общественных зданий, где требуется зануление светильников, металлические крюки для подвески светильников должны быть изолированы.

В жилых и общественных зданиях должны зануляться металлические корпуса стационарных электрических плит, кипятильников и других электроприемников, переносных бытовых электрических приборов и машин мощностью более 1,3 кВт, а также металлические трубы электропроводок.

Для зануления корпусов стационариых одиофазных электрических плит,

бытовых кондиционеров, электрополотенец, а также переносных бытовых приборов и машин мощностью более 1,3 кВт должны прокладываться от стояка этажного или квартирного щитка отдельные провода сечением, равным сечению фазного провода. Этот провод присоединяется к нулевому защитному проводнику питающей сети перед счетчиком (со стороны ввода) и до отключающего аппарата (если он есть).

Зануление трехфазной электрической плиты следует осуществлять самостоятельным проводником, начиная от распределительного щита (пункта). Использование нулевого рабочего проводника для зануления трехфазной электрической плиты запрещается.

В установках с заземленной нейтралью проводимость нулевых проводов, используемых в качестве заземляющих, должна быть не менее 50 % проводимости наиболее загруженной фазной линии. Во всех случаях не следует применять для заземляющих проводников сечения более 50 мм^2 (медные), 70 мм^2 (алюминиевые), 800 мм^2 (стальные).

Нейтраль, нулевая точка или один из выводов обмотки низшего напряжения 12—42 В понижающих трансформаторов должны быть заземлены в целях защиты от перехода высшего напряжения в цепь низшего напряжения.

11.8. УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ

Аппараты управления должны устанавливаться:

а) в сетях с глухим заземлением нейтрали — во всех фазных проводах, за исключением однофазиых двухпроводных групповых линий во взрывоопасных помещениях классов В-I, в которых должно предусматриваться одновременное отключение фазного и нулевого проводов; в двух- и трехфазных групповых линиях рекомеидуются однополюсные аппараты управлеиия, и только для групповых линий, питающих лампы ДРЛ, МГЛ, НЛВД и присоединенные к ним трехфазные конденсаторы, необходимы трехполюсные аппараты;

б) в сетях с изолированной нейтралью или без нейтрали — во всех незаземленных проводах линии, при этом аппараты управления должны обеспечивать одновременное отключение проводов линии; в помещениях без повышенной опасности в двухпроводных линиях допускается установка аппарата управления в одном из фазных проводов;

в) в сетях малого напряжения — в трехфазных линиях во всех проводах, в двухфазных (двухпроводных) — в одном незаземленном проводе.

Управление освещением небольших помещений производится выключателями, располагаемыми в помещении у входной двери, как правило, со стороны дверной ручки; для эпизодически посещаемых помещений (вентиляционные камеры, кладовые и т. д.) — выключателями, располагаемыми вне помещений.

При числе светильников в помещении более одного рекомендуется (а в помещениях без естественного света требуется) не менее двух выключателей.

Для участков помещений с разными условиями естественного освещения должно предусматриваться раздельное управление общим освещением.

В помещениях с боковым естественным освещением рекомендуется включение ОП рядами, параллельными окнам.

Для протяженных помещений с несколькими входами, не используемых как постоянные проходы (кабельные галереи и туннели, галереи шинопроводов и т. д.), управление освещением рекомендуется со всех возможных входов по так называемой коридорной схеме (рис. 11.17, *а*, *б*).

При схеме 11.17, *б*, применяемой только для управления из двух мест, потеря напряжения в линии больше чем при схеме 11.17, *а*, но возможно подключение нагрузок, не управляемых по так называемой коридорной схеме, без прокладки дополнительных проводников.

При токах нагрузки, превышающих допустимые для переключателей коридорных схем (более 6—10 А), а также при двух- и трехфазных линиях управляются не непосредственно светильники, а катушки магнитных пускателей, реле или контакторов (рис. 11.17, *г*).

Как правило, при управлении магнитными пускателями и подобными ап-

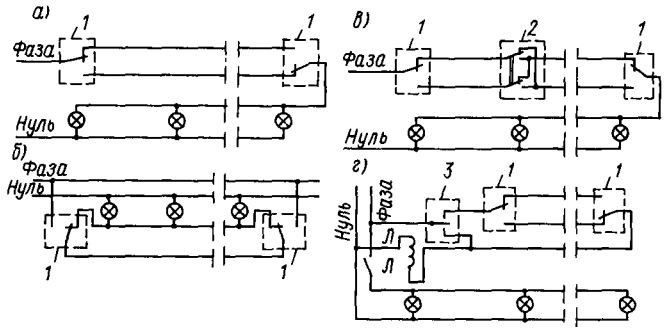


Рис 11 17 Коридорные схемы управления освещением *а* — из двух мест, *б* — из двух мест с транзитной фазой, *в* — из трех мест (а при увеличении числа выключателей *2* — из любого числа мест), *г* — с помощью пускателей, реле или контакторов (при управлении их катушками применяются схемы *а, б, в)*

1 — переключатель однополюсный, *2* — переключатель двухполюсный, *3* — переключатель однополюсный с нулевым положением, необходимый при отсутствии аппарата, отключающего светильники и пускатель

паратами в цепи катушек устанавливаются не кнопки, а выключатели или переключатели, чтобы обеспечить восстановление освещения после временного перерыва в питании.

Управление освещением больших помещений обычно производится аппаратами на групповых щитках. Места установки групповых щитков и любых других аппаратов управления должны быть легко доступными для обслуживания. В помещениях с некруглосуточной работой щитки следует располагать вблизи входа или обеспечивать освещение подходов к ним.

С мест управления желательно видеть управляемые светильники.

В многоплощадочных зданиях с тяжелыми условиями среды (ряд цехов металлических, рудоподготовительных, химических и других заводов) в отступление от рекомендации видимости светильников с места управления управление освещением нескольких площадок (помещений, пролетов) может быть сосредоточено на щитках, располагаемых в помещениях с нормальной средой, например, в электропомещениях, обслуживаемых, как правило, электроперсоналом.

Аппараты управления должны устанавливаться на вводах: во все здания и сооружения — при питании нагрузок на ток более 20 А от отдельно стоящих подстанций и подстанций, не обслуживаемых персоналом потребителя; в торговые, коммунальные и в другие, обособленные в административно-хозяйственном отношении помещения; в пожароопасные склады (установка аппаратов управления снаружи).

Управление местным освещением производится выключателями, являющимися конструктивной частью ОП или расположенными в стационарной части электропроводки. В сетях малого напряжения допускается использование электрических соединителей.

Управление наружным освещением промышленных предприятий рекомендуется выполнять раздельным для проходов и проездов участков наружных работ, открытых технологических установок, открытых складов, светового ограждения высотных препятствий, охранного освещения, дежурного освещения. Светильники освещения входов в здание обычно питаются от сети внутреннего освещения, и управление такими светильниками осуществляется местными выключателями.

Когда управление освещением местными выключателями или с групповых щитков приводит к большим затратам времени эксплуатационного персонала, а также когда требуется одновременное включение (отключение) осветительной установки или ее части по заданной программе, применяется централизованно-дистанционное управление (ЦДУ).

Преимущественно по такой системе управляются: наружное освещение; верхнее освещение многопролетных производственных зданий; общее освещение протяженных трактов подачи материалов в производство (комплекс зданий и сооружений приема, транспортировки, перегрузки и складирования материалов); освещение зрелищных помещений и т. д.

Раздельно должно управляться освещение участков с различной естественной освещенностью, а иногда и с резкоразличной искусственной освещенностью; рабочее и аварийное освещение, освещение участка с различным режимом работы. Освещение помещений без естественного света не должно входить в систему ЦДУ.

В наружном освещении промышленных предприятий раздельно управляются: охранное освещение, освещение складов, освещение дорог и проездов, освещение открытых технологических площадок каждого цеха, светоограждение высоких зданий и сооружений.

Соответствующее разделение управления требуется для уличного освещения.

Индивидуальными для каждого объекта являются программы управления освещением зрелищных помещений.

При ЦДУ должна быть сохранена возможность местного (со щитков или отдельными выключателями) управления освещением.

Вариантом ЦДУ является телемеханическое управление, когда один канал связи используется для выполнения нескольких функций, однако самостоятельные системы телеуправления применяются только для уличного освещения городов.

Одним из основных направлений экономного расходования электроэнергии является разработка и производство автоматических устройств управления освещением в промышленных и общественных зданиях.

Автоматическое управление освещением осуществляется при помощи автоматов, в которых используются часовые механизмы, а также фотоэлектронные автоматы управления освещением. Автоматы с часовыми механизмами просты в устройстве, но обладают тем недостатком, что освещение включается и выключается по заранее заданной программе независимо от реальной освещенности регулируемого объекта. Фотоэлектронные автоматы лишены этого недостатка, но являются более сложными и дорогими.

Для автоматического управления освещением применяют: автоматы серии АО, выпускаемые Московским энергомеханическим заводом МПС, разработаны автоматы непрерывного действия РС-30А и светоавтоматы дискретного действия типа МСА-1, предназначенные для управления световым потоком ЛЛ и ЛН, разработанные ПО «Мосэлектроаппарат» НИИСФ совместно с ВНИСИ; светорегулятор РС-30А, разработанный ВНИСИ и изготовленный Броварским светотехническим заводом по техническому заданию ВНИСИ [51].

Для дистанционного управления освещением применяют ящики серии Я 5000 с автоматическими выключателями для защиты силовых цепей: Я 5111 (на одну отходящую линию) и Я 5115 (на две отходящие линии); ящики управления без аппарата защиты силовых цепей: Я 5135 (на две отходящие линии) и Я 5131 (на одну отходящую линию); ящики на одну отходящую линию с автоматическими выключателями и промежуточными реле для защиты силовых цепей Я 5141 [52].

Глава двенадцатая

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

12.1. РАСЧЕТНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Расчетная осветительная нагрузка производственных, общественных и подсобных зданий, а также наружного освещения определяется исходя из суммарной установленной мощности ламп, полученной в результате светотехнического расчета или фактически имеющейся [53]. Установленная мощность определяется суммированием мощности ламп стационарных осветительных приборов напряжением более 42 В и понижающих трансформаторов 12—42 В.

В установках с разрядными лампами расчетная нагрузка включает в себя потери мощности в ПРА.

Расчетная нагрузка на вводе в здание или в начале питающей линии определяется умножением установленной мощности на коэффициент спроса, равный отношению расчетной нагрузки к установленной мощности. Расчетные нагрузки электрического освещения и силовых электроприемников следует принимать: в соответствии с [54] — для общественных зданий массового строительства; [55] — для электрооборудования жилых зданий; [56] — для электрического освещения строительных площадок.

Для производственных, общественных зданий и наружного освещения коэффициент спроса следует принимать равным 1,0 — для расчета групповой сети рабочего освещения и всех звеньев сети аварийного освещения, эвакуационного и наружного освещения.

При отсутствии данных обследований коэффициент спроса для расчета питающей сети рабочего освещения производственных зданий следует принимать равным:

1,0 — для мелких зданий производственного характера и для линий, питающих отдельные групповые щитки;

0,95 — для производственных зданий, состоящих из отдельных крупных пролетов,

0,9 — для библиотек, административных зданий;

0,85 — для производственных зданий, состоящих из многих отдельных помещений;

0,8 — для лечебных, конторско-бытовых и лабораторных зданий;

0,6 — для складских зданий, состоящих из многих отдельных помещений, и для электрических подстанций.

Расчетная нагрузка трансформаторов 12—42 В складывается из установленной мощности стационарных осветительных приборов (общего и местного освещения) и нагрузки переносного освещения исходя из мощности одного ручного светильника 40 Вт при напряжении 12 В и 50 Вт при 36 и 42 В с коэффициентом спроса, принимаемым в зависимости от степени использования переносного освещения. При отсутствии более точных данных коэффициент спроса для ручных светильников может приниматься равным 0,5.

Коэффициент спроса при расчете питающей сети рабочего освещения и вводов в общественные здания следует принимать в зависимости от установленной мощности рабочего освещения по табл. 12.1.

Расчетную нагрузку линий, питающих розетки в общественных зданиях, следует определять (в киловаттах) по формуле

$$P_{\text{р}} = K_{\text{с}} P_{\text{у р}} n, \qquad (12.1)$$

где $K_{\text{с}}$ — расчетный коэффициент спроса, принимаемый по табл. 12.2; $P_{\text{у р}}$ — установленная мощность розетки, принимаемая равной 0,06 кВт для ресторанов и гостиниц и 0,05 кВт для учреждений управления, проектно-конструкторских организаций (в том числе для подключения оргтехники); n — число розеток.

Таблица 12 1

Коэффициент спроса K_c

Освещаемые объекты	Значение K_c при установленной мощности рабочего освещения, кВт								
	до 5	5—10	10—15	15—25	25—50	50—100	100—200	200—500	500 и более
Гостиницы, спальные корпуса и административные помещения пионерских лагерей	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3
Предприятия общественного питания, детские ясли-сады, учебно-производственные мастерские профтехучилищ	1,0	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6	0,5
Организации и учреждения финансирования, кредитования и государственного страхования, общеобразовательные школы, специальные учебные заведения, учебные здания профтехучилищ, предприятия бытового обслуживания	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,75	0,6
Проектные и конструкторские организации, предприятия торговли, парикмахерские	1,0	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65
Актовые залы, конференц-залы (освещение зала и президиума)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	—	—	—

Таблица 12.2

Коэффициент спроса K_c

Организация, предприятие или учреждение	Значение		
	Групповые сети	Питающие сети	Вводы зданий
Организации и учреждения управления, финансирования, кредитования и государственного страхования, проектные и конструкторские организации, общеобразовательные школы, специальные учебные заведения, учебные здания профтехучилищ	1,0	0,2	0,1
Гостиницы,* обеденные залы ресторанов, кафе и столовых, предприятия бытового обслуживания, библиотеки, архивы	1,0	0,4	0,2

* При отсутствии потолочного и закарнизного освещения в жилых комнатах гостиниц расчет нагрузки розеточной сети, предназначенной для питания переносных светильников (например, напольных), следует выполнять с учетом коэффициентов спроса, указанных в табл 12 1

При смешанном питании в общественных зданиях общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку следует определять (в киловаттах) по формуле

$$P_{см} = P_{об} + P_р,$$

где $P_{об}$ — расчетная нагрузка линии общего освещения, кВт; $P_р$ — расчетная нагрузка от розеточной сети, кВт.

Сечение проводников осветительной сети должно обеспечивать: достаточную механическую прочность; прохождение тока нагрузки без перегрева сверх допустимых температур; необходимые уровни напряжения у источников света; срабатывание защитных аппаратов при коротких замыканиях; соответствие току аппаратуры защиты.

Из сечений проводника, определяемых условиями нагрева, термической и электродинамической стойкости при токах короткого замыкания, потери и отклонения напряжения, механической прочности, защиты от перегрузки и т. д., в соответствии с ПУЭ принимается наибольшее.

12.2. ВЫБОР СЕЧЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ И ТРОСОВ ПО МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ

Наименьшие допустимые сечения проводников, определяемые условиями механической прочности, указаны в табл. 12.3 [20].

Таблица 12.3

Минимальное сечение проводников, определяемое условием механической прочности

Проводники	Минимальное сечение проводников, мм²	
	медных	алюминиевых
Провода для зарядки светильников общего освещения:		
внутри зданий	0,5	—
вне зданий	1,0	—
подвесных местного освещения	0,75	—
прочих стационарных местного освещения:		
подвижных	1,0	—
неподвижных	0,5	—
настольных	0,75	—
Кабели шланговые и шнуры в общей оболочке для присоединения переносных электроприемников:		
бытовых	0,75	—
в промышленных установках	1,5	—
Кабели шланговые для присоединения передвижных электроприемников	2,5	—
Скрученные двухжильные провода (шнуры) с многопроволочными жилами для прокладки на роликах	1,0	—
Кабели, защищенные и изолированные провода для неподвижных прокладок на роликах, скобах и в трубах	1,0	2,5
Незащищенные изолированные провода внутри помещений при прокладке:	1,5	4,0
на изоляторах по стенам и потолкам	1,5	4,0
на изоляторах в виде перекидок между фермами или колоннами при расстоянии между опорами, мм		
6	2,5	4,0
12	4,0	10
12	6,0	16
Незащищенные изолированные провода на изолирующих опорах в наружных установках		
под навесами на роликах	1,5	2,5
по стенам, конструкциям и опорам на изоляторах	2,5	4,0
Голые провода в зданиях	2,5	—
Воздушные линии напряжением до 1000 В	6,0	16
Заземляющие проводники		
голые	4,0	6,0 (стальные диаметром 5 мм — в зданиях, диаметром 6 мм — в наружных установках)
изолированные	1,5	2,5
заземляющие жилы кабелей и многожильных проводов в общей оболочке с фазовыми жилами	1,0	2,5

Для монтажа («зарядки») светильников, а также для присоединения переносных и передвижных электроприемников должны применяться только медные гибкие проводники.

При тросовых проводниках в зависимости от нагрузки стальные тросы следует принимать диаметром 1,95—6,5 мм, а катанку — диаметром 5,5—8,0 мм.

При струнных проводниках, когда на катанке подвешивается только кабель групповой сети без светильников и крепление катанки осуществляется не более чем через 4 м, диаметр катанки принимается равным 2—4 мм.

12.3. ВЫБОР СЕЧЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ ПО НАГРЕВУ

Нагрев проводников вызывается током в нем, определяемым формулами:

в трехфазной сети с нулевым проводом или без него, при равномерной нагрузке фаз

$$I=\frac{P_3}{\sqrt{3}\,U_л\cos\varphi};\qquad(12.2)$$

в двухфазной сети с нулем, при равномерной нагрузке фаз

$$I=\frac{P_2}{2U_ф\cos\varphi};\qquad(12.3)$$

в двухпроводной сети

$$I=\frac{P_1}{U_н\cos\varphi},\qquad(12.4)$$

где P — активная мощность нагрузки (включая потери в ПРА газоразрядных ламп) одной, двух или трех фаз; $\cos\varphi$ — коэффициент мощности нагрузки; $U_л$, $U_ф$, $U_н$ — напряжение сети, В: линейное $U_л$, фазное $U_ф$, номинальное $U_н$.

При равномерной загрузке фаз ток в нулевом проводе трехфазных сетей, питающих лампы накалнвания, равен нулю, ток же сетей, питающих газоразрядные лампы, может достигать фазного тока.

В двухфазных трехпроводных сетях при равномерной нагрузке фаз ток в нулевом проводе равен фазному току при питании ламп накаливания и может быть больше фазного тока при питании газоразрядных ламп.

При неравномерной нагрузке фаз линейные токи будут неодинаковы.

Если неравномерность невелика, выбор сечения проводов следует вести, как для линии с равномерной нагрузкой фаз, приняв в качестве расчетной утроенную нагрузку наиболее загруженной фазы.

При существенной неравномерности нагрузки (например, при мощных ксеноновых светильниках) необходимо определять токи и сечения проводников отдельно для каждой фазы.

Для трехфазных линий с включением нагрузок на линейное напряжение линейные токи I_A, I_B, I_C зависят от порядка следования фаз ($A—B—C$ или $C—B—A$).

При прямом следовании фаз

$$\dot{I}_A=\sqrt{I_{AB}^2+I_{CA}^2+2I_{AB}I_{CA}\sin(\varphi_{AB}-\varphi_{CA}+30°)};$$

$$\dot{I}_B=\sqrt{I_{BC}^2+I_{AB}^2+2I_{BC}I_{AB}\sin(\varphi_{BC}-\varphi_{AB}+30°)};$$

$$\dot{I}_C=\sqrt{I_{CA}^2+I_{BC}^2+2I_{CA}I_{BC}\sin(\varphi_{CA}-\varphi_{BC}+30°)}.$$

При обратном следовании фаз в каждой из этих формул необходимо поменять местами индексы углов (AB и CA, BC и AB, BC и CA). Так как порядок следования фаз при проектировании неизвестен и может меняться в процессе эксплуатации, необходимо определить линейные токи для обоих вариантов следования фаз.

Выбор сечения проводов по нагреву производится по рассчитанной длительно допустимой токовой нагрузке на провод $I_{доп}$, причем $I_{доп}\geqslant I$. Правилами устанавливаются следующие требования при выборе сечения проводников по нагреву (ПУЭ, гл. 1.3).

Проводники любого назначения должны удовлетворять требованиям в отношении предельно допустимого нагрева с учетом не только нормальных, но и послеаварийных режимов, а также режи-

мов в период ремонта и возможных неравномерностей распределения токов между линиями, секциями шин и т. п. При проверке на нагрев принимается получасовой максимум тока, наибольший из средних получасовых токов данного элемента сети.

При повторно-кратковременном и кратковременном режимах работы электроприемников (с общей длительностью цикла до 10 мин и периодом не более 4 мин) в качестве расчетного тока для проверки сечения проводников по нагреву следует принимать ток, приведенный к длительному режиму. При этом:

1) для медных проводников сечением до 6 мм^2, а для алюминиевых проводников до 10 мм^2 ток принимается, как для установок с длительным режимом работы;

2) для медных проводников сечением более 6 мм^2, а для алюминиевых проводников более 10 мм^2 ток определяется умножением допустимого длительного тока на $0{,}875/\sqrt{T_ц}$, где $T_ц$— выраженная в относительных единицах продолжительность цикла.

Для кратковременного режима работы с длительностью включения не более 4 мин и с перерывами между включениями, достаточными для охлаждения проводников до температуры окружающей среды, наибольшие допустимые токи следует определять по нормам повторно-кратковременного режима. При длительности включения более 4 мин, а также при недостаточно длительных перерывах между включениями наибольшие допустимые токи следует определять, как для установок с длительным режимом работы. В табл. 12.4—12.42 приведены длительно допустимые токи для различных проводов и способов прокладки.

Для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией, несущих нагрузки меньше номинальных, может допускаться кратковременная перегрузка, указанная в табл. 12.4.

На период ликвидации послеаварийного режима для кабелей с поливинилхлоридной изоляцией допускается перегрузка до уровня на 15% выше номинальной нагрузки на время максимумов нагрузки продолжительностью не более 6 ч в сутки в течение 5 сут, если нагрузка в остальное время этих суток не превышает номинальной.

На период ликвидации послеаварийного режима для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией допускаются перегрузки в течение 5 сут в пределах, указанных в табл. 12.5.

Для кабельных линий, находящихся в эксплуатации более 15 лет, перегрузки должны быть понижены на 10%.

Перегрузка кабельных линий напряжением 20—35 кВ не допускается.

Требования к нормальным нагрузкам и послеаварийным перегрузкам относятся к кабелям и установленным на них соединительным и концевым муфтам и концевым заделкам.

Нулевые рабочие проводники в четырехпроводной системе трехфазного тока должны иметь проводимость не менее 50% проводимости фазных проводников; в необходимых случаях она должна быть увеличена до проводимости фазных проводников.

Длительно допустимые токовые нагрузки для проводов и кабелей в зависимости от условий прокладки указаны в табл. 12.6—12.8 [1].

При температуре окружающей среды, отличной от 25 °С, при прокладке проводов и кабелей по воздуху и от 15 °С при прокладке в земле, к токовым нагрузкам, приведенным в вышеуказанных таблицах, вводятся поправочные коэффициенты (табл. 12.9, 12.10) [1].

При определении числа жил в кабеле и проводов в трубе нулевой рабочий проводник четырехпроводных трехфазных линий принимается в расчет, если по нему протекает значительный ток (например, при питании газоразрядных ламп).

В тех случаях, когда расстояние между кабелями менее 35 мм, а при прокладке в каналах — менее 50 мм, на токовые нагрузки вводятся поправочные коэффициенты (приведены в ПУЭ).

Токовые нагрузки принимаются:

для открыто проложенных проводов, плоских (АППВ, ППВ) и тросовых проводов (АРТ, АВТ) — как для кабелей с резиновой и пластмассовой изоляцией;

Таблица 12 4

Допустимая кратковременная перегрузка для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией

Коэффициент предварительной нагрузки	Вид прокладки	Допустимая перегрузка по отношению к номинальной в течение, ч		
		0,5	1,0	3,0
0,6	В земле	1,35	1,30	1,15
	В воздухе	1,25	1,15	1,10
	В трубах (в земле)	1,20	1,10	1,00
0,8	В земле	1,20	1,15	1,10
	В воздухе	1,15	1,10	1,05
	В трубах (в земле)	1,10	1,05	1,00

Таблица 12 5

Допустимая на период ликвидации послеаварийного режима перегрузка для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией

Коэффициент предварительной нагрузки	Вид прокладки	Допустимая перегрузка по отношению к номинальной нагрузке при длительности ее максимума, ч		
		1	3	6
0,6	В земле	1,5	1,35	1,25
	В воздухе	1,35	1,25	1,25
	В трубах (в земле)	1,30	1,20	1,15
0,8	В земле	1,35	1,25	1,20
	В воздухе	1,30	1,25	1,25
	В трубах (в земле)	1,20	1,15	1,10

для кабелей в блоках — по таблицам ПУЭ в зависимости от сечения, напряжения и расположения кабелей в блоке;

для одножильных проводов, проложенных по лоткам в один ряд,— как для открыто проложенных проводов, а проложенных пучками,— как для проводов в трубах,

для проводов, проложенных в пластмассовых трубах,— как для проводов в стальных трубах с понижением нагрузок на 5—10%.

По ПУЭ длительно допустимые токи для проводов с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией, шнуров с резиновой изоляцией и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочке приведены в табл. 12.11—12.18. Они приняты для температур: жил +65°, окружающего воздуха +25° и земли +15 °С.

При определении числа проводов, прокладываемых в одной трубе (или жил многожильного проводника), нулевой рабочий проводник четырехпроводной системы трехфазного тока, а также заземляющие и нулевые защитные проводники в расчет не принимаются.

Данные, содержащиеся в табл. 12.11 и 12.12, следует применять независимо от числа труб и места их прокладки (в воздухе, перекрытиях, фундаментах).

Длительно допустимые токи для проводов и кабелей, проложенных в коробах, а также в лотках пучками, должны приниматься: для проводов — по табл. 12.11 и 12.12, как для проводов, проложенных в трубах, для кабелей — по табл. 12.13—12.15, как для кабелей,

Таблица 12.6

Длительно допустнмый ток $I_д$ для проводов и кабелей на напряжение до 1 кВ с алюминиевыми жилами при окружающей температуре воздуха 25 °С и земли 15 °С

Группа проводников	Характерная марка	Способ прокладки	Чнсло проводов (жил)	Ток $I_д$, А, проводов (кабелей) сечением, мм², равным												
				2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185
Провода с резиновой и пластмассовой изоляцией	АПР, АПРТО, АПРВ, АПВ	Открыто	Любое	24	32	39	60	75	105	130	165	210	255	295	340	390
		В стальных трубах	2	20	28	36	50	60	85	100	140	175	215	245	275	—
			3	19	28	32	47	60	80	95	130	165	200	220	255	—
			4	19	23	30	39	55	70	85	120	140	175	200	—	—
			5—6	15	22	26	38	48	65	75	105	130	—	—	—	—
			7—9	14	21	24	35	45	60	70	95	125	—	—	—	—
Кабели и провода с резиновой и пластмассовой изоляцией	АВРГ, АНРГ, АВВГ, АВРБГ, АНРБГ, АВВБГ, АПРФ	В воздухе	2	21	29	38	55	70	90	105	135	165	200	230	270	310
			3	19	27	32	42	60	75	90	110	140	170	200	235	270
			4	17	24	29	38	54	68	81	100	126	153	190	212	243
	АВВБ, АНРБ, АВВБ	В земле	2	34	42	55	80	105	135	160	205	245	295	340	390	440
			3	29	38	46	70	90	115	140	175	210	255	295	335	385
			4	26	35	42	63	81	104	126	158	190	230	266	302	347
Кабели с бумажной пропитанной изоляцией	ААГ, АГС, ААБГ, АСБГ	В воздухе	2	23	31	42	55	75	100	115	140	175	210	245	290	—
			3	22	29	35	46	60	80	95	120	155	190	220	255	290
			4	—	27	35	45	60	75	95	110	140	165	200	230	260
	ААБ, АСБ	В земле	2	35	46	60	80	110	140	175	210	250	290	335	385	—
			3	31	42	55	75	90	125	145	180	220	260	300	335	380
			4	—	38	46	65	90	115	135	165	200	240	270	305	345
Голый провод *	А	Открыто	Любое	—	—	—	—	105 75	135 105	170 130	215 165	265 210	320 255	375 300	440 355	500 410

* В числителе — ток $I_д$ для прокладки провода вне помещений, в знаменателе — в помещениях.

Таблица 12.7

Длительно допустимый ток $I_д$ для проводов и кабелей на напряжение до 1 кВ с медными жилами при температуре воздуха 25 °С и земли 15 °С

Группа проводников	Способ прокладки	Число жил (одножильных проводов)	Ток $I_д$ проводов (кабелей), А, сечением, мм², равным												
			1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150
Провода и шнуры с резиновой и пластмассовой изоляцией	Открыто	Любое	23	30	41	50	80	100	140	170	215	270	330	385	440
	В стальных трубах	2	19	27	38	46	70	85	115	135	185	225	275	315	360
		3	17	25	35	42	60	80	100	125	170	210	255	290	330
		4	16	25	30	40	50	75	90	115	150	185	225	260	300
		5—6	15	20	28	34	48	64	80	100	135	165	—	—	—
		7—9	14	19	26	31	45	60	75	95	125	155	—	—	—
Кабели и провода с резиновой и пластмассовой изоляцией	В воздухе	2	19	27	38	50	70	90	115	140	175	215	260	300	350
		3	19	25	35	42	55	75	95	120	145	180	220	260	305
		4	17	22	31	38	50	68	85	108	130	162	200	234	275
	В земле	2	33	44	55	70	105	135	175	210	265	320	385	445	505
		3	27	38	49	60	90	115	150	180	225	275	330	385	435
		4	24	34	44	54	81	103	135	162	202	247	300	347	392
Шланговые кабели	Открыто	2	23	33	43	55	75	95	125	150	185	235	—	—	—
		3	20	28	36	45	60	80	105	130	160	200	—	—	—
Кабели с бумажной пропитанной изоляцией	В воздухе	2	—	30	40	55	75	95	130	150	185	225	275	320	375
		3	—	28	37	45	60	80	105	125	155	200	245	285	330
		4	—	—	35	45	60	80	100	120	145	185	215	260	300
	В земле	2	—	45	60	80	105	140	185	225	270	325	380	435	500
		3	—	40	55	70	95	120	160	190	235	285	340	390	435
		4	—	—	50	60	85	115	150	175	215	265	310	350	395
Голый провод *	Открыто	Любое	—	—	50/25	70/35	95/60	130/100	180/135	220/170	270/215	340/270	415/335	485/395	570/465

* В числителе — ток $I_д$ для прокладки провода вне помещений, в знаменателе — в помещениях

Таблица 12 8

Длительно допустимый ток $I_д$ для проводов на напряжение 0,66 кВ с нагревостойкостью до 150 °С (ПРКС, РКГМ, ПАЛ и т. д.)

Способ прокладки	Число проводов	Температура окружающего воздуха, °С	Ток $I_д$, А, проводов (жил) сечением, мм², равным										
			1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95
Открыто	Любое	25	43	59	80	103	141	190	245	302	374	462	550
		60	37	51	68	89	122	163	211	260	323	398	476
		80	33	46	61	79	109	146	189	232	288	356	426
		100	29	40	53	69	95	127	164	202	250	309	369
		125	22	30	40	53	72	97	125	154	191	236	282
В стальных трубах	2	60	31	43	58	76	105	140	180	220	275	340	405
		80	28	39	52	67	93	125	160	195	245	305	360
		100	25	34	45	59	81	110	140	170	210	265	315
		125	19	26	34	45	61	80	105	130	160	200	240
	3	60	30	41	54	71	98	130	170	210	260	320	380
		80	26	37	49	63	87	115	150	185	230	285	340
		100	23	32	42	55	76	100	130	160	200	245	295
		125	18	24	32	42	58	80	100	125	155	190	225
	4	60	26	36	48	62	85	115	150	180	225	280	335
		80	23	32	43	55	76	100	130	165	200	250	300
		100	20	28	37	48	66	90	115	140	175	215	260
		125	15	21	28	37	50	68	90	110	135	165	200

Таблица 12 9

Поправочные коэффициенты на токовые нагрузки проводников в зависимости от температуры окружающей среды

Проводники	Нормированная температура жил, °С	Расчетная температура среды, °С	Поправочный коэффициент при фактической температуре среды, °С, равной											
			−5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
Кабели и провода с резиновой и пластмассовой изоляцией при прокладке														
по воздуху	70	25	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
в земле		15	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
Кабели с пропитанной бумажной изоляцией при прокладке														
по воздуху	80	25	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
в земле		15	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68

проложенных в воздухе. При числе одновременно нагруженных проводов, большем четырех, проложенных в трубах, коробах, а также в лотках пучками, токи для проводов должны приниматься по табл. 12.11 и 12 12 как для проводов, проложенных открыто (в воздухе), с введением снижающих коэффициентов 0,68 для 6 проводов, 0,63 для 7—9 и 0,6 для 10—12.

Таблица 12 10

Поправочные коэффициенты на токи для кабелей, неизолированных и изолированных проводов и шин в зависимости от температуры земли и воздуха

Условная температура среды, °С	Нормированная температура жил, °С	Поправочный коэффициент на ток при расчетной температуре среды, °С											
		−5 и ниже	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68
25	80	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
25	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,50	0,36
25	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
15	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	—
25	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1,00	0,89	0,78	0,63	0,45	—

Таблица 12 11

Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливиниилхлоридной изоляцией с медными жилами

Сеченне токопроводящей жилы, мм²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одно жильных	трех одно жнльиых	четырех одно жильных	одного двух-жильного	одного трех жильного
0,5	11	—	—	—	—	—
0,75	15	—	—	—	—	—
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	—	—	—
185	510	—	—	—	—	—
240	605	—	—	—	—	—
300	695	—	—	—	—	—
400	830	—	—	—	—	—

Таблица 12 12

Допустимый длительный ток для проводов с резиновой и поливиниилхлоридной изоляцией с алюминиевыми жилами

Сечение токопроводящей жилы, мм²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одно жнльных	трех одно-жнльных	четырех одно-жильных	одного двух-жильного	одного трех-жильного
2	21	19	18	15	17	14
2,5	24	20	19	19	19	16
3	27	24	22	21	22	18
4	32	28	28	23	25	21
5	36	32	30	27	28	24
6	39	36	32	30	31	36
8	46	43	40	37	38	32
10	60	50	47	39	42	38
16	75	60	60	55	60	55
25	105	85	80	70	75	65
35	130	100	95	85	95	75
50	165	160	130	120	125	105
70	210	175	165	140	150	135
95	255	215	200	175	190	165
120	295	245	220	200	230	190
150	340	275	255	—	—	—
185	390	—	—	—	—	—
240	465	—	—	—	—	—
300	535	—	—	—	—	—
400	645	—	—	—	—	—

Таблица 12 13

Допустимый длительный ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках и кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной, найритовой или резиновой оболочке, бронированных и небронированных

Сечение токо-проводящей жнлы, мм²	Ток*, А, для проводов и кабелей прн прокладке				
	в воздухе		в земле	в воздухе	в земле
	одножильных	двухжильных		трехжильных	
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
95	325	260	385	220	330
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	—	—	—	—

* Токи относятся к проводам и кабелям как с нулевой жилой, так и без нее

Таблица 12 14

Допустимый длительный ток для кабелей с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочке, бронированных и небронированных

Сечение токопроводящей жилы, мм²	Ток, А, для кабелей при прокладке				
	в воздухе		в земле	в воздухе	в земле
	одножильных	двухжильных		трехжильных	
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385
240	465	—	—	—	—

Примечание Допустимые длительные токи для четырехжильных кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение до 1 кВ могут выбираться как для трехжильных кабелей, но с коэффициентом 0,92

Таблица 12 15

Допустимый длительный ток для переносных шланговых легких и средних шнуров, переносных шланговых тяжелых кабелей, шахтных гибких шланговых, прожекторных кабелей и переносных проводов с медными жилами

Сечение токопроводящей жилы, мм²	Ток*, А, для шнуров, проводов, кабелей		
	одножильных	двухжильных	трехжильных
0,5	—	12	—
0,75	—	16	14
1,0	—	18	16
1,5	—	23	20
2,5	40	33	28
4	50	43	36
6	65	55	45
10	90	75	60
16	120	95	80
25	160	125	105
35	190	150	130
50	235	185	160
70	290	235	200

* Токи относятся к шнурам, проводам и кабелям с нулевой жилой и без нее

Для проводов вторичных цепей снижающие коэффициенты не вводят.

Длительно допустимые токи для проводов, проложенных в лотках, при однорядной прокладке (не в пучках) следует принимать как для проводов, проложенных в воздухе.

Длительно допустимые токи для проводов и кабелей, прокладываемых в коробах, следует принимать по табл. 12.11—12.14 как для одиночных проводов и кабелей, проложенных открыто (в воздухе), с применением снижающих коэффициентов, указанных в табл. 12.19.

Таблица 12 16

Длительно допустимый ток для переносных шланговых с медными жилами с резиновой изоляцией кабелей для торфопредприятий

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток*, А, для кабелей напряжением, кВ		
	0,5	3	6
6	44	45	47
10	60	60	65
16	80	80	85
25	100	105	105
35	125	125	130
50	155	155	160
70	190	195	—

* Токи относятся к кабелям с нулевой жилой и без нее

Таблица 12 17

Длительно допустимый ток для шланговых с медными жилами с резиновой изоляцией кабелей для передвижных электроприемников

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток*, А, для кабелей напряжением, кВ		Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток*, А, для кабелей, напряжением, кВ	
	3	6		3	6
16	85	90	70	215	220
25	115	120	95	260	265
35	140	145	120	305	310
50	175	180	150	345	350

* Токи относятся к кабелям с нулевой жилой и без нее

Таблица 12 18

Длительно допустимый ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией для электрифицированного транспорта 1,3 и 4 кВ

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А	Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А	Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А
1	20	16	115	120	300
1,5	25	25	150	150	445
2,5	40	35	185	185	505
4	50	50	230	240	590
6	65	70	285	300	670
10	90	95	340	350	745

При выборе снижающих коэффициентов контрольные и резервные провода не учитываются.

Длительно допустимые токи для кабелей напряжением до 35 кВ с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги в свинцовой, алюминиевой или поливинилхлоридной оболочке приняты в соответствии с допустимыми температурами жил кабелей:

Номинальное напряжение, кВ	До 3	6
Допустимая температура жил кабеля, °С	+80	+65
Номинальное напряжение, кВ	10	20 и 35
Допустимая температура жил кабеля, °С	+60	+50

Для кабелей, проложенных в земле, длительно допустимые токи приведены в табл. 12.20, 12.23, 12.26, 12.29. Они

Таблица 12 19

Снижающий коэффициент для проводов и кабелей, прокладываемых в коробах

Способ прокладки	Число проложенных проводов и кабелей		Снижающий коэффициент для проводов и кабелей, питающих	
	одно жильных	много жильных	отдельные электроприемники с коэффициентом использования до 0,7	группы электроприемников и отдельные приемники с коэффициентом использования более 0,7
Многослойно и пучками	—	До 4	1,0	—
	2	5—6	0,85	—
	3—9	7—9	0,75	—
	10—11	10—11	0,7	—
	12—14	12—14	0,65	—
	15—18	15—18	0,6	—
Однослойно	2—4	2—4	—	0,67
	5	5	—	0,6

Таблица 12 20

Длительно допустимый ток для кабелей с медными жилами с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольной или нестекающей массами, в свинцовой оболочке, прокладываемых в земле

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А, для кабелей					
	одно жильных до 1 кВ	двух-жильных до 1 кВ	трехжильных напряжением, кВ			четырех жильных до 1 кВ
			до 3	6	10	
6	—	80	70	—	—	—
10	140	105	95	80	—	85
16	175	140	120	105	95	115
25	235	185	160	135	120	150
35	285	225	190	160	150	175
50	360	270	235	200	180	215
70	440	325	285	245	215	265
95	520	380	340	295	265	310
120	595	435	390	340	310	350
150	675	500	435	390	355	395
185	755	—	490	440	400	450
240	880	—	570	510	460	—
300	1000	—	—	—	—	—
400	1220	—	—	—	—	—
500	1400	—	—	—	—	—
625	1520	—	—	—	—	—
800	1700	—	—	—	—	—

Таблица 12 21

Длительно допустимый ток для кабелей с медными жилами с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольной или нестекающей массами, в свинцовой оболочке, прокладываемых в воде

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А, для кабелей			
	трехжильных напряжением, кВ			четырехжильных до 1 кВ
	до 3	6	10	
16	—	135	120	—
25	210	170	150	195
35	250	205	180	230
50	305	255	220	285
70	375	310	275	350

Окончание табл 12 21

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А, для кабелей			
	трехжильных напряжением, кВ			четырехжильных до 1 кВ
	до 3	6	10	
95	440	375	340	410
120	505	430	395	470
150	565	500	450	—
185	615	545	510	—
240	715	625	585	—

Таблица 12 22

Длительно допустимый ток для кабелей с медными жилами с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольной или нестекающей массами, в свинцовой оболочке, прокладываемых в воздухе

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А, для кабелей					
	одножильных до 1 кВ	двухжильных до 1 кВ	трехжильных напряжением, кВ			четырехжильных до 1 кВ
			до 3	6	10	
6	—	55	45	—	—	—
10	95	75	60	55	—	60
16	120	95	80	65	60	80
25	160	130	105	90	85	100
35	200	150	125	110	105	120
50	245	185	155	145	135	145
70	305	225	200	175	165	185
95	360	275	245	215	200	215
120	415	320	285	250	240	260
150	470	375	330	290	270	300
185	525	—	375	325	305	340
240	610	—	430	375	350	—
300	720	—	—	—	—	—
400	880	—	—	—	—	—
500	1020	—	—	—	—	—
625	1180	—	—	—	—	—
800	1400	—	—	—	—	—

Таблица 12 23

Длительно допустимый ток для кабелей с алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольной или нестекающей массами, в свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемых в земле

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А, для кабелей					
	одножильных до 1 кВ	двухжильных до 1 кВ	трехжильных напряжением, кВ			четырехжильных до 1 кВ
			до 3	6	10	
6	—	60	55	—	—	—
10	110	80	75	60	—	65
16	135	110	90	80	75	90
25	180	140	125	105	90	115
35	220	175	145	125	115	135
50	275	210	180	155	140	165
70	340	250	220	190	165	200
95	400	290	260	225	205	240
120	460	335	300	260	240	270
150	520	385	335	300	275	305

Окончание табл 12 23

Сечение токопроводящей жилы, мм²	Ток, А, для кабелей					
	одно жильных до 1 кВ	двух жильных до 1 кВ	трехжильных напряжением, кВ			четырех жильных до 1 кВ
			до 3	6	10	
185	580	—	380	340	310	345
240	675	—	440	390	355	—
300	770	—	—	—	—	—
400	940	—	—	—	—	—
500	1080	—	—	—	—	—
625	1170	—	—	—	—	—
800	1310	—	—	—	—	—

Таблица 12 24

Длительно допустимый ток для кабелей с алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольной или нестекающей массами, в свинцовой оболочке, прокладываемых в воде

Сечение токопроводящей жилы, мм²	Ток, А, для кабелей трехжильных напряжением, кВ			Ток, А, для четырех жильных кабелей до 1 кВ
	до 3	6	10	
16	—	105	90	—
25	160	130	115	150
35	190	160	140	175
50	235	195	170	220
70	290	240	210	270
95	340	290	260	315
120	390	330	305	360
150	435	385	345	—
185	475	420	390	—
240	550	480	450	—

Таблица 12 25

Длительно допустимый ток для кабелей с алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольной или нестекающей массами, в свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемых в воздухе

Сечение токопроводящей жилы, мм²	Ток, А, для кабелей					
	одно-жильных до 1 кВ	двух-жильных до 1 кВ	трехжильных напряжением, кВ			четырех жильных до 1 кВ
			до 3	6	10	
6	—	42	35	—	—	—
10	75	55	46	42	—	45
16	90	75	60	50	46	60
25	125	100	80	70	65	75
35	155	115	95	85	80	95
50	190	140	120	110	105	110
70	235	175	155	135	130	140
95	275	210	190	165	155	165
120	320	245	220	190	185	200
150	360	290	255	225	210	230
185	405	—	290	250	235	260
240	470	—	330	290	270	—
300	555	—	—	—	—	—
400	675	—	—	—	—	—
500	785	—	—	—	—	—
625	910	—	—	—	—	—
800	1080	—	—	—	—	—

Таблица 12 26

Длительно допустимый ток для трехжильных кабелей напряжением 6 кВ с медными жилами с обедненно-пропитанной изоляцией в общей свинцовой оболочке, прокладываемых в земле и в воздухе

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А, для кабелей, проложенных		Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А, для кабелей, проложенных	
	в земле	в воздухе		в земле	в воздухе
16	90	65	70	220	170
25	120	90	95	265	210
35	145	110	120	310	245
50	180	140	150	355	290

Таблица 12 27

Длительно допустимый ток для трехжильных кабелей напряжением 6 кВ с алюминиевыми жилами с обедненно-пропитанной изоляцией и в общей свинцовой оболочке, прокладываемых в земле и в воздухе

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А, для кабелей, проложенных		Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А, для кабелей, проложенных	
	в земле	в воздухе		в земле	в воздухе
16	70	50	70	170	130
25	90	70	95	205	160
35	110	85	120	240	190
50	140	110	150	275	225

Таблица 12 28

Длительно допустимый ток для кабелей с отдельно освинцованными медными жилами с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольной или нестекающей массами, прокладываемых в земле, воде, воздухе

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток, А, для трехжильных кабелей, напряжением, кВ					
	20			35		
	при прокладке					
	в земле	в воде	в воздухе	в земле	в воде	в воздухе
25	110	120	85	—	—	—
35	135	145	100	—	—	—
50	165	180	120	—	—	—
70	200	225	150	—	—	—
95	240	275	180	—	—	—
120	275	315	205	270	290	205
150	315	350	230	310	—	230
185	355	390	265	—	—	—

приняты из расчета прокладки в траншее на глубине 0,7—1,0 м не более одного кабеля при температуре земли 15 °С и удельном сопротивлении земли 120 Ом·м

При удельном сопротивлении земли отличном от 120 Ом·м, необходимо токовые нагрузки, указанные в упомянутых таблицах, умножать на поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 12.30.

Для кабелей, проложенных в воде длительно допустимые токи приведены в табл. 12.21, 12.24, 12.28, 12.29. Они приняты из расчета температуры воды 15 °С.

Таблица 12 29

Длительно допустимый ток для кабелей с отдельно освинцованными алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольной или нестекающей массами, прокладываемых в земле, воде, воздухе

Сечение токопроводящей жилы, мм²	Ток, А, для трехжильных кабелей напряжением, кВ					
	20			35		
	при прокладке					
	в земле	в воде	в воздухе	в земле	в воде	в воздухе
25	85	90	65	—	—	—
35	105	110	75	—	—	—
50	125	140	90	—	—	—
70	155	175	115	—	—	—
95	185	210	140	—	—	—
120	210	245	160	210	225	160
150	240	270	175	240	—	175
185	275	300	205	—	—	—

Таблица 12 30

Поправочный коэффициент на длительно допустимый ток для кабелей, проложенных в земле, в зависимости от удельного сопротивления земли

Характеристика земли	Удельное сопротивление, Ом·м	Поправочный коэффициент
Песок влажностью более 9 %, песчано-глинистая почва влажностью более 1 %	80	1,05
Нормальные почва и песок влажностью 7—9 %, песчано-глинистая почва влажностью 12—14 %	120	1,00
Песок влажностью более 4 и менее 7 %, песчано-глинистая почва влажностью 8—12 %	200	0,87
Песок влажностью до 4 %, каменистая почва	300	0,75

Таблица 12 31

Длительно допустимый ток для одножильных кабелей с медной жилой с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольной или нестекающей массами, в свинцовой оболочке, небронированных, прокладываемых в воздухе

Сечение токопроводящей жилы, мм²	Ток *, А, для кабелей напряжением, кВ		
	до 3	20	35
10	85/—	—	—
16	120/—	—	—
25	145/—	105/110	—
35	170/—	125/135	—
50	215/—	155/165	—
70	260/—	185/205	—
95	305/—	220/225	—
120	330/—	245/290	240/265
150	360/—	270/330	265/300
185	385/—	290/360	285/335
240	435/—	320/395	315/380
300	460/—	350/425	340/420
400	485/—	370/450	—
500	505/—	—	—
625	525/—	—	—
800	550/—	—	—

* Слева от косой черты указаны токи для кабелей, расположенных в одной плоскости с расстоянием в свету 35—125 мм, справа — для кабелей, расположенных вплотную треугольником

Таблица 12 32

Длительно допустимый ток для одножильных кабелей с алюминиевой жилой с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольной или нестекающей массами, в свинцовой или алюминиевой оболочке, небронированных, прокладываемых в воздухе

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток *, А, для кабелей напряжением, кВ		
	до 3	20	35
10	65/—	—	—
16	90/—	—	—
25	110/—	80/85	—
35	130/—	95/105	—
50	165/—	120/130	—
70	200/—	140/160	—
95	235/—	170/195	—
120	255/—	190/225	185/205
150	275/—	210/255	205/230
185	295/—	225/275	220/255
240	335/—	245/305	245/290
300	355/—	270/330	260/330
400	375/—	285/350	—
500	390/—	—	—
625	405/—	—	—
800	425/—	—	—

* См сноску к табл 12 31

Таблица 12.33

Поправочный коэффициент на число работающих кабелей, лежащих рядом в земле (в трубах или без труб)

Расстояние между кабелями в свету, мм	Поправочный коэффициент при числе кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Для кабелей, проложенных в воздухе, внутри и вне зданий при любом числе кабелей и температуре воздуха 25 °С длительно допустимые токи приведены в табл. 12.22, 12.25—12.29, 12.31, 12.32. Длительно допустимые токи для одиночных кабелей, прокладываемых в трубах в земле, должны приниматься, как для тех же кабелей, прокладываемых в воздухе при температуре, равной температуре земли.

При смешанной прокладке кабелей длительно допустимые токи должны приниматься для участка трассы с наихудшими условиями охлаждения, если длина его более 10 м. Рекомендуется применять в указанных случаях кабельные вставки большего сечения, чем расчетное.

При прокладке нескольких кабелей в земле (включая прокладку в трубах) допустимые длительные токи должны быть уменьшены умножением на коэффицнент, приведенный в табл. 12.33. При этом не должны учитываться резервные кабели.

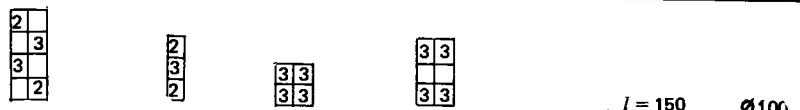
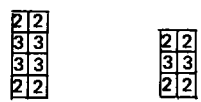
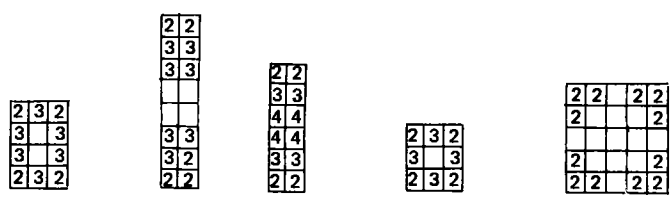
Прокладка нескольких кабелей в земле с расстояниями между ними менее 10 мм в свету не рекомендуется.

Для масло- и газонаполненных одножильных бронированных кабелей, а также других кабелей новых конструкций допустимые токи устанавливаются заводами-изготовителями.

Допустимые длительные токи для кабелей, прокладываемых в блоках, определяются по эмпирической формуле

Таблица 12 34

Длительно допустимый ток для кабелей 10 кВ с медными или алюминиевыми жилами сечением 95 мм^2, прокладываемых в блоках

Группа блоков	Конфигурация блоков	№ канала	Ток I_0, А, для кабелей	
			медных	алюминиевых
I		1	191	147
II		2	173	133
		3	167	129
III		2	154	119
IV		2	147	113
		3	138	106
V		2	143	110
		3	135	104
		4	131	101
VI		2	140	103
		3	132	102
		4	118	91

Окончание табл 12 34

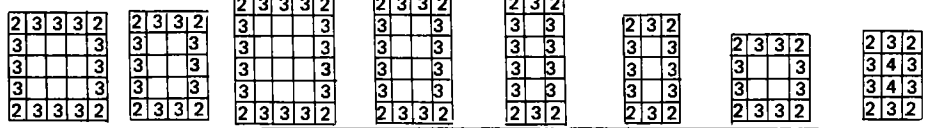
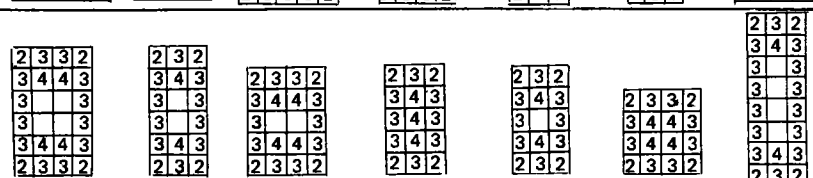
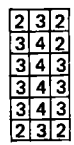
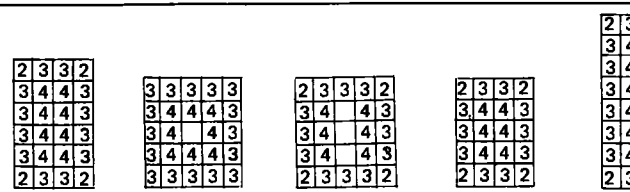
Группа блоков	Конфигурация блоков	№ канала	Ток I_0, А, для кабелей	
			медных	алюминиевых
VII		2	136	105
		3	132	102
		4	119	92
VIII		2	135	104
		3	124	96
		4	104	80
IX		2	135	104
		3	118	91
		4	100	77
X		2	133	102
		3	116	90
		4	81	62
XI		2	129	99
		3	114	88
		4	79	55

Таблица 12 35

Поправочный коэффициент a на сечение кабеля

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Значение a для номера канала в блоке (табл 12 34)			
	1	2	3	4
25	0,44	0,46	0,47	0,51
35	0,54	0,57	0,57	0,60
50	0,67	0,69	0,69	0,71
70	0,81	0,84	0,84	0,85
95	1,00	1,00	1,00	1,00
120	1,14	1,13	1,13	1,12
150	1,33	1,30	1,29	1,26
185	1,50	1,46	1,45	1,38
240	1,78	1,70	1,68	1,55

Таблица 12 36

Длительно допустимый ток для незолированных проводов по ГОСТ 839—80

Номинальное сечение, мм^2	Сечение,* мм^2	Ток, А, для проводов марок					
		АС, АСКС, АСК, АСКП		М	А, АКП	М	А АКП
		вне помещения	в помещении	вне помещения		внутри помещения	
10	10/1,8	84	53	95	—	60	—
16	16/2,7	111	79	133	105	102	75
25	25/4,2	142	109	183	136	137	106
35	35/6,2	175	135	223	170	173	130
50	50/8	210	165	275	215	219	165
70	70/11	265	210	337	265	268	210
95	95/16	330	260	422	320	341	255
120	120/19	390	313	485	375	395	300
	120/27	375	—	—			
150	150/19	450	365	570	440	465	355
	150/24	450	365				
	150/34	450	—				
185	185/24	520	430	650	500	540	410
	185/29	510	425				
	185/43	515	—				
240	240/32	605	505	760	590	685	490
	240/39	610	505				
	240/56	610	—				
300	300/39	710	600	880	680	740	570
	300/48	690	585				
	300/66	680	—				
330	330/27	730	—	—	—	—	—
400	400/22	830	713	1050	815	895	690
	400/51	825	705	—			
	400/64	860	—	—			
500	500/27	960	830	—	980	—	820
	500/64	945	815				
600	600/72	1050	920	—	1100	—	955
700	700/86	1180	1040	—	—	—	—

* Слева от косой черты — площадь поперечного сечения алюминиевых проводов, справа — стальных

Таблица 12 37

Длительно допустимый ток для шин круглого и трубчатого сечения

Диаметр, мм	Круглые шины: Ток*, А — медные	Круглые шины: Ток*, А — алюминиевые	Медные трубы: Внутренний и наружный диаметры, мм	Медные трубы: Ток, А	Алюминиевые трубы: Внутренний и наружный диаметры, мм	Алюминиевые трубы: Ток, А	Стальные трубы: Условный проход, мм	Стальные трубы: Толщина стенки, мм	Стальные трубы: Наружный диаметр, мм	Стальные трубы: Переменный ток, А — труба без разреза	Стальные трубы: Переменный ток, А — с продольным разрезом
6	155/155	120/120	12/15	340	13/16	295	8	2,8	13,5	75	—
7	195/195	150/150	14/18	460	17/20	345	10	2,8	17,0	90	—
8	235/235	180/180	16/20	505	18/22	425	15	3,2	21,3	118	—
10	320/320	245/245	18/22	555	27/30	500	20	3,2	26,8	145	—
12	415/415	320/320	20/24	600	26/30	575	25	4,0	33,5	180	—
14	505/505	390/390	22/26	650	25/30	640	32	4,0	42,3	220	—
15	565/565	435/435	25/30	830	36/40	765	40	4,0	48,0	255	—
16	610/615	475/475	29/34	925	35/40	850	50	4,5	60,0	320	—
18	720/725	560/560	35/40	1100	40/45	935	65	4,5	75,5	390	—
19	780/785	605/610	40/45	1200	45/50	1040	80	4,5	88,5	455	—
20	835/840	650/655	45/50	1330	50/55	1150	100	5,0	114	670	770
21	900/905	695/700	49/55	1580	54/60	1340	125	5,5	140	800	890
22	955/965	740/745	53/60	1860	64/70	1545	150	5,5	165	900	1000
25	1140/1165	885/900	62/70	2295	74/80	1770	—	—	—	—	—
27	1270/1290	980/1000	72/80	2610	72/80	2035	—	—	—	—	—
28	1325/1360	1025/1050	75/85	3070	75/85	2400	—	—	—	—	—
30	1450/1490	1120/1155	90/95	2460	90/95	1925					
35	1770/1865	1370/1450	95/100	3060	90/100	2840					
38	1960/2100	1510/1620	—	—	—	—					
40	2080/2260	1610/1750	—	—	—	—					
42	2200/2430	1700/1870	—	—	—	—					
45	2380/2670	1850/2060	—	—	—	—					

* Слева от косой черты указаны значения переменного тока, справа — постоянного

$$I = abcI_0, \qquad (12.5)$$

где I_0 — длительно допустимый ток для трехжильного кабеля напряжением 10 кВ с медными или алюминиевыми жилами, определяемый по табл. 12.34; a — коэффициент, выбираемый по табл. 12.35 в зависимости от сечения и расположения кабеля в блоке; b — коэффициент, выбираемый в зависимости от напряжения кабеля:

Номинальное напряжение кабеля, кВ	3,0	6,0	10,0
Коэффициент b	1,09	1,05	1,00

Коэффициент c выбирается в зависимости от среднесуточной загрузки всего блока:

Среднесуточная загрузка $I_{ср\ сут}/I_{ном}$	1,0	0,85	0,7
Коэффициент c	1,0	1,07	1,16

Резервные кабели допускается прокладывать в незанумерованных каналах блока, если они работают, когда рабочие кабели отключены.

Длительно допустимые токи для кабелей, прокладываемых в двух параллельных блоках однаковой конфигурации, должны уменьшаться путем умножения на коэффициент d, выбираемый в зависимости от расстояния между блоками:

Расстояние между блоками, мм	500	1000	
Коэффициент d	0,85	0,89	
Расстояние между блоками, мм	1500	2000	2500
Коэффициент d	0,91	0,93	0,95

Длительно допустимые токи для неизолированных проводов и окрашенных шин приведены в табл. 12.36—12.42. Они

Длительно допустимый ток для шин прямоугольного сечения *Таблица 12.38*

Размеры, мм	Медные шины				Алюминиевые шины				Стальные шины	
	Ток*, А, при числе полос на полюс или фазу								Размеры, мм	Ток*, А
	1	2	3	4	1	2	3	4		
15×3	210	—	—	—	165	—	—	—	16×2,5	55/70
20×3	275	—	—	—	215	—	—	—	20×2,5	60/90
25×3	340	—	—	—	265	—	—	—	25×2,5	75/110
30×4	475	—	—	—	365/370	—	—	—	20×3	65/100
40×4	625	—/1090	—	—	480	—/855	—	—	25×3	80/120
40×5	700/705	—/1250	—	—	540/545	—/965	—	—	30×3	95/140
50×5	860/870	—/1525	—/1895	—	665/670	—/1180	—/1470	—	40×3	125/190
50×6	955/960	—/1700	—/2145	—	740/745	—/1315	—/1655	—	50×3	155/230
60×6	1125/1145	1740/1990	2240/2495	—	870/880	1350/1555	1720/1940	—	60×3	185/280
80×6	1480/1510	2110/2630	2720/3220	—	1150/1170	1630/2055	2100/2460	—	70×3	215/320
100×6	1810/1875	2470/3245	3170/3940	—	1425/1455	1935/2515	2500/3040	—	75×3	230/345
60×8	1320/1345	2160/2485	2790/3020	—	1025/1040	1680/1840	2180/2330	—	80×3	245/365
80×8	1690/1755	2620/3095	3370/3850	—	1320/1355	2040/2400	2620/2975	—	90×3	275/410
100×8	2080/2180	3060/3810	3930/4690	—	1625/1690	2390/2945	3050/3620	—	100×3	305/460
120×8	2400/2600	3400/4400	4340/5600	—	1900/2040	2650/3350	3380/4250	—	20×4	70/115
60×10	1475/1525	2560/2725	3300/3530	—	1155/1180	2010/2110	2650/2720	—	22×4	75/125
80×10	1900/1990	3100/3510	3990/4450	—	1480/1540	2410/2735	3100/3440	—	25×4	85/140
100×10	2310/2470	3610/4325	4650/5385	5300/6060	1820/1910	2860/3350	3650/4160	4150/4400	30×4	100/165
120×10	2650/2950	4100/5000	5200/6250	5900/6800	2070/2300	3200/3900	4100/4860	4650/5200	40×4	130/220
									50×4	165/270
									60×4	195/325
									70×4	225/375
									80×4	260/430
									90×4	290/480
									100×4	325/535

* Слева от косой черты приведены значения переменного тока, справа — постоянного.

Таблица 12 39

Длительно допустимый ток для неизолированных бронзовых и сталебронзовых проводов

Провод	Марка провода	Ток*, А	Провод	Марка провода	Ток,* А
Бронзовый	Б-50	215	Бронзовый	Б-240	600
	Б-70	265		Б-300	700
	Б-95	330	Сталебронзовый	БС-185	515
	Б-120	380		БС-240	640
	Б-150	430		БС-300	750
	Б-185	500		БС-400	890
				БС-500	980

* Токи даны для бронзы с удельным сопротивлением $\rho_{20^\circ} = 0{,}03$ Ом·мм^2/м

Таблица 12 40

Длительно допустимый ток для неизолированных стальных проводов

Марка провода	Ток, А	Марка провода	Ток, А
ПСО-3	23	ПС-25	60
ПСО-3,5	26	ПС-35	75
ПСО-4	30	ПС-50	90
ПСО-5	35	ПС-70	125
		ПС-95	135

Таблица 12 41

Длительно допустимый ток для четырехполосных шин с расположением полос по сторонам квадрата («полый пакет»)

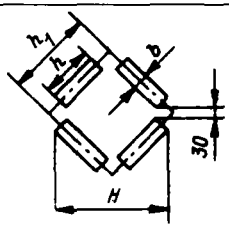
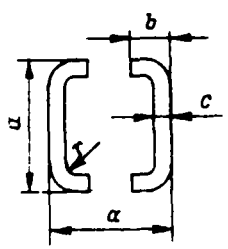
Полый пакет	Размеры, мм				Поперечное сечение четырехполосной шины, мм^2	Ток, А, на пакет шин	
	h	b	h_1	H		медных	алюминиевых
	80	8	140	157	2560	5750	4550
	80	10	144	160	3200	6400	5100
	100	8	160	185	3200	7000	5550
	100	10	164	188	4000	7700	6200
	120	10	184	216	4800	9050	7300

Таблица 12.42

Длительно допустимый ток для шин коробчатого сечения

Шины коробчатого сечения	Размеры, мм				Поперечное сечение одной шины, мм^2	Ток, А, на две шины	
	a	b	c	r		медные	алюминиевые
	75	35	4	6	520	2730	—
	75	35	5,5	6	695	3250	2670
	100	45	4,5	8	775	3620	2820
	100	45	6	8	1010	4300	3500
	125	55	6,5	10	1370	5500	4640
	150	65	7	10	1785	7000	5650
	175	80	8	12	2440	8550	6430
	200	90	10	14	3435	9900	7550
	200	90	12	16	4040	10 500	8830
	225	105	12,5	16	4880	12 500	10 300
	250	115	12,5	16	5450	—	10 800

приняты из расчета допустимой температуры их нагрева +70 °С при температуре воздуха +25 °С.

Для полых алюминиевых проводов марок ПА500 и ПА600 длительно допустимый ток следует принимать таким:

Марка провода	ПА500	ПА600
Ток, А	1340	1680

При расположении шин прямоугольного сечения плашмя токи, приведенные в табл. 12.40, должны быть уменьшены на 5% для шин с шириной до 60 мм и на 8% для шин шириной более 60 мм.

12.4. РАСЧЕТ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ПО ПОТЕРЕ НАПРЯЖЕНИЯ

В общем случае потеря напряжения в электрической сети зависит от следующих факторов: рода и частоты тока (постоянный или переменный); мощности источника тока, питающего осветительную установку; схемы электрической сети (одно-, двух- или трехфазная сеть с изолированной или заземленной нейтралью), мощности и коэффициента мощности электроприемников; сечения, материала и длины приводов осветительной сети.

Ниже в основном рассматриваются сети переменного тока с частотой 50 Гц; вопросы, касающиеся расчетов сетей постоянного тока, оговариваются особо.

При расчетах осветительных сетей такие параметры, как мощности источников тока и схемы сетей, известны. Число и мощность осветительных приборов определены в светотехнической части расчета ОУ, типом осветительных приборов определяется коэффициент мощности нагрузки. Размещение осветительных приборов, а следовательно, и длина отдельных участков сети от источников тока до электроприемников известны.

Таким образом, расчет осветительной сети по потере напряжения сводится к выбору сечения и материала проводов сети, либо при известных проводах сети — к определению потери напряжения при передаче электроэнергии от источника питания к электроприемнику.

Сопротивление проводников

При расчете электрических сетей необходимо учитывать активное и индуктивное сопротивление проводов сети, существенно зависящее от свойств материала, из которого они изготовлены.

Для проводов, выполненных из цветных металлов, активное сопротивление (в омах) для нормальных условий ($t=20$ °С) определяется по формуле

$$r=\frac{\rho l}{s}=\frac{l}{\gamma s}, \qquad (12\,6)$$

где ρ — удельное сопротивление материала провода, Ом·мм^2/м; $\gamma=1/\rho$ — удельная проводимость материала провода, м/(Ом·мм^2); l — длина провода, м; s — поперечное сечение провода, мм^2.

Проводимость (сопротивление) провода при прочих равных условиях зависит от температуры провода:

$$\gamma_т=\frac{\gamma_0}{1+\alpha(t-20)}, \qquad (12.7)$$

где $\gamma_т$ — удельная проводимость при температуре t; γ_0 — удельная проводимость при температуре $t=20$ °С; α — температурный коэффициент; для меди и алюминия $\alpha=0{,}004$.

Удельная проводимость медных и алюминиевых проводов при $t=20$ °С $\gamma_0=55{,}56$ м/(Ом·мм^2) для меди и $\gamma_0=33{,}9$ м/(Ом·мм^2) для алюминия

В работе [57] отмечается, что фактическое сечение жил проводов за счет скрутки и удлинения несколько меньше указанного в паспорте, и при расчетах сетей предполагается учитывать этот факт, принимая $\gamma_м=53$ м/(Ом·мм^2) для меди и $\gamma_а=32$ м/(Ом·мм^2) для алюминия.

Индуктивное сопротивление одной фазы на 1 км трехфазных линий (Ом/км) для любого расположения проводов определяется формулой [57]

$$x_0=\omega\left(4{,}6\lg\frac{D_{ср}}{r}+0{,}5\mu\right)\cdot 10^{-4}, \qquad (12.8)$$

где $\omega=2\pi f$ — угловая частота, рад; f — частота напряжения сети, Гц; $D_{ср}$ — среднегеометрическое расстояние между осями проводов; r — внешний радиус провода; μ — относительная магнитная проницаемость материала провода.

Среднегеометрическое расстояние между осями проводов трехфазной линии

$$D_{ср} = \sqrt{D_1 D_2 D_3}, \qquad (12.9)$$

где D_1, D_2, D_3 — расстояния между осями проводов.

Для проводов из цветных металлов, для которых $\mu \approx 1$, и для $f = 50$ Гц формула (12.8) может быть записана в виде

$$x_0 = 0{,}1445 \lg \frac{D_{ср}}{r} + 0{,}0157. \qquad (12.10)$$

Если осветительные сети выполнены алюминиевыми или медными проводами, учет индуктивного сопротивления производится только при расчете наружных воздушных линий и внутрицеховых, открыто прокладываемых питающих сетей и шинопроводов, когда по ним производится совместное питание силовых и осветительных нагрузок или когда осветительные сети питают газоразрядные лампы без устройства для индивидуальной компенсации реактивной мощности.

Неучет влияния индуктивности вызывает погрешности в определении потерь напряжения. для групповых линий с коэффициентом мощности 0,95 (сечение проводов не свыше 6 мм^2) — не более 2%; для питающих сетей линий с коэффициентом мощности 0,95 (при открытой прокладке проводов сечением не свыше 50 мм^2) — не более 10%; для осветительных сетей с чисто активной нагрузкой ($\cos \varphi = 1$) влияние индуктивности на потери напряжения чрезвычайно малы даже в наружных воздушных линиях.

Стальные провода представляют собой материал с большой магнитной проницаемостью.

При переменном токе внутри и вне стальных проводов образуется магнитное поле, переменное по величине и направлению, наводящее в проводе противодействующую ЭДС самоиндукции, большую в центре и меньшую к периферии провода. В результате резко проявляется поверхностный эффект и по-

Таблица 12 43

Активное и индуктивное сопротивление проводников

Сечение проводника, мм^2	Активное сопротивление проводников при температуре 35 °С, r, Ом/км		Индуктивное сопротивление проводников (среднее значение) x, Ом/км	
	медных	алюминиевых	кабелей, проводников в трубах и т п	проводников при расстоянии между ними 15—40 см (провода на изоляторах, на клицах и т п)
1,2	16,7	—	0,150	0,410
1,5	13,3	—	0,150	0,410
2	10,0	16,5	0,150	0,410
2,5	8,0	13,2	0,100	0,410
3	6,7	11,0	0,100	0,380
4	5,0	8,3	0,100	0,37
5	4,0	6,6	0,095	0,365
6	3,3	5,5	0,09	0,36
8	2,5	4,1	0,085	0,350
10	2,0	3,3	0,08	0,34
16	1,25	2,06	0,08	0,33
25	0,8	1,32	0,08	0,31
35	0,57	0,95	0,075	0,3
50	0,40	0,66	0,075	0,29
70	0,28	0,47	0,07	0,28
95	0,21	0,35	0,07	0,27
120	0,167	0,276	0,07	0,26
150	0,133	0,220	0,07	0,25
185	0,108	0,179	0,07	0,25
240	0,084	0,137	0,07	0,25

Таблица 12 44

Активное сопротивление r, внутреннее x'' и внешнее x' индуктивные сопротивления (Ом/км) стальных проводов ПСО в зависимости от тока нагрузки

Ток, А	Сопротивление, Ом, проводов марки					
	ПСО 3,5		ПСО 4		ПСО-5	
	r	x''	r	x''	r	x''
1	15,2	2,27	11,8	1,54	—	—
2	16,1	6,45	12,5	4,38	8,35	3,58
3	17,4	9,6	13,4	7,9	9,5	6,45
4	18,5	11,9	14,3	9,7	10,8	8,1
5	20,1	14,1	15,5	11,5	12,3	9,7
6	21,4	16,3	16,5	12,5	13,8	11,2
7	21,5	16,5	17,3	13,2	15,0	12,3
8	21,7	16,7	18	14,2	15,4	13,3
9	21,8	16,9	18,1	14,3	15,2	13,1
10	21,9	17,1	18,1	14,3	14,6	12,4

Примечание Внешние индуктивные сопротивления x' при среднегеометрическом расстоянии между проводами 400 мм 0,341 Ом для ПСО-3,5, 0,332 Ом для ПСО-4, 0,318 Ом для ПСО-5

являются потери активной мощности на гистерезис и на вихревые токи в стали, поэтому активное сопротивление не является величиной постоянной, а зависит от магнитной проницаемости и напряженности магнитного поля.

Индуктивное сопротивление линий, выполненных стальными проводами, также значительно больше, чем линий из цветных металлов, и зависит от переменной величины — магнитной проницаемости μ.

Формулу индуктивного сопротивления (12.8) можно представить состоящей из двух частей:

$$x_0 = x_0' + x_0'',$$

где $x_0' = \omega \cdot 4{,}6 \cdot 10^{-4} \lg \frac{D_{ср}}{r}$ — индуктивное сопротивление, Ом/км, обусловленное внешним магнитным полем и зависящее только от геометрических параметров линии; $x_0'' = \omega \cdot 0{,}5\mu \cdot 10^{-4}$ — ндуктивное сопротивление, Ом/км, обусловленное внутренним магнитным полем и зависящее только от μ

При расчете линий можно полагать $x_0' \ll x_0''$ — для медных и алюминиевых проводов; $x_0'' \ll x_0'$ — для стальных проводов.

Активные сопротивления проводников, а также среднее значение индуктивных сопротивлений при различных сечениях и способах прокладки приведены в табл. 12.43.

Активное и внутреннее индуктивное, а также внешнее индуктивное сопротивление воздушных линий, выполненных стальными проводами марки ПСО, приведено в табл. 12.44.

Расчет по потерям напряжения двухпроводных сетей без учета индуктивности

По излагаемой ниже методике могут быть рассчитаны двухпроводные однофазные сети, двухфазные сети без нулевого провода нли сети постоянного тока

На рис. 12.1, *а* приведена полная электрическая схема включения светильников в двухпроводной сети. В практике расчетов и оформления документации по электрическому освещению приведенная схема и ей подобные принято нзображать упрощенно как однолинейные схемы (рис 12.1, *б*), поскольку изображение прямого и обратного проводов симметрично.

Ниже дается сокращенный вывод формул для расчета потерь напряжения

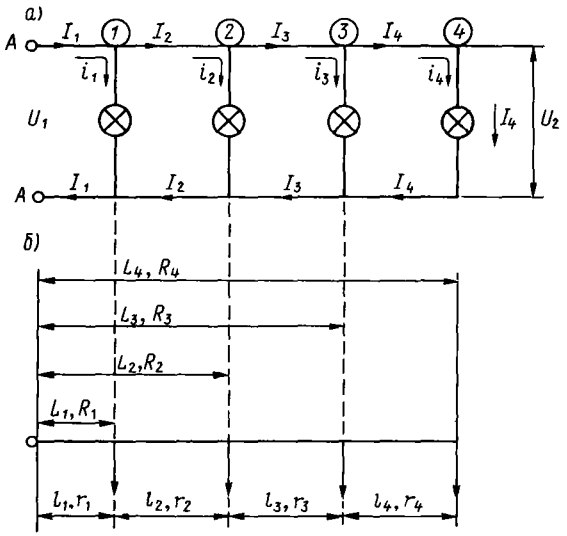


Рис 12 1 К определению потерь в двухпроводной линии $i_1 - i_4$ — нагрузочные токи, А, $I_1 - I_4$ — токи, проходящие по отдельным участкам линии, А, $l_1 - l_4$ — длины отдельных участков линии, м, $r_1 - r_4$ — сопротивление проводов отдельных участков линии, $L_1 - L_4$ $R_1 - R_4$ — длины отрезков линии от источника питания до точки приложения нагрузки и их сопротивления

двухпроводных сетей, приведенный в работе [57].

С учетом обозначений, принятых на рис. 12.1, потери напряжения в обоих проводах рассматриваемой линии могут быть определены по соотношению

$$\Delta U = U_1 - U_2 = 2(I_1 r_1 + I_2 r_2 + I_3 r_3 + I_4 r_4) \quad (12.11)$$

или в общем виде

$$\Delta U = 2\Sigma I r. \quad (12.12)$$

Токи участков I и сопротивления участков линий R связаны следующими очевидными соотношениями с токами i и сопротивлениями r отдельных участков сети (рис. 12.2):

$$\begin{aligned} I_1 &= i_1 + i_2 + i_3 + i_4; \\ I_2 &= i_2 + i_3 + i_4; \\ I_3 &= i_3 + i_4;\ I_4 = i_4; \end{aligned} \quad (12.13)$$

$$\begin{aligned} R_1 = r_1;\ R_2 = r_1 + r_2;\ R_3 = r_1 + r_2 + r_3; \\ R_4 = r_1 + r_2 + r_3 + r_4. \end{aligned} \quad (12.14)$$

С учетом зависимостей (12.13) выражение для потери напряжения (12.11) может быть записано в виде

$$\Delta U = 2[(i_1 + i_2 + i_3 + i_4) r_1 + (i_2 + i_3 + i_4) r_2 + (i_3 + i_4) r_3 + i_4 r_4]. \quad (12.15)$$

Раскрыв скобки в уравнении (12.15), сгруппировав множители относительно нагрузочных токов $(i_1 - i_4)$ и используя соотношения (12 14), уравнение (12.15) приведем к виду

$$\Delta U = (i_1 R_1 + i_2 R_2 + i_3 R_3 + i_4 R_4) \cdot 2 \quad (12\ 16)$$

или

$$\Delta U = 2\Sigma i R. \quad (12.17)$$

При одинаковом сечении и материале проводов всех участков линии (однородная линия), учитывая, что $R = l/(\gamma s)$, можно записать

$$\Delta U = \frac{2}{\gamma s} \Sigma i L. \quad (12.18)$$

Формула (12.18) позволяет определить потерю напряжения в сети по току нагрузки потребителей.

В практических расчетах используется не ток нагрузки, а ее мощность. За среднее расчетное напряжение у потребителей принимают номинальное напря-

жение сети ($U_{ном}$). Учитывая, что ток нагрузки при принятом допущении $i = P/U_{ном}$, потерю напряжения в сети определяем по формуле

$$\Delta U = \frac{2}{\gamma s U_{ном}} \Sigma PL, \qquad (12.19)$$

где P — нагрузка потребителей, Вт

Принято потери напряжения выражать в процентах номинального напряжения, $\Delta U_{\%} = \frac{U_{ном} - U}{U_{ном}} \cdot 100$, длину сети в метрах, а нагрузку в киловаттах, тогда формула (12.19) принимает вид

$$\Delta U_{\%} = \frac{2 \cdot 10^5}{\gamma s U^2_{ном}} \Sigma PL. \qquad (12.20)$$

Сечение провода, обеспечивающее данную потерю напряжения, определяется по формуле

$$s = \frac{2 \cdot 10^5}{\gamma \Delta U_{\%} U^2_{ном}} \Sigma PL. \qquad (12.21)$$

В формулах (12.20) и (12.21) приняты следующие обозначения: P — нагрузка потребителей, кВт; $\Delta U_{\%}$ — потеря напряжения в сети от источника питания до точки подсоединения нагрузки в процентах номинального напряжения источника питания; L — длина участка сети от источника питания до точки подсоединения нагрузки, м; s — сечение провода, мм^2, γ — удельная проводимость материала проводов сети, м/(Ом·мм^2).

Произведение PL называется моментом нагрузки и обозначается буквой M.

Если для определенных условий расчета (заданное номинальное напряжение сети и материал провода) обозначить $c = \gamma U_{ном}/(2 \cdot 10^5)$, то

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Sigma M}{cs} \qquad (12.22)$$

и

$$s = \frac{\Sigma M}{c \Delta U_{\%}}. \qquad (12.23)$$

В табл. 12.45 приведены допустимые потери напряжения в осветительных сетях, а в табл. 12.46 — значения коэффициента c, входящего в формулы для расчета сетей по потере напряжения.

Пример 12.2. Определить потери напряжения в двухпроводной линии на-

Таблица 12.45

Допустимая потеря напряжения в осветительных сетях

Мощность трансформатора, кВ·А	Коэффициент загрузки трансформатора	Потеря напряжения, %, при коэффициенте мощности нагрузки, равном						
		1,0	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
160	0,95	5,9	4,8	4,4	3,9	3,6	3,4	3,3
	0,9	6,0	5,0	4,5	4,0	3,9	3,6	3,5
	0,8	6,1	5,2	4,9	4,5	4,2	4,1	4,0
	0,7	6,3	5,5	5,3	4,8	4,6	4,5	4,4
	0,6	6,5	5,8	5,5	5,2	5,0	5,0	4,9
	0,5	6,7	6,1	5,8	5,6	5,4	5,4	5,3
250	0,95	6,1	5,0	4,2	4,0	3,7	3,5	3,3
	0,9	6,2	5,1	4,6	4,1	3,9	3,7	3,5
	0,8	6,3	5,3	5,0	4,5	4,3	4,1	4,0
	0,7	6,5	5,6	5,4	4,9	4,7	4,5	4,4
	0,6	6,6	5,9	5,6	5,3	5,1	5,0	4,9
	0,5	6,8	6,2	5,9	5,6	5,5	5,4	5,3
400	0,95	6,2	5,0	4,5	4,0	3,4	3,5	3,3
	0,9	6,3	5,2	4,7	4,2	3,9	3,7	3,6
	0,8	6,4	5,4	5,0	4,6	4,3	4,1	4,0
	0,7	6,5	5,7	5,4	4,9	4,7	4,6	4,4
	0,6	6,6	5,9	5,7	5,3	5,1	5,0	4,9
	0,5	6,8	6,2	5,9	5,7	5,5	5,4	5,3

Окончание табл 12 45

Мощность трансформатора, кВ·А	Коэффициент загрузки трансформатора	Потеря напряжения, %, при коэффициенте мощности нагрузки, равном						
		1,0	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
630	0,95	6,4	4,9	4,3	3,5	3,0	2,8	2,6
	0,9	6,4	5,0	4,4	3,7	3,3	3,0	2,8
	0,8	6,5	5,2	4,8	4,1	3,8	3,5	3,3
	0,7	6,7	5,6	5,2	4,6	4,3	4,0	3,9
	0,6	6,7	5,8	5,5	5,0	4,7	4,5	4,4
	0,5	6,9	6,1	5,8	5,5	5,2	5,0	4,9
1000	0,95	6,2	4,8	4,2	3,5	3,0	2,8	2,5
	0,9	6,3	4,9	4,3	3,7	3,3	3,0	2,8
	0,8	6,5	5,2	4,7	4,2	3,8	3,5	3,3
	0,7	6,6	5,5	5,1	4,5	4,2	4,0	3,8
	0,6	6,7	5,8	5,5	5,0	4,7	4,5	4,3
	0,5	6,9	6,1	5,8	5,4	5,2	5,0	4,9
1600	0,95	6,3	4,8	4,2	3,5	3,0	2,6	2,5
	0,9	6,4	5,0	4,4	3,7	3,3	3,0	2,7
	0,8	6,5	5,2	4,8	4,2	3,8	3,5	3,3
	0,7	6,6	5,6	5,1	4,6	4,2	4,0	3,8
	0,6	6,8	5,8	5,5	5,0	4,7	4,5	4,4
	0,5	6,9	6,1	5,8	5,4	5,2	5,0	4,8
2500	0,95	6,4	4,9	4,4	3,7	3,2	2,9	2,6
	0,9	6,5	5,1	4,5	3,9	3,4	3,1	2,9
	0,8	6,6	5,3	4,9	4,3	3,8	3,6	3,4
	0,7	6,7	5,6	5,2	4,7	4,3	4,1	3,9
	0,6	6,9	5,9	5,5	5,1	4,8	4,6	4,4
	0,5	7,0	6,2	5,9	5,5	5,2	5,1	5,0

Таблица 12 46

Значение коэффициента *c*, входящего в формулы для расчета сетей по потере напряжения

Номинальное напряжение, сети, В	Система сети и род тока	Выражение коэффициента *c*	Значение коэффициента *c* для проводников	
			медных	алюминиевых
380/220	Трехфазная с нулевым проводом	$\frac{\gamma U_л^2}{10^5}$	72	44
380	Трехфазная без нулевого провода		72	44
220/127	Трехфазная с нулевым проводом		24	14,7
220	Трехфазная без нулевого провода		24	14,7
36			0,648	0,396
24			0,288	0,176
12			0,072	0,044
380/220	Двухфазная с нулевым проводом	$\frac{\gamma U_л^2}{2{,}25 \cdot 10^5}$	32	19,5
220/127			10,7	6,5
220	Двухпроводная переменного или постоянного тока	$\frac{\gamma U_{ном}^2}{2 \cdot 10^5}$	12	7,4
127			4	2,46
36			0,324	0,198
24			0,144	0,088
12			0,036	0,022

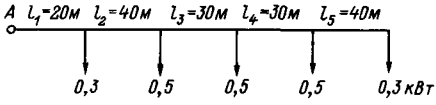


Рис 12 2 К примеру 12 2

пряжением 220 В, имеющей по всей длине медных проводов сечение 10 мм^2 Нагрузки (в киловаттах) указаны у стрелок (рис. 12.2).

Потери напряжения определяются по формуле (12.20):

$$\Delta U_{\%} = \frac{2 \cdot 10^5}{\gamma s U^2_{\text{ном}}} \Sigma PL =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^5}{53 \cdot 10 \cdot 220^2} (0{,}3 \cdot 20 + 0{,}5 \cdot 60 +$$

$$+ 0{,}5 \cdot 90 + 0{,}5 \cdot 120 + 0{,}3 \cdot 160) = 3{,}24\%.$$

Пример 12.3. Определить наибольшие потери напряжения в разветвленной двухпроводной линии напряжением 220 В, выполненной алюминиевыми проводами Схема сети нагрузки (кВт), длина участков (м), сечения — в кружках (мм^2) приведены на рис. 12.3.

Р е ш е н и е. Потери напряжения на участках определяются по формуле (12.22)

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Sigma M}{cs},$$

где $c = \frac{\gamma U^2_{\text{ном}}}{2 \cdot 10^5} = \frac{32 \cdot 220^2}{2 \cdot 10^5} = 7{,}74.$

На участке $A - I$

$$\Delta U_{A-I} = \frac{1 \cdot 20 + 1 \cdot 50}{7{,}74 \cdot 25} = 0{,}36\%.$$

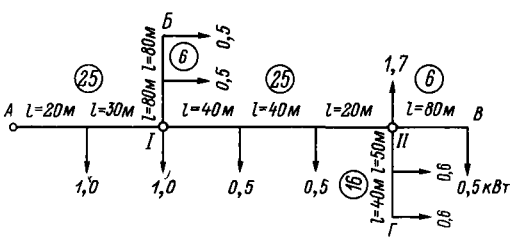


Рис 12 3 К примеру 12 3

На участке $I—II$

$$\Delta U_{I-II} = \frac{0{,}5 \cdot 40 + 0{,}5 \cdot 80 + 1{,}7 \cdot 100}{7{,}74 \cdot 25} =$$

$$= 1{,}19\ \%.$$

На участке $I—Б$

$$\Delta U_{I-Б} = \frac{0{,}5 \cdot 80 + 0{,}5 \cdot 160}{7{,}74 \cdot 6} = 2{,}58\ \%.$$

На участке $II—B$

$$\Delta U_{II-B} = \frac{0{,}5 \cdot 80}{7{,}74 \cdot 6} = 0{,}86\ \%.$$

На участке $II—Г$

$$\Delta U_{II-Г} = \frac{0{,}6 \cdot 50 + 0{,}6 \cdot 90}{7{,}74 \cdot 16} = 0{,}68\ \%.$$

Потери напряжения до точки $Б$

$$\Delta U_{A-Б} = \Delta U_{A-I} + \Delta U_{I-Б} =$$

$$= 0{,}36 + 2{,}58 = 2{,}94\ \%.$$

Потери напряжения до точки B

$$\Delta U_{A-B} = \Delta U_{A-I} + \Delta U_{I-II} + \Delta U_{II-B} =$$

$$= 0{,}36 + 1{,}19 + 0{,}86 = 2{,}41\ \%.$$

Потери напряжения до точки $Г$

$$\Delta U_{A-Г} = \Delta U_{A-I} + \Delta U_{I-II} + \Delta U_{II-Г} =$$

$$= 0{,}36 + 1{,}19 + 0{,}68 = 2{,}23\ \%.$$

Наибольшие потери напряжения в сети имеют место до точки $Б$.

Расчет двухпроводных сетей с индуктивностью

Подробный вывод формул, необходимых для расчета двухпроводных сетей с индуктивностью и нагрузкой в конце линии по потерям напряжения, приведен в работе [57]. Опуская вывод приводим расчетную формулу для определения потерь напряжения

$$\Delta U_{\%} = \frac{2 \cdot 10^5}{U^2_{\text{ном}} \cos \varphi} (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi) \Sigma PL, \qquad (12.24)$$

где $\cos \varphi$ — коэффициент мощности нагрузки, r_0 и x_0 — активное и реактивное сопротивления единицы длины линии, Ом

Пример 12.4. Определить потери напряжения в двухпроводной линии напряжением 220 В, питающей светильники с лампами ДРЛ мощностью 400 Вт, установленные для освещения открытой

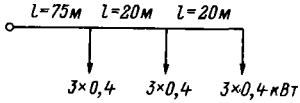


Рис 12 4 К примеру 12 4

площади по три светильника на одной опоре Сеть выполнена по всей длине алюминиевым проводом сечением 16 мм^2 Нагрузки (кВт) и длина участков сети (м) приведены на рис. 12.4. Потери мощности в ПРА составляют 12 % мощности ламп. Коэффициент мощности нагрузки $\cos\varphi=0{,}57$.

Решение 1. По формуле (12.10) определяется

$$x_0=0{,}1445\lg\frac{D_{ср}}{r}+0{,}0157=$$

$$=0{,}1445\lg\frac{60}{0{,}255}+0{,}0157=$$

$$=0{,}358\ \text{Ом/км}.$$

2. По формуле (12.24), учитывая, что дополнительно в ПРА теряется 12 % мощности, находим потери напряжения до конца линии

$$\Delta U_{\%}=\frac{2\cdot10^5}{U^2_{ном}\cos\varphi}(r_0\cos\varphi+$$

$$+x_0\sin\varphi)\Sigma PL=\frac{2\cdot10^5}{220^2\cdot0{,}57}\times$$

$$\times(1{,}98\cdot0{,}57+0{,}358\cdot0{,}82)\frac{1{,}12}{1000}\times$$

$$\times(1{,}2\cdot75+1{,}25\cdot95+1{,}2\cdot115)=3{,}95\ \%.$$

Расчет сетей трехфазного тока

При равномерной нагрузке расчет трехфазной сети (как трех-, так и четырехпроводной сети) может быть произведен по соотношениям

$$\Delta U=I(R\cos\varphi+X\sin\varphi)\quad(12.25)$$

и

$$\Delta U_{\%}=\frac{10^5}{U^2_{л}\cos\varphi}(r_0\cos\varphi+$$

$$+x_0\sin\varphi)\Sigma PL,\qquad(12.26)$$

где $U_л$ — линейное напряжение, В.

При одинаковой присоединенной нагрузке, при одинаковом сечении фазных проводов потери напряжения в трехфазных трех- и четырехпроводных линиях получаются одинаковыми

Если сеть выполнена одинаково по всей длине, у всех нагрузок одинаковый $\cos\varphi$ и может не учитываться индуктивное сопротивление линии, то расчет потерь напряжения можно вести по формуле

$$\Delta U_{\%}=\frac{\Sigma M}{cs},\qquad(12.27)$$

где $c=\gamma U^2_л/10^5$.

Пример 12.5. Определить потери напряжения в сети трехфазного тока (рис. 12.5) напряжением 6 кВ при $\cos\varphi$ всех потребителей, равном 0,8. Сеть выполнена медными проводами сечением 35 мм^2 со средним расстоянием между проводами 1 м. Нагрузки на рисунках заданы в киловаттах, длина участков сети в метрах.

Решение. Определяются значения r_0 и x_0 для провода сечением 35 мм^2. По формуле (12.6)

$$r_0=\frac{l}{\gamma s}=\frac{1000}{53\cdot35}=0{,}54\ \text{Ом/км}.$$

По формуле (12.8)

$$x_0=1{,}445\lg\frac{D_{ср}}{r}+0{,}0157=$$

$$=0{,}1445\frac{100}{0{,}375}+0{,}0157=0{,}366\ \text{Ом/км}.$$

По формуле (12.26) определяется потеря напряжения между точками сети *А* и *Б*

$$\Delta U_{А-Б}=\frac{10^5}{U^2_{ном}\cos\varphi}(r_0\cos\varphi+$$

$$+x_0\sin\varphi)\Sigma PL=\frac{10^5}{6000^2\cdot0{,}8}\times$$

$$\times(0{,}54\cdot0{,}8+0{,}366\cdot0{,}6)(50\cdot1+$$

$$+100\cdot1{,}8+30\cdot3)=0{,}73\ \%.$$

Расчет по потерям напряжения сети с нулевым проводом при неравномерной

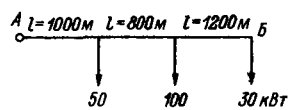


Рис 12 5 К примеру 12 5

нагрузке фаз производится по следующим формулам [57]

$$\Delta U_A = \Delta U_{\phi A} + \Delta U_{0A} - \\ -\frac{1}{2}(\Delta U_{0B} + \Delta U_{0C}); \qquad (12.28)$$

$$\left.\begin{aligned} \Delta U_B &= U_{\phi B} + \Delta U_{0B} - \\ &-\frac{1}{2}(\Delta U_{0A} + \Delta U_{0C}); \\ \Delta U_C &= \Delta U_{\phi C} + \Delta U_{0C} - \\ &-\frac{1}{2}(\Delta U_{0A} + U_{0B}), \end{aligned}\right\} \qquad (12.29)$$

где $\Delta U_{\phi A}$, $\Delta U_{\phi B}$, $\Delta U_{\phi C}$ — потери напряжения в фазных проводах.

Формулы (12.28), (12.29) могут быть распространены на линию с любым числом как угодно включенных токоприемников при допущении, что токи в нулевом проводе на предшествующих участках не вызывают искажения звезды напряжения в начале каждого из участков.

Если потери напряжения выразить в процентах, а нагрузку в киловаттах, то расчет потерь напряжения может производиться по тем же формулам (12.28) и (12.29), где

$$\left.\begin{aligned} \Delta U_{\phi A} &= \frac{\Sigma M_A}{cs_A};\ \Delta U_{0A} = \frac{\Sigma M_A}{cs_0}; \\ \Delta U_{\phi B} &= \frac{\Sigma M_B}{cs_B};\ \Delta U_{0B} = \frac{\Sigma M_B}{cs_0}; \\ \Delta U_{\phi C} &= \frac{\Sigma M_C}{cs_C};\ \Delta U_{0C} = \frac{\Sigma M_C}{cs_0}. \end{aligned}\right\} \qquad (12.30)$$

В формулах (12.30) ΣM_A; ΣM_B; ΣM_C— моменты нагрузок фаз A, B и C; s_A, s_B, s_C— сечения фазных проводов; s_0— сечение нулевого провода; $c = \frac{\gamma U_\phi^2}{10^5}$ — коэффициент, зависящий от напряжения сети и материала проводников; $c = 25{,}6$ при медных проводах сети 380/220 В; $c = 15{,}5$ при алюминиевых проводах сети 380/220 В; $c = 8{,}5$ при медных проводах сети 220/127 В; $c = 5{,}2$ при алюминиевых проводах сети 220/127 В.

Пример 12.6. Определить потери напряжения в трехфазной сети, изображенной на рис. 12.6. Напряжение сети 220/127 В. Провода медные. Сечение фазных проводов 10 мм^2, нулевого — 6 мм^2.

Решение. По формулам (12.30) определяются потери напряжения в фазных и нулевом проводах:

$$\Delta U_{\phi A} = \frac{\Sigma M_A}{cs_A} = \\ = \frac{0{,}5\,(40 + 160)}{8{,}5 \cdot 10} = 1{,}18\ \%;$$

$$\Delta U_{\phi B} = \frac{\Sigma M_B}{cs_B} = \\ = \frac{0{,}5\,(80 + 200)}{8{,}5 \cdot 10} = 1{,}65\ \%;$$

$$\Delta U_{\phi C} = \frac{\Sigma M_C}{cs_C} = \\ = \frac{0{,}5\,(120 + 240)}{8{,}5 \cdot 10} = 2{,}12\ \%;$$

$$\Delta U_{0A} = \frac{\Sigma M_A}{cs_0} = \frac{100}{8{,}5 \cdot 6} = 1{,}96\ \%,$$

$$\Delta U_{0B} = \frac{\Sigma M_B}{cs_0} = \frac{140}{8{,}5 \cdot 6} = 2{,}74\ \%;$$

$$\Delta U_{0C} = \frac{\Sigma M_C}{cs_0} = \frac{180}{8{,}5 \cdot 6} = 3{,}53\ \%.$$

2. По формулам (12.28) и (12.29) определяются потери напряжения:

$$\Delta U_A = \Delta U_{\phi A} + \Delta U_{0A} - \\ -\frac{1}{2}(\Delta U_{0B} + \Delta U_{0C}) = 1{,}18 + 1{,}96 -$$

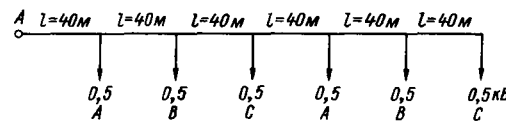


Рис 12 6 К примеру 12.6

$$-\frac{1}{2}(2{,}74+3{,}53)=0{,}1\ \%,$$

$$\Delta U_B=\Delta U_{\phi B}+\Delta U_{0B}-$$
$$-\frac{1}{2}(\Delta U_{0A}+\Delta U_{0C})=1{,}65+2{,}74-$$
$$-\frac{1}{2}(1{,}96+3{,}53)=1{,}65\ \%,$$

$$\Delta U_C=\Delta U_{\phi C}+\Delta U_{0C}-$$
$$-\frac{1}{2}(\Delta U_{0A}+\Delta U_{0B})=2{,}12+3{,}53-$$
$$-\frac{1}{2}(1{,}96+2{,}74)=3{,}3\ \%.$$

В результате расчета выяснено, что наиболее нагруженной является фаза *C*. В подобных случаях следует включать нагрузку с чередованием фаз *A—B—C—C—B—A*.

Расчет двухфазных (трехфазных) сетей с нулевым проводом

Расчетная формула для двухфазной линии с нулевым проводом представлена в виде [57]

$$\Delta U_{\%}=\frac{\Sigma M}{cs},\qquad(12.31)$$

где $c=\gamma U_л^2/(2{,}25\cdot 10^5)$; $U_л$ — напряжение линейное; $M=RL$ — момент нагрузки.

Расчет сетей со стальными проводами

В осветительных сетях со стальными проводами чаще всего приходится встречаться с чисто активной нагрузкой. В этих случаях определение потерь напряжения на отдельных участках линий производится по следующим формулам [57]:

для трехфазной линии

$$\Delta U_{\%}=\frac{ILr_0}{10U_\phi};\qquad(12.32)$$

для двухфазной линии

$$\Delta U_{\%}=\frac{1{,}5ILr_0}{10U_\phi};\qquad(12.33)$$

для однофазной линии

$$\Delta U_{\%}=\frac{2ILr_0}{10U_\phi}.\qquad(12.34)$$

Расчет стальных проводов сводится к подбору необходимого сечения при определенном токе в проводе и заданных потерях напряжения. Для этого задаются каким-либо сечением стального провода, определяют для него потери напряжения и путем сравнения с заданными потерями определяют пригодность выбранного сечения. Определение потерь напряжения производится по отдельным участкам сети с разным током; суммируя потери на отдельных участках, определяют потери напряжения на всей линии.

Пример 12.7. Определить сечение стальных проводов однофазной сети напряжением $U_\phi=220$ В, схема которой приведена на рис. 12.7. Нагрузки заданы в киловаттах, а длина участков в метрах.

Расчет производится по формуле (12.34) с использованием табл. 12.44.

Задаемся двумя вариантами проводов: диаметром 4 мм и 5 мм.

1. Нагрузка, передаваемая различными участками сети (по схеме рис. 12.7), задается таблицей:

Участок	*A—1*	*1—2*	*2—3*	*3—4*
Нагрузка *P*, кВт	1,0	0,7	0,4	0,2

2. Сила тока на участке рассчитывается по формуле $I=P/U_\phi$:

Участок	*A—1*	*1—2*	*2—3*	*3—4*
Сила тока, А . . .	4,5	3,2	1,8	0,9

3 Длина участка, м, (по схеме рис. 12.7) н активное сопротивление участков сети, Ом/км (по табл 12 44):

Участок	*A—1*	*1—2*
Длина участка	30	20
Активное сопротивление провода диаметром 4 мм	14,9	13,6
провода диаметром 5 мм	11,5	9,8
Участок	*2—3*	*3—4*
Длина участка	30	30
Активное сопротивление провода диаметром 4 мм	12,4	11,8
провода диаметром 5 мм	8,3	7,9

4. Рассчитываются потери напряжения по формуле

$$\Delta U_{\%}=\frac{2ILr_0}{10U_\phi}:$$

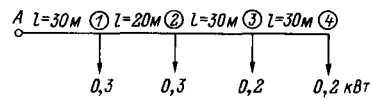


Рис 12 7 К примеру 12.7

Участок	*A—1*	*1—2*
Потери напряжения, %		
при проводах диаметром 4 мм	1,8	0,8
при проводах диаметром 5 мм	1,4	0,6
Участок	*2—3*	*3—4*
Потери напряжения, %		
при проводах диаметром 4 мм	0,6	0,3
при проводах диаметром 5 мм	0,4	0,2

Приемлемым является провод диаметром 5 мм, так при проводе 4 мм потери напряжения в сети превышают допустимые.

Потери напряжения в стальных проводах при наличии индуктивности могут быть определены по формуле

$$\Delta U_{\%}=\frac{\sqrt{3}\cdot 100}{U_{\text{ном}}}[\Sigma I r_0 l\cos\varphi+ +\Sigma I(x_0'+x_0'')\sin\varphi] \qquad (12.35)$$

Величины r_0, x_0' и x_0'' могут быть рассчитаны по формулам, приведенным на стр. 301, или найдены из табл. 12.44.

Упрощенные расчеты сетей по потерям напряжения

При равномерном распределении нагрузок, в случае когда индуктивным сопротивлением линии можно пренебречь, расчеты проводят по формулам (12.22)

$$\Delta U_{\%}=\frac{\Sigma M}{cs}$$

и (12.23)

$$s=\frac{\Sigma M}{c\Delta U_{\%}}.$$

В частных случаях расчета сетей с неравномерной нагрузкой фаз формула (12.28) может быть упрощена.

При $s_A=s_B=s_C=s_0$

$$\Delta U_{A\%}=\frac{4\Sigma M_A-\Sigma M_B-\Sigma M_C}{2cs_A}, \qquad (12.36)$$

а при $s_0=0{,}5s_A=0{,}5s_B=0{,}5s_C$

$$\Delta U_{A\%}=\frac{3\Sigma M_A-\Sigma M_B-\Sigma M_C}{cs_A}. \qquad (12.37)$$

При соответствующей перестановке индексов формулы (12.36) и (12.37) могут быть использованы для определения ΔU_B и ΔU_C.

Упрощение расчетов достигается с помощью таблиц моментов, позволяющих по заданным M и ΔU определить сечение проводов s или по s и M определить потерю напряжения.

В табл. 12.47—12.58 приведены моменты нагрузок линий различных схем и напряжений для различных сечений медных и алюминиевых проводов и соответствующих этим моментам потерь напряжения [20].

В табл. 12.59—12.62 приведены моменты нагрузок линий для проводов промежуточных сечений (2, 3, 5, 8 мм^2), позволяющие определять активные составляющие потерь напряжения при расчете сетей ОУ с безындуктивной нагрузкой [58].

Для расчета электросетей с индуктивной нагрузкой предложены [59] табл 12.63 и 12.64 поправочных коэффициентов к табл. 12.59—12.62. С помощью таблиц поправочных коэффициентов потеря напряжения при индуктивной нагрузке определяется как

$$\Delta U=\Delta U_A k,$$

где ΔU_A — активная составляющая потери напряжения, определяемая по табл. 12.59—12.62; k — поправочный коэффициент, учитывающий реактивную составляющую потери напряжения (табл. 12.63, 12.64).

Определение суммы моментов ΣM в практических расчетах может быть также в ряде случаев упрощено.

Когда одинаковая единичная нагрузка распределена равномерно вдоль всей линии или по отдельным ее участкам, то момент нагрузки может определяться, как это показано на рис. 12.8.

Для сети по рис. 12.8, *а*

$$\Sigma M=PL/2;$$

для сети по рис. 12.8, *б*

$$\Sigma M=P(l_1+l_2/2)$$

и для сети по рис. 12 8, *в*

$$\Sigma M=P_1\left(l_1+\frac{l_2}{2}\right)+ +P_2\left(l_1+l_2+l_3+\frac{l_4}{2}\right).$$

Таблица 12.47

Моменты нагрузки для алюминиевых проводников

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт·м, линий четырехпроводных трехфазных с нулем на напряжение 380/220 В или трехпроводных трехфазных без нуля на 380 В при сечении проводника s, мм^2, равном													
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
0,2	22	3,5	53	88	141	220	308	440	616	836	1056	1320	1628	2112
0,4	44	70	106	176	282	440	616	880	1232	1672	2112	2640	3256	4224
0,6	66	106	158	264	422	660	924	1320	1848	2508	3168	3960	4884	6336
0,8	88	141	211	352	563	880	1232	1760	2464	3344	4224	5280	6512	8448
1,0	110	176	264	440	704	1100	1540	2200	3080	4180	5280	6600	8140	10560
1,2	132	211	317	528	845	1320	1848	2640	3696	5016	6336	7920	9768	12672
1,4	154	246	370	616	986	1540	2156	3080	4312	5852	7392	9240	11396	14784
1,6	176	282	422	704	1126	1760	2464	3520	4928	6688	8448	10560	13024	16896
1,8	198	317	475	792	1267	1980	2772	3960	5544	7524	9504	11880	14652	19008
2,0	220	352	528	880	1408	2200	3080	4400	6160	8360	10560	13200	16280	21120
2,2	242	387	581	968	1549	2420	3388	4840	6776	9196	11616	14520	17908	23232
2,4	264	422	634	1056	1090	2640	3696	5280	7392	10032	12672	15840	19536	25344
2,6	286	458	686	1144	1830	2860	4004	5720	8008	10868	13728	17160	21164	27456
2,8	308	493	739	1232	1971	3080	4312	6160	8624	11704	14784	18480	22792	29568
3,0	330	528	792	1320	2112	3300	4620	6600	9240	12540	15840	19800	24420	31680
3,2	352	563	845	1408	2253	3520	4928	7040	9856	13376	16896	21120	26048	33792
3,4	374	598	898	1496	2394	3740	5236	7480	10472	14212	17952	22440	27676	35904
3,6	396	634	950	1584	2534	3960	5544	7920	11088	15048	19008	23760	29304	38016
3,8	418	669	1003	1672	2675	4180	5852	8360	11704	15884	20064	25080	30932	40128
4,0	440	704	1058	1760	2816	4400	6160	8800	12320	16720	21120	26400	32560	42240
4,2	462	739	1109	1848	2957	4620	6468	9240	12936	17556	22176	27720	34188	44352
4,4	484	774	1162	1936	3098	4840	6776	9680	13552	18392	23232	29040	35816	46464
4,6	506	810	1214	2024	3238	5060	7084	10120	14168	19228	24288	30360	37444	48576
4,8	528	845	1267	2112	3379	5280	7392	10560	14784	20064	25344	31680	39072	50688
5,0	550	880	1320	2200	3520	5500	7700	11000	15400	20900	26400	33000	40700	52800

Моменты нагрузки для алюминиевых проводников

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт·м, линий четырехпроводных трехфазных с нулем на напряжение 220/127 В или трехпроводных трехфазных без нуля на 220 В при сечении проводника s, мм², равном													
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
0,2	7	12	18	29	47	73	103	147	206	279	353	441	544	706
0,4	15	23	35	59	94	147	206	294	412	558	706	882	1088	1411
0,6	22	35	53	88	141	220	309	441	617	837	1058	1323	1633	2116
0,8	29	47	71	118	188	294	412	558	823	1117	1411	1764	2176	2822
1,0	37	59	88	147	235	367	514	735	1029	1396	1764	2205	2719	3528
1,2	44	71	106	176	282	440	617	882	1235	1675	2117	2646	3263	4234
1,4	52	82	123	206	329	514	720	1029	1441	1954	2470	3087	3807	4939
1,6	59	94	141	235	376	587	823	1176	1646	2233	2822	3528	4352	5644
1,8	66	106	159	265	423	661	926	1323	1852	2513	3175	3969	4895	6350
2,0	74	118	176	294	470	735	1029	1470	2058	2792	3528	4410	5439	7056
2,2	81	130	194	323	517	808	1132	1617	2264	3071	3881	4851	5983	7762
2,4	89	141	211	353	564	882	1235	1764	2470	3350	4234	5292	6527	8467
2,6	96	153	229	382	611	955	1338	1911	2675	3629	4586	5733	7072	9172
2,8	103	165	247	412	658	1029	1441	2058	2881	3909	4939	6174	7615	9878
3,0	110	176	265	441	706	1102	1543	2205	3087	4188	5292	6615	8158	10584
3,2	117	188	283	470	753	1175	1646	2352	3293	4467	5645	7056	8702	11290
3,4	125	199	300	500	800	1249	1749	2499	3499	4746	5998	7497	9246	11995
3,6	132	211	318	529	847	1324	1852	2646	3704	5025	6350	7938	9791	12700
3,8	139	223	336	559	894	1396	1955	2793	3910	5305	6703	8379	10334	13406
4,0	147	235	353	588	941	1470	2058	2940	4116	5584	7056	8820	10878	14112
4,2	154	247	371	617	988	1543	2161	3087	4322	5863	7409	9261	11422	14818
4,4	162	258	388	647	1035	1617	2264	3234	4528	6142	7762	9702	11966	15523
4,6	169	270	406	676	1082	1690	2367	3381	4733	6421	8114	10143	12511	16228
4,8	176	282	424	706	1129	1764	2470	3528	4939	6701	8467	10584	13504	16934
5,0	184	294	441	735	1176	1837	2572	3675	5145	6980	8820	11025	13597	17640

Таблица 12 49

Моменты нагрузки для алюминиевых проводников

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт·м, линий												
	двухпроводных на напряжение 220 В						трехпроводных двухфазных с нулем на напряжение 380/220 В						
	при сечении проводника s, мм^2, равном												
	2,5	4	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25	35
0,2	4,0	6,0	9,0	15	24	37	10	16	23	39	62	97	136
0,4	7,0	12	18	30	47	74	19	31	45	78	125	195	273
0,6	11	18	27	44	71	101	29	47	67	117	187	292	409
0,8	15	24	35	59	95	148	39	62	94	156	250	390	546
1,0	22	30	44	74	118	185	49	78	117	195	312	487	682
1,2	25	36	53	89	142	222	58	94	140	234	374	585	819
1,4	30	41	62	104	166	259	68	109	162	273	437	682	955
1,6	33	47	71	118	189	296	78	125	184	312	499	780	1092
1,8	37	53	80	133	213	333	88	140	211	351	562	877	1228
2,0	41	59	89	148	237	370	97	156	234	390	624	975	1365
2,2	44	65	98	163	260	407	107	172	257	429	686	1072	1501
2,4	48	71	107	178	284	444	117	187	279	468	749	1170	1638
2,6	52	77	115	192	308	481	127	203	301	507	811	1267	1774
2,8	52	83	124	207	331	518	136	218	328	546	874	1365	1911
3,0	55	89	133	221	355	555	146	234	351	585	936	1462	2047
3,2	59	95	142	236	379	592	156	250	374	624	998	1560	2184
3,4	63	101	151	251	403	629	166	265	396	663	1061	1657	2320
3,6	67	107	160	265	426	666	175	281	418	702	1123	1755	2457
3,8	70	112	169	280	450	703	185	296	445	741	1186	1852	2593
4,0	74	118	178	296	474	740	195	312	468	780	1248	1950	2730
4,2	78	124	186	311	497	777	205	328	491	819	1310	2047	2866
4,4	81	130	195	326	521	814	214	343	513	858	1373	2145	3003
4,6	85	136	204	340	545	851	224	359	535	897	1435	2242	3139
4,8	89	142	213	355	568	888	234	374	562	936	1498	2340	3276
5,0	92	148	222	370	592	925	244	390	585	975	1560	2437	3412

Значения коэффициента c, входящего в формулы для расчета сетей по потере напряжения для различных систем сети, рода тока и номинального напряжения, приведены в табл. 12.46.

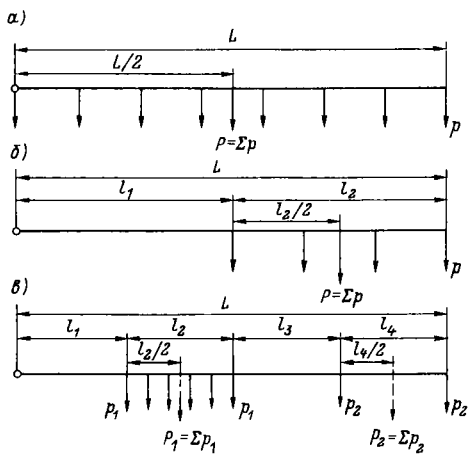


Рис 12 8 Примеры упрощенного определения моментов нагрузки

Пример 12.8. Четырехпроводная линия 380/220 В длиной 120 м выполняется алюминиевыми проводами и питает щиток с нагрузкой 8 кВт, cos $\varphi = 1$. Рассчитать ее на потерю напряжения 2 %. Расчетная схема соответствует схеме определения момента нагрузки по рис. 12.9:

$$M = PL = 8 \cdot 120 = 960 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

По табл. 12.47 от значения $\Delta U = 2$ %, двигаясь вправо по строке, можно найти два сечения: $s = 10$ мм^2 при $M = 880$ кВт·м и $s = 16$ мм^2 при $M = 1408$ кВт·м Для обеспечения $\Delta U \leqslant 2$ % необходимо выбрать $s = 16$ мм^2. При этом сечении по той же таблице находятся фактические потери $\Delta U < 1{,}4$ %.

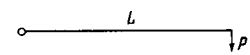


Рис 12 9 К примеру 12 9

Таблица 12 50

Моменты нагрузки для алюминиевых проводников

ΔU %	Момент нагрузки, кВт·м, линий на напряжение 36 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника s, мм^2, равном											
	2,5	4	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
1	0,5	0,8	1,19	1,98	3,17	5	1,0	1,58	2,38	3,96	6,34	10
2	1,0	1,58	2,38	3,96	6,34	10	2,0	3,17	4,75	7,92	12,7	20
3	1,49	2,38	3,57	5,94	9,51	14,9	2,98	4,76	7,14	11,9	19	29,8
4	1,98	3,17	4,75	7,92	12,7	19,8	3,96	6,34	9,5	15,8	25,4	39,6
5	2,48	3,96	5,94	9,9	15,9	24,8	4,96	7,92	11,9	19,8	31,8	49,6
6	2,98	4,76	7,13	11,9	19	29,8	5,96	9,52	14,3	23,8	38	59,6
7	3,47	5,54	8,32	13,9	22,2	34,7	6,94	11,1	16,6	27,8	44,4	69,4
8	3,97	6,34	9,51	15,9	25,4	39,7	7,94	12,7	19	31,8	50,8	79,4
9	4,46	7,13	10,7	17,8	28,5	44,6	8,92	14,3	21,4	35,6	57	89,2
10	4,95	7,92	11,9	19,8	31,7	49,5	10	15,8	23,8	39,6	63,4	100

Таблица 12 51

Моменты нагрузки для алюминиевых проводников

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт·м, линий на напряжение 24 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника s, мм^2, равном											
	2,5	4	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
1	0,22	0,35	0,53	0,88	1,41	2,2	0,44	0,7	1,06	1,76	2,82	4,4
2	0,44	0,7	1,06	1,76	2,82	4,4	0,88	1,4	2,12	3,52	5,64	8,8
3	0,66	1,04	1,6	2,64	4,23	6,6	1,32	2,08	3,2	5,28	8,46	13,2
4	0,88	1,4	2,11	3,52	5,64	8,8	1,76	2,8	4,22	7,04	11,3	17,6
5	1,1	1,76	2,64	4,4	7,04	11	2,2	3,52	5,28	8,8	14,1	22
6	1,32	2,12	3,17	5,28	8,4	13,2	2,64	4,24	6,34	10,6	16,8	26,4
7	1,54	2,47	3,7	6,16	9,81	15,4	3,08	4,94	7,4	12,3	19,6	30,8
8	1,76	2,82	4,22	7,04	11,3	17,6	3,52	5,64	8,44	14,1	22,6	35,2
9	1,98	3,17	4,75	7,92	12,7	19,8	3,96	6,34	9,5	14,8	25,4	39,6
10	2,2	3,52	5,28	8,8	14,1	22	4,4	7,04	10,6	17,6	28,2	44

Таблица 12 52

Моменты нагрузки для алюминиевых проводников

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт·м, линий на напряжение 12 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника s, мм^2, равном											
	2,5	4	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
1	0,06	0,09	0,13	0,22	0,35	0,55	0,11	0,18	0,26	0,44	0,7	1,1
2	0,11	0,18	0,26	0,44	0,7	1,1	0,22	0,36	0,52	0,88	1,4	2,2
3	0,165	0,26	0,4	0,66	1,05	1,65	0,33	0,52	0,8	1,32	2,1	3,3
4	0,22	0,35	0,53	0,88	1,41	2,2	0,44	0,7	1,06	1,76	2,82	4,4
5	0,275	0,44	0,66	1,1	1,76	2,75	0,55	0,88	1,32	2,2	3,52	5,5
6	0,33	0,53	0,79	1,32	2,1	3,3	0,66	1,06	1,58	2,64	4,2	6,6
7	0,39	0,62	0,92	1,54	2,45	3,9	0,78	1,24	1,84	3,08	4,9	7,8
8	0,44	0,7	1,06	1,76	2,82	4,4	0,88	1,4	2,12	3,52	5,64	8,8
9	0,5	0,8	1,19	1,98	3,17	5	1	1,6	2,38	3,96	6,34	10
10	0,55	0,88	1,32	2,2	3,52	5,5	1,1	1,76	2,64	4,4	7,04	11

Таблица 12.53

Моменты нагрузки линий 380/220 В

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт м, линий четырехпроводных трехфазных с нулем на напряженне 380/220 В или трехпроводных трехфазных без нуля на 380 В при сечении проводника s, мм², равном													
	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185
0,2	22	36	58	86	144	230	360	504	720	1008	1368	1728	2160	2664
0,4	43	72	115	173	288	461	720	1008	1440	2016	2736	3456	4320	5328
0,6	65	108	173	259	432	691	1080	1512	2160	3024	4104	5184	6480	7992
0,8	86	144	230	346	576	922	1440	2016	2880	4032	5472	6912	8640	10656
1,0	108	180	288	432	720	1152	1800	2520	3600	5040	6840	8640	10800	13320
1,2	130	216	346	518	864	1382	2160	3024	4320	6048	8208	10368	12960	15984
1,4	151	252	403	605	1008	1613	2520	3528	5040	7056	9576	12096	15120	18648
1,6	173	288	462	691	1152	1843	2880	4032	5760	8064	10944	13824	17280	21312
1,8	194	324	518	778	1296	2074	3240	4536	6480	9072	12312	15552	19440	23976
2,0	216	360	576	864	1440	2304	3600	5040	7200	10080	13680	17280	21600	26640
2,2	238	396	636	950	1584	2534	3960	5544	7920	11088	15048	19008	23760	29304
2,4	259	432	691	1037	1728	2765	4320	6048	8640	12096	16416	20736	25920	31968
2,6	281	478	749	1121	1872	2995	4780	6552	9360	13104	17784	22464	28100	34632
2,8	302	504	806	1210	2016	3226	5040	7056	10080	14112	19152	24192	30200	37296
3,0	324	540	864	1296	2160	3456	5400	7560	10800	15120	20520	25920	32400	39960
3,2	346	576	922	1386	2304	3686	5760	8064	11520	16128	21888	27648	34560	42624
3,4	367	612	979	1469	2448	3917	6120	8568	12240	17136	23256	29376	36720	45288
3,6	389	648	1037	1555	2592	4147	6480	9072	12960	18144	24624	31104	38800	47952
3,8	410	684	1094	1642	2736	4378	6840	9576	13680	19152	25992	32832	41040	50616
4,0	432	720	1152	1728	2880	4608	7200	10080	14400	20160	27360	34560	43200	53280
4,2	454	756	1210	1814	3024	4838	7560	10584	15120	21168	28728	36288	45360	55944
4,4	475	792	1267	1901	3168	5069	7920	11088	15840	22176	30096	38016	47520	58608
4,6	497	828	1325	1987	3312	5299	8280	11592	16560	23184	31464	39744	49680	61272
4,8	518	864	1382	2074	3456	5530	8640	12096	17280	24192	32832	41472	51840	63936
5,0	540	900	1440	2160	3600	5760	9000	12600	18000	25200	34200	43200	54000	66600

Моменты нагрузки линий 220/127 В

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт·м, линий четырехпроводных трехфазных с нулем на напряжение 220/127 В или трехпроводных трехфазных без нуля на 220 В при сечении проводника s, мм², равном													
	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185
0,2	7	12	19	29	48	77	120	168	240	336	456	576	720	888
0,4	14	24	38	58	96	154	240	336	480	672	912	1152	1440	1776
0,6	22	36	58	86	144	230	360	504	720	1008	1368	1728	2160	2664
0,8	29	48	77	115	192	307	480	672	960	1344	1824	2304	2880	3552
1,0	36	60	96	144	240	384	600	840	1200	1680	2280	2880	3600	4440
1,2	43	72	115	173	288	461	720	1008	1440	2016	2736	3456	4320	5328
1,4	50	84	134	202	336	538	840	1176	1680	2352	3192	4032	5040	6216
1,6	58	96	154	230	384	614	960	1344	1920	2688	3648	4608	5760	7104
2,0	72	120	192	288	480	768	1200	1680	2400	3360	4560	5760	7200	8880
2,2	79	132	211	317	528	845	1320	1848	2640	3696	5016	6336	7920	9768
2,4	86	144	230	346	576	922	1440	2016	2880	4032	5472	6912	8640	10656
2,6	94	156	250	376	624	998	1560	2184	9120	4368	5928	7488	9360	11544
2,8	101	168	269	403	672	1075	1780	2352	3360	4704	6384	8064	10080	12432
3,0	108	180	288	432	720	1152	1800	2520	3600	5040	6840	8640	10800	13320
3,2	115	192	307	461	768	1229	1920	2688	3840	5376	7296	9216	11520	14208
3,4	122	204	326	490	816	1306	2040	2856	4080	5712	7952	9792	12240	15096
3,6	130	216	346	518	864	1382	2160	3024	4320	6048	8208	10368	12960	15984
3,8	137	228	365	547	912	1459	2280	3192	4560	6384	8664	10944	13680	16872
4,0	144	240	384	576	960	1536	2400	3360	4800	6720	9120	11520	14400	17760
4,2	151	252	403	605	1008	1613	2520	3528	5040	7056	9576	12096	15120	18648
4,4	158	264	422	634	1056	1690	2640	3696	5280	7392	10032	12672	15840	19536
4,6	166	276	442	662	1104	1766	2760	3864	5520	7728	10488	13248	16560	20424
4,8	173	288	461	691	1152	1843	2880	4032	5720	8064	10944	13824	17280	21312
5,0	180	300	480	720	1200	1920	3000	4200	6000	8400	11400	14400	18000	22200

Таблица 12.55

Моменты нагрузкн для медных проводнпков

ΔU, %	Момент нагрузки , кВт м, линий												
	двухпроводных иа напряжение 220 В							трехпроводных двухфазных с нулем на напряжение 380/220 В					
	при сечеиии проводиика s, мм², равном												
	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16
0,2	2,0	4,0	6,0	10	14	24	38	10	16	26	38	64	102
0,4	5,0	7,0	12	19	29	48	77	19	32	51	77	128	205
0,6	7,0	11	18	29	43	72	115	29	48	77	115	192	307
0,8	10	14	24	38	58	96	154	38	64	102	154	256	410
1,0	12	18	30	48	72	120	192	48	80	128	192	320	512
1,2	14	22	36	58	86	144	230	58	96	154	230	384	614
1,4	17	25	42	67	101	168	269	67	112	179	269	448	717
1,6	19	29	48	77	115	192	307	77	128	205	307	512	819
1,8	22	32	54	86	130	216	346	86	144	230	346	576	922
2,0	24	36	60	96	144	240	384	96	160	256	384	640	1024
2,2	26	40	66	106	158	264	422	106	176	282	422	704	1126
2,4	29	43	72	115	173	288	461	115	192	307	461	764	1229
2,6	31	47	78	125	187	312	499	125	208	333	499	832	1331
2,8	34	50	84	134	202	336	538	134	224	358	538	896	1434
3,0	36	54	90	144	216	360	576	144	240	384	576	960	1536
3,2	38	58	96	154	230	384	614	154	256	410	614	1025	1638
3,4	41	61	102	163	245	408	653	163	272	435	653	1088	1741
3,6	43	65	108	173	259	432	691	173	288	461	691	1152	1843
3,8	46	68	114	182	274	456	730	182	304	486	730	1216	1946
4,0	48	72	120	192	288	480	768	192	320	512	768	1280	2048
4,2	50	76	126	202	302	504	806	202	336	538	806	1344	2150
4,4	53	79	132	211	317	528	845	211	352	563	845	1408	2253
4,6	55	83	138	221	331	552	883	221	368	589	883	1472	2355
4,8	58	86	144	230	346	576	922	230	384	614	922	1546	2458
5,0	60	90	150	240	360	600	960	240	400	640	960	1600	2560

Таблица 12 56

Момеиты нагрузки для медных проводников

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт·м, линий на напряжение 36 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника s, мм^2, равном											
	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16
1,0	0,49	0,81	1,3	1,95	3,24	5,18	0,97	1,62	2,59	3,89	6,48	10,4
2,0	0,97	1,62	2,59	3,89	6,48	10,4	1,94	3,24	5,18	7,78	13	20,8
3,0	1,46	2,43	3,89	5,83	9,72	15,5	2,92	4,86	7,78	11,7	19,4	31,1
4,0	1,95	3,24	5,18	7,78	13	20,7	3,9	6,48	10,4	15,6	26	41,4
5,0	2,43	4,05	6,48	9,72	16,2	25,9	4,86	8,1	13	19,4	32,4	51,8
6,0	2,92	4,86	7,76	11,7	19,4	31,1	5,84	9,72	15,6	23,4	38,8	62,2
7,0	3,41	5,67	9,08	13,6	22,6	36,3	6,82	11,3	18,2	27,2	45,2	72,6
8,0	3,89	6,48	10,4	15,5	25,9	41,5	7,78	13	20,8	31,1	51,8	83
9,0	4,37	7,29	11,7	17,5	29,2	46,7	8,74	14,6	23,4	35	58,4	93,3
10	4,86	8,1	13	19,4	32,4	51,8	9,72	16,2	25,9	38,9	64,8	104

Таблица 12 57

Моменты нагрузки для медных проводов

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт·м, линий на напряжение 24 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сеченни проводника s, мм^2, равном											
	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16
1,0	0,22	0,36	0,58	0,86	1,44	2,3	0,43	0,72	1,15	1,73	2,88	4,6
2,0	0,43	0,72	1,15	1,73	2,88	4,6	0,86	1,44	2,3	3,46	5,76	9,2
3,0	0,65	1,08	1,73	2,59	4,32	6,9	1,3	2,16	3,46	5,18	8,64	13,8
4,0	0,86	1,44	2,3	3,46	5,76	9,2	1,72	2,88	4,6	6,92	11,5	18,4
5,0	1,08	1,8	2,88	4,32	7,2	11,5	2,16	3,6	5,76	8,64	14,4	23
6,0	1,3	2,16	3,46	5,18	8,64	13,8	2,6	4,32	6,92	10,3	17,3	27,6
7,0	1,5	2,52	4,03	6,05	10,1	16,1	3,0	5,04	8,06	12,1	20,2	32,2
8,0	1,72	2,88	4,61	6,91	11,5	18,4	3,44	5,76	9,22	13,8	23	36,8
9,0	1,94	3,24	5,18	7,78	13,0	20,7	3,88	6,48	10,4	15,6	26	41,4
10	2,16	3,6	5,76	8,64	14,4	23	4,32	7,2	11,5	17,3	28,8	46,1

Таблица 12 58

Моменты нагрузки для медных проводников

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт·м, линий на напряжение 12 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника s, мм^2, равном											
	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16
1,0	0,05	0,09	0,14	0,22	0,36	0,58	0,1	0,18	0,29	0,43	0,72	1,15
2,0	0,1	0,18	0,29	0,43	0,72	1,15	0,22	0,36	0,58	0,86	1,44	2,3
3,0	0,16	0,27	0,43	0,65	1,08	1,73	0,32	0,54	0,86	1,3	2,16	3,46
4,0	0,22	0,36	0,58	0,86	1,44	2,3	0,44	0,72	1,16	1,72	2,88	4,6
5,0	0,27	0,45	0,72	1,08	1,8	2,88	0,54	0,9	1,44	2,16	3,6	5,76
6,0	0,32	0,54	0,86	1,3	2,16	3,46	0,64	1,08	1,72	2,6	4,32	6,92
7,0	0,38	0,63	1,0	1,51	2,52	4,03	0,76	1,26	2,0	3,02	5,04	8,06
8,0	0,44	0,72	1,16	1,72	2,88	4,6	0,88	1,44	2,32	3,44	5,76	9,2
9,0	0,49	0,81	1,3	1,94	3,24	5,18	0,98	1,62	2,6	3,88	6,48	10,4
10	0,54	0,9	1,44	2,16	3,6	5,76	1,08	1,8	2,88	4,32	7,2	11,5

Таблица 12.59

Моменты нагрузки для медных проводов

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт·м, линий														
	двухпроводных на напряжение 220 В					трехпроводных двухфазных с нулем на напряжение 380/220 В					четырехпроводных трехфазных с нулем на напряжение 380/220 В или трехпроводных трехфазных без нуля на напряжение 380 В				
	при сечении провода s, мм², равном														
	1,2	2	3	5	8	1,2	2	3	5	8	1,2	2	3	5	8
0,2	3	5	7	12	19	8	13	19	32	51	17	29	43	72	115
0,4	6	10	14	24	38	15	26	38	64	102	35	58	86	144	230
0,6	9	14	22	36	58	23	38	58	96	154	52	86	130	216	346
0,8	12	19	29	48	77	31	51	77	128	205	69	115	173	288	461
1,0	14	24	36	60	96	38	64	96	160	256	85	144	216	360	576
1,2	17	29	43	72	115	46	77	115	192	307	104	173	259	432	691
1,4	20	34	50	84	134	54	90	134	224	358	121	202	302	504	801
1,6	23	38	58	96	154	61	102	154	256	410	138	230	346	576	922
1,8	26	43	65	108	173	69	115	173	288	461	155	259	389	648	1037
2,0	29	48	72	120	192	77	128	192	320	512	173	288	432	720	1152
2,2	32	53	79	132	211	84	141	211	352	563	190	317	775	792	1267
2,4	35	58	86	144	230	92	154	230	384	614	207	346	518	864	1382
2,6	37	62	94	156	250	100	166	250	416	666	225	374	562	936	1498
2,8	40	67	101	168	269	107	179	268	446	717	242	403	605	1008	1613
3,0	43	72	108	180	288	115	192	288	480	768	259	432	648	1080	1728
3,2	46	77	115	192	307	123	205	307	512	819	276	461	691	1152	1843
3,4	49	81	122	204	321	131	218	326	544	870	294	490	734	1224	1958
3,6	52	86	131	216	346	138	230	346	576	922	311	518	778	1293	2074
3,8	55	91	137	228	365	146	243	365	608	973	328	547	821	1368	2180
4,0	58	95	144	240	384	154	256	384	640	1024	346	576	864	1440	2304
4,2	60	100	151	252	401	161	269	403	672	1075	363	605	907	1512	2419
4,4	63	105	158	264	422	169	282	422	704	1126	380	634	950	1584	2534
4,6	66	110	166	276	442	177	294	442	736	1178	397	662	994	1656	2560
4,8	69	115	173	288	461	184	307	461	768	1229	415	691	1037	1728	2765
5,0	72	119	180	300	480	192	320	480	800	1280	432	720	1080	1800	2880

Моменты нагрузки для медных проводов

Таблица 12 60

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт м, линий																			
	двухпроводных					трехпроводных трехфазных					двухпроводиых					трехпроводных трехфазных				
	на напряжение 40 В										на напряжение 36 В									
	при сечении провода s, мм², равном																			
	1,2	2	3	5	8	1,2	2	3	5	8	1,2	2	3	5	8	1,2	2	3	5	8
1	0,48	0,80	1,20	2,00	3,20	0,96	1,60	2,40	4,00	6,40	0,39	0,65	0,97	1,62	2,59	0,78	1,29	1,94	3,24	5,18
2	0,96	1,60	2,40	1,00	6,40	1,92	3,20	4,80	8,00	12,80	0,78	1,29	1,94	3,24	5,18	1,55	2,59	3,89	6,48	10,40
3	1,44	2,40	3,60	6,00	9,60	2,88	4,80	7,20	12,00	19,20	1,17	1,94	2,91	4,86	7,77	2,33	3,88	5,83	9,72	15,50
4	1,92	3,20	4,80	8,00	12,80	3,84	6,40	9,60	16,00	25,60	1,55	2,59	3,89	6,48	10,40	3,11	5,18	7,77	12,90	20,70
5	2,40	4,00	6,00	10,00	16,00	4,80	8,00	12,00	20,00	32,00	1,94	3,24	4,86	8,10	12,90	3,88	6,48	9,72	16,20	25,90
6	2,88	4,80	7,20	12,00	19,20	5,76	9,60	14,40	24,00	38,40	2,33	3,89	5,83	9,72	15,50	1,66	7,77	11,70	19,40	31,10
7	3,36	5,60	8,40	14,00	32,40	6,72	11,20	16,80	28,00	44,80	2,72	4,54	6,80	11,30	18,10	5,44	9,07	13,60	22,70	36,80
8	3,84	6,40	9,60	16,00	25,60	7,68	12,80	19,20	32,00	51,20	3,11	5,18	7,77	12,90	20,70	6,21	10,40	15,50	25,90	41,50
9	4,32	7,20	10,80	18,00	28,80	8,64	14,40	21,60	36,00	57,60	3,50	5,83	8,75	14,60	22,30	6,90	11,60	17,50	29,20	46,60
10	4,80	8,00	12,00	20,00	32,00	9,60	16,00	24,00	40,00	64,00	3,89	6,48	9,72	16,20	25,90	7,77	12,90	19,40	32,40	51,80
	на напряженне 24 В										на напряженне 12 В									
1	0,17	0,29	0,43	0,72	1,15	0,35	0,57	0,86	1,44	2,30	0,04	0,07	0,11	0,18	0,29	0,09	0,14	0,22	0,36	0,57
2	0,35	0,57	0,86	1,44	2,30	0,69	1,15	1,73	2,88	4,61	0,08	0,14	0,22	0,36	0,57	0,17	0,29	0,43	0,72	1,15
3	0,52	0,86	1,29	2,16	3,45	1,04	1,73	2,59	4,32	6,91	0,13	0,21	0,32	0,54	0,86	0,26	0,43	0,65	1,08	1,73
4	0,69	1,15	1,73	2,88	4,61	1,38	2,30	3,45	5,76	9,22	0,17	0,29	0,43	0,72	1,15	0,34	0,57	0,86	1,44	2,30
5	0,86	1,44	2,16	3,60	5,76	1,73	2,88	4,32	7,20	11,50	0,21	0,36	0,54	0,90	1,44	0,43	0,72	1,08	1,80	2,88
6	1,04	1,73	2,59	4,32	6,91	2,08	3,45	5,18	8,64	13,80	0,26	0,43	0,65	1,08	1,73	0,52	0,86	1,29	2,16	3,45
7	1,21	2,02	3,02	5,04	8,06	2,42	4,03	6,05	10,10	16,10	0,30	0,50	0,76	1,26	2,02	0,60	1,01	1,51	2,52	4,03
8	1,38	2,30	3,45	5,76	9,21	2,77	4,61	6,91	11,50	18,40	0,34	0,57	0,86	1,44	2,30	0,69	1,15	1,73	2,88	4,61
9	1,56	2,59	3,89	6,48	10,40	3,11	5,18	7,77	13,00	20,70	0,39	0,65	0,97	1,62	2,59	0,77	1,29	1,94	3,24	5,58
10	1,73	2,88	4,32	7,20	11,50	3,46	5,76	8,64	14,40	23,00	0,43	0,72	1,08	1,80	2,88	0,86	1,44	2,16	3,60	5,76

Таблица 12.61

Моменты нагрузки для алюминиевых проводов

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт·м, линий											
	двухпроводных на напряжение 220 В				трехпроводных двухфазных с нулевым проводом на напряжение 380/220 В				четырехпроводных трехфазных с нулевым проводом на напряженне 380/220 В или трехфазных без нуля на напряжение 380 В			
	при сечении провода s, мм², равном											
	2	3	5	8	2	3	5	8	2	3	5	8
0,2	3	4	7	12	8	12	19	31	18	26	44	70
0,4	6	9	15	24	16	23	39	62	35	53	88	141
0,6	9	13	22	35	23	35	58	94	53	79	132	211
0,8	12	18	30	47	31	47	78	125	70	106	176	282
1,0	15	22	37	59	39	59	97	156	88	132	320	352
1,2	18	27	44	71	47	70	117	197	106	158	264	422
1,4	21	31	52	83	55	82	136	218	123	185	308	493
1,6	24	35	59	95	62	94	156	250	141	211	352	563
1,8	27	40	67	107	70	105	175	281	158	238	396	634
2,0	30	44	74	118	78	117	195	312	176	264	440	704
2,2	33	49	81	130	86	129	214	343	194	290	484	774
2,4	35	53	89	142	94	140	234	374	211	317	528	845
2,6	38	58	96	154	101	152	253	406	229	343	572	915
2,8	41	62	104	168	109	164	273	437	246	370	616	986
3,0	44	67	111	178	117	176	292	468	264	396	660	1056
3,2	47	71	118	189	125	187	312	499	282	422	704	1126
3,4	50	75	126	201	133	199	331	530	299	449	748	1197
3,6	53	80	133	213	140	211	361	562	317	475	792	1267
3,8	56	84	141	225	148	222	370	593	334	502	836	1338
4,0	59	89	148	257	156	234	390	624	352	528	880	1408
4,2	62	93	155	249	164	246	409	655	269	554	924	1478
4,4	65	98	163	260	172	257	429	686	387	581	968	1549
4,6	68	102	170	272	179	269	448	718	405	607	1012	1619
4,8	71	107	178	284	187	291	468	749	422	634	1056	1690
5,0	74	111	185	296	105	293	487	780	440	660	1100	1760

Таблица 12.62

Моменты нагрузок для алюминиевых проводов

ΔU, %	Момент нагрузки, кВт·м, лнний															
	двухпроводных				трехпроводных трехфазных				двухпроводных				трехпроводных трехфазных			
	на напряжение 40 В								на напряжение 36 В							
	при сеченнн провода s, мм², равном															
	2	3	5	8	2	3	5	8	2	3	5	8	2	3	5	8
1	0,49	0,73	1,22	1,95	0,98	1,46	2,44	3,90	0,40	0,59	0,99	1,58	0,79	1,19	1,98	3,17
2	0,98	1,46	2,44	3,90	1,95	2,93	4,88	7,81	0,79	1,19	1,98	3,17	1,58	2,38	3,96	6,34
3	1,46	2,19	3,66	5,85	2,93	4,39	7,32	11,70	1,19	1,78	2,97	4,75	2,38	3,56	5,94	9,50
4	1,95	2,93	4,88	7,81	3,90	5,85	9,76	15,60	1,58	2,38	3,96	6,34	3,17	4,75	7,92	12,70
5	2,44	3,66	6,10	9,76	4,88	7,32	12,20	19,50	1,98	2,97	4,95	7,92	3,96	5,94	9,90	15,80
6	2,93	4,39	7,32	11,70	5,85	8,78	14,60	23,40	2,38	3,56	5,94	9,50	4,75	7,13	11,90	19,00
7	3,42	5,12	8,54	13,60	6,83	10,20	17,10	27,30	2,77	4,16	6,93	11,10	5,54	8,32	13,90	22,20
8	3,90	5,85	9,76	15,60	7,81	11,70	19,50	31,20	3,17	4,75	7,92	12,70	6,34	9,50	15,80	25,30
9	4,39	5,59	11,00	17,50	8,78	13,20	21,90	35,10	3,56	5,35	8,91	14,30	7,13	10,70	17,80	27,50
10	4,88	7,32	12,20	19,50	9,76	14,60	24,40	39,00	3,96	5,94	9,90	15,80	7,92	11,90	19,80	37,70
	на напряжение 24 В								на напряжение 12 В							
1	0,18	0,26	0,44	0,70	0,35	0,53	0,88	1,41	0,04	0,07	0,11	0,18	0,09	0,13	0,22	0,35
2	0,35	0,53	0,88	1,41	0,70	1,06	1,76	2,82	0,06	0,13	0,22	0,35	0,18	0,26	0,44	0,70
3	0,53	0,79	1,32	2,11	1,06	1,58	2,64	4,22	0,13	0,20	0,33	0,53	0,26	0,39	0,66	1,06
4	0,70	1,06	1,76	2,82	1,41	2,11	3,52	5,63	0,18	0,26	0,44	0,70	0,35	0,53	0,88	1,41
5	0,88	1,32	2,20	3,52	1,76	2,64	4,40	7,04	0,22	0,33	0,55	0,88	0,44	0,66	1,10	1,76
6	1,06	1,58	2,64	4,22	2,11	3,17	5,28	8,45	0,26	0,40	0,66	1,06	0,53	0,79	1,32	2,11
7	1,23	1,85	3,08	4,93	2,46	3,70	6,16	9,86	0,31	0,46	0,77	1,23	0,62	0,92	1,54	2,46
8	1,41	2,11	3,52	5,63	2,82	4,22	7,04	11,30	0,35	0,53	0,88	1,41	0,70	1,05	1,76	2,81
9	1,58	2,38	3,96	6,34	3,17	4,75	7,92	12,70	0,39	0,59	0,99	1,58	0,79	1,19	1,98	3,17
10	1,76	2,64	4,70	7,04	3,52	5,28	8,80	14,10	0,44	0,66	1,10	1,76	0,88	1,32	2,20	3,52

Таблица 12 63

Поправочный коэффициент k

Сечение, мм^2	Значение k для кабелей и проводов в трубах при cos φ, равном						
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Алюминиевый проводник							
2	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01
3	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01
5	1,05	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01
8	1,07	1,05	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01
Медный проводник							
2	1,05	1,04	1,04	1,02	1,02	1,02	1,00
3	1,05	1,04	1,04	1,02	1,02	1,02	1,00
5	1,08	1,05	1,04	1,04	1,02	1,02	1,02
8	1,11	1,08	1,07	1,05	1,04	1,04	1,02

Таблица 12 64

Поправочный коэффициент k

Сечение, мм^2	Значение k для проводов *, проложенных открытым способом в одной плоскости при cos φ, равном						
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Алюминиевый проводник							
2	1,08	1,06	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01
3	1,11	1,08	1,06	1,04	1,03	1,03	1,02
5	1,18	1,12	1,09	1,07	1,06	1,04	1,03
8	1,28	1,19	1,15	1,11	1,09	1,06	1,04
Медный проводник							
2	1,13	1,10	1,07	1,05	1,05	1,03	1,01
3	1,18	1,13	1,10	1,08	1,07	1,05	1,03
5	1,30	1,20	1,15	1,12	1,10	1,07	1,05
8	1,46	1,31	1,25	1,18	1,15	1,10	1,07

* Расстояние между проводами 15—40 см

12.5. ВЫБОР СЕЧЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ ПО УСЛОВИЯМ СРАБАТЫВАНИЯ АППАРАТОВ ЗАЩИТЫ

Сети осветительных установок с глухозаземленной нейтралью должны иметь защиту от токов короткого замыкания, обеспечивающую по возможности наименьшее время отключения и требования селективности (ПУЭ—86, п. 3.1 8). С целью обеспечения автоматического отключения аварийного участка проводимость фазных и нулевых защитных проводников должна быть выбрана такой, чтобы при замыкании на корпус или на нулевой защитный проводник срабатывала защита отключения. Такое отключение обеспечивается при выполнении соотношения

$$kI_з \leqslant I_{к\,з}, \qquad (12.38)$$

где k — минимальная допустимая кратность тока короткого замыкания по отношению к номинальному току аппаратуры защиты; $I_з$ — номинальный ток аппарата защиты, $I_{к\,з}$ — номинальный ток однофазного короткого замыкания.

Правила устанавливают следующие значения коэффициента k (ПУЭ—86, п 1 7.79): $k=3$ для номинального тока плавкого элемента ближайшего предо-

Таблица 12 65

Удельное сопротивление цепи фазный — нулевой провод

Сечение одножильного провода s, мм^2		Удельное сопротивление $z_{пу}$, Ом/км, для провода	
фазного	нулевого	медного	алюминиевого
1,2	1,2	33,4	—
2	1,2	26,7	—
2	2	20,0	33,0
3	2	16,7	27,5
3	2,5	14,7	24,2
3	3	13,4	22,0
5	2	14,0	23,1
5	2,5	12,0	19,8
5	3	10,7	17,6
5	4	9,0	14,9
5	5	8,0	13,2
8	3	9,2	15,1
8	4	7,5	12,4
8	5	6,5	10,7
8	6	5,8	9,6
8	8	5,0	8,2
10	5	6,0	9,9
10	8	4,5	7,4
16	8	3,8	6,2

Примечание Данные приведены для цепи фазный — нулевой провод сетей, выполненных проводами с пластмассовой изоляцией, проложенными пучком (в трубах, каналах строительных конструкций и т п), без учета проводимости металлических оболочек

Таблица 12 66

Расчетные сопротивления силовых масляных трансформаторов при вторичном напряжении 400/230 В

Мощность трансформатора, кВ·А	Первичное напряжение, кВ	Полное сопротивление трансформатора $z_т$ в режиме однофазного КЗ при схеме соединения обмоток	
		$Y/Y_н$	$\Delta/Y_н$, $Y/\curlyvee$
25	6—10	3,11	0,906
40	6—10	1,95	0,562
63	6—10	1,24	0,360
63	20	1,14	0,407
100	6—10	0,78	0,226
100	20—35	0,76	0,327
160	6—10	0,49	0,141
160	20—35	0,48	0,203
250	6—10	0,31	0,090
250	20—35	0,30	0,130
400	6—10	0,20	0,066
400	20—35	0,19	—
630	6—10	0,13	0,042
630	20—35	0,12	—
1000	6—10	0,081	0,026
1000	20—35	0,077	0,031
1600	6—10	0,055	0,017
1600	20—35	—	0,020

хранителя, расцепителя или для уставки тока регулируемого расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратно зависимую от тока характеристику; при отсутствии заводских данных для автоматических выключателей следует принимать $k=1{,}4$ с номинальным током $I_з$ до 100 А и $k=1{,}25$ с номинальным током $I_з$ свыше 100 А. При защите сетей автоматическими выключателями, имеющими только электромагнитный расцепитель (отсечку), проводимость фазных и нулевых проводников должна обеспечивать ток не ниже уставки тока мгновенного срабатывания, умноженной на коэффициент, учитывающий разброс этого тока (по заводским данным), и на коэффициент запаса 1,1

Расчет тока однофазного КЗ (в амперах) ведется по упрощенной формуле [57]

$$I_{к з}=U_ф/\left(z_т+R_{\Sigma\,пер}+\sum_1^n z_{пу}l\right), \tag{12.39}$$

где $U_ф$ — фазное напряжение сети, В; $z_т$ — полное сопротивление трансформатора, Ом; $R_{\Sigma\,пер}$ — суммарное переходное сопротивление контактов, Ом; $z_{пу}$ — удельное сопротивление линии, состоящей из n участков с разными сечениями проводов, Ом/км; l — длина каждого участка, км.

В табл. 12.65 приведены удельные сопротивления цепи фазный — нулевой провод (удельное сопротивление определено для проводов при температуре нагрева жил 35 °С). Приближенные значения $z_т$ для силовых трансформаторов с вторичным напряжением 400/230 В приведены в табл. 12.66.

12.6. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СЕТЕЙ С РАЗРЯДНЫМИ ЛАМПАМИ

Разрядные лампы (РЛ) подключаются к электрической сети посредством пускорегулирующей аппаратуры (ПРА), что вызывает ток высших гармоник в нулевых рабочих проводах трехфазной линии и снижает коэффициент мощности ($\cos\varphi$). Это положение должно учитываться при расчете сети: необходимо учитывать помимо ламп и потери в ПРА.

ПРА разделяют на компенсированные и некомпенсированные по $\cos\varphi$. Для повышения $\cos\varphi$ до 0,9—0,95, как правило, используются статические конденсаторы. Компенсация $\cos\varphi$ может быть индивидуальной и групповой. При индивидуальной компенсации конденсаторы устанавливаются у каждого светильника (преимущественно встраиваются в него), при групповой — присоединяются к началу каждой групповой линии или, реже, к питающим осветительным линиям или шинам подстанции.

Индивидуальная компенсация должна выполняться, как правило, заводами-изготовителями светильников.

Светильники на две и более ЛЛ укомплектованы пускорегулирующими аппаратами, обеспечивающими коэффициент мощности не ниже 0,92; одноламповые ОП имеют ПРА с коэффициентом мощности не ниже 0,85. Большинство ОП с лампами ДРЛ, МГЛ, НВЛД, ДРИЗ, ДРИ имеют некомпенсированные ПРА с коэффициентом мощности в среднем 0,5 при питании напряжением 220 В и $\cos\varphi=0{,}35$ при напряжении 380 В, и лишь некоторые типы ОП для наружного освещения с этими источниками света укомплектовываются компенсированными ПРА.

При большой мощности осветительной установки с некомпенсированными ПРА источников света в проекте предусматривается групповая компенсация реактивной мощности.

Целесообразность последней выявляется технико-экономическими расчетами, в которых учитываются многие факторы, в том числе мощность газоразрядных ламп и доля ее в общей мощности освещения объекта, загрузка трансформаторов, характеристика электросиловых потребителей и т. д. При этом нередко оказывается, что применение конденсаторов в сетях освещения экономического эффекта не дает.

Для повышения $\cos\varphi$ в установках с РЛ используются трехфазные конденсаторы на напряжение 380 В мощностью 25 квар, устанавливаемые в комплектных конденсаторных установках, и мощностью 18 квар, устанавливаемые в распределительных пунктах (например, ти-

па ПР41) Схема присоединения конденсаторов комплектной конденсаторной установки к групповой линии приведена на рис. 12.10 [60].

Реактивная мощность конденсаторов $Q_к$ (в киловольт-амперах реактивных), необходимая для повышения $\cos\varphi_1$ до значения $\cos\varphi_2$, определяется по формуле

$$Q_к = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2), \qquad (12.40)$$

где P — реактивная мощность (номинальная мощность РЛ с учетом потерь в ПРА), кВт.

При индивидуальной компенсации применяются конденсаторы малой мощности.

Емкость C (в микрофарадах) определяется по формуле

$$C = \frac{Q_к}{2\pi f U^2 \cdot 10^{-3}}, \qquad (12.41)$$

где U — напряжение на зажимах конденсатора, кВ; f — частота переменного тока, Гц; $Q_к$ — мощность конденсатора, квар.

Подсчитано, что для повышения $\cos\varphi$ с 0,5 или 0,35 до 0,9 на каждый киловатт мощности ламп с потерями в ПРА необходима мощность трехфазного конденсатора соответственно 1,2 и 2,2 квар

На рис. 12.11 приведен график [60], позволяющий при заданной мощности РЛ с потерями в ПРА и мощности конденсаторов, присоединенных к групповой линии, определить $\cos\varphi$ на выходных контактных зажимах автомата групповой линии. Для этого необходимо от заданного значения $\cos\varphi$, взятого на оси ординат, провести горизонтальную прямую, параллельную оси абсцисс, до пересечения с кривой, соответствующей $\cos\varphi$ комплекта ламп — ПРА (0,5 или 0,35). Проводя из точки пересечения вертикальную прямую до оси абсцисс, определяем $Q/P = x$. По заданному значению P мощность конденсатора определяется из соотношения $Q = Px$.

Графики на рис. 12.11 позволяют определить $\cos\varphi$ по величине Q/P либо

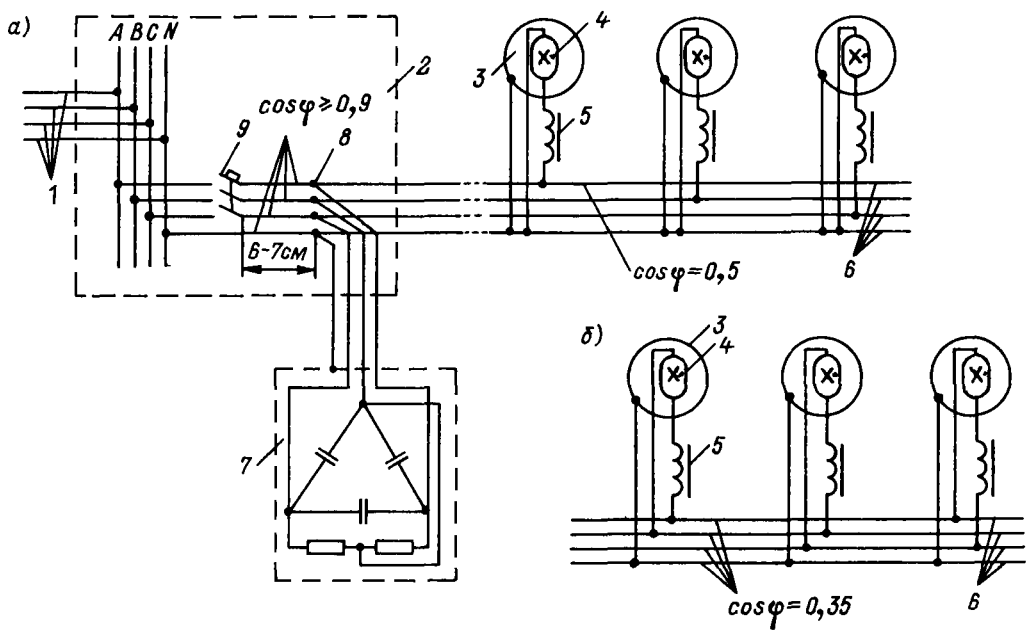


Рис 12 10 Схема присоединения конденсаторной установки к групповой линии *а* — 220 В, б — 380 В

1 — линия питающей сети, *2* — групповой щиток (распределительный пункт), *3* — светильник, *4* — лампа, *5* — ПРА, *6* — линия групповой сети, *7* — трехфазный конденсатор, *8* — ответвительный сжим (размещается в шкафу щитка), *9* — трехполюсный автомат группового щитка

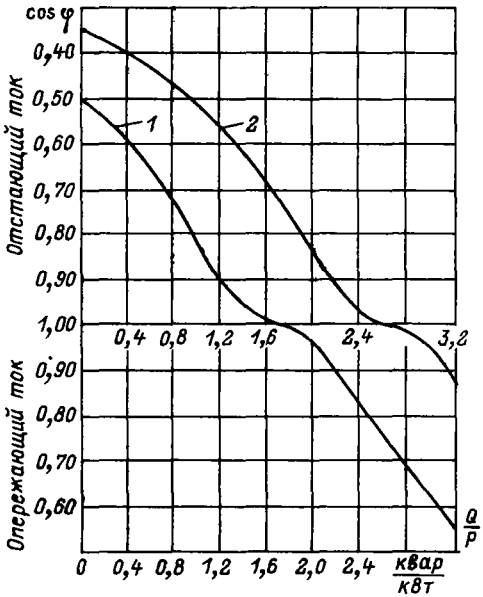


Рис 12 11 Определение cos φ в установках с РЛВД для сети 380/220 В

P — суммариая мощность РЛВД с потерями в ПРА, кВт; *Q* — мощность трехфазных конденсаторов, квар, cos φ комплекта лампа — ПРА *1* — 0,5, *2* — 0,35

мощность конденсаторов при заданных cos φ и *P*

Для определения полной мощности *S* и cos φ по активной мощности *P* и реактивной мощности *Q* может быть использован график рис. 12.12.

Ниже приводится пример расчета сетей с газоразрядными лампами при групповой компенсации реактивной мощности [20].

Пример 12.9. Общая мощность освещения $P=18$ кВт, в том числе лампы накаливания $P_н=3$ кВт, cos φ = 1 и лампы ДРЛ $P_д=15$ кВт (с учетом потерь

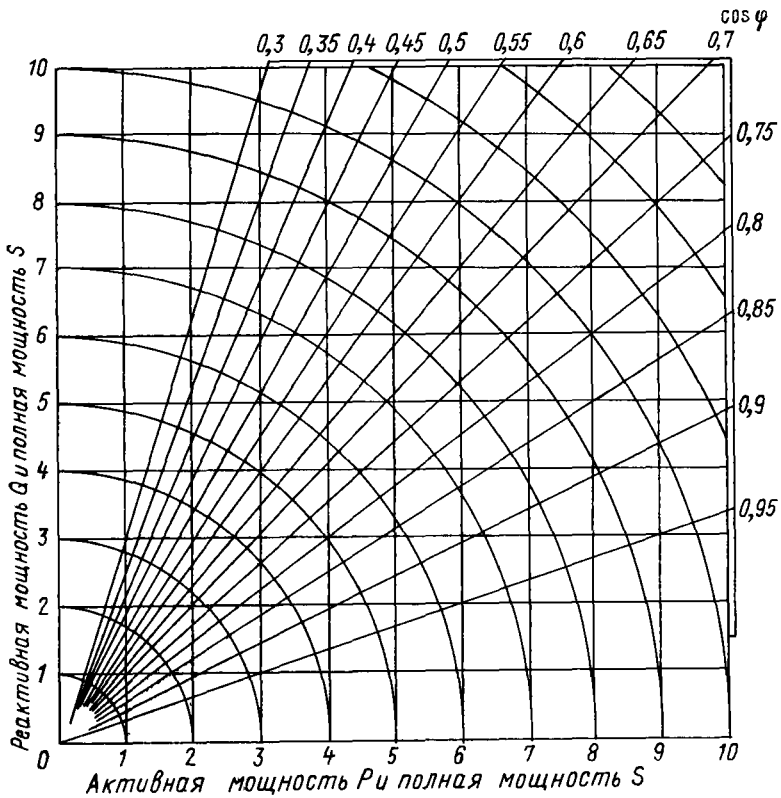


Рис. 12 12. Номограмма *P* — *Q* — *S* — cos φ

в ПРА), $\cos\varphi=0{,}5$; $\operatorname{tg}\varphi=1{,}73$. Питание освещения осуществляется трехфазной четырехпроводной линией, выполненной кабелем АНРГ. Фазное напряжение сети $U_\Phi=0{,}23$ кВ. Загрузка фаз равномерная. Определить мощность компенсирующего конденсатора $Q_к$, ток автомата $I_а$ на осветительном щитке, сечение (по току) фазных s_Φ и нулевого s_0 проводов групповой сети, ток линии $I_л$.

До компенсации реактивной мощностн:

реактивная мощность

$$Q_1=P_д\operatorname{tg}\varphi_1=15\cdot1{,}73=26\text{ квар},$$

полная мощность

$$S_1=\sqrt{P^2+Q^2}=\sqrt{18^2+26^2}=$$
$$=31{,}6\text{ кВ}\cdot\text{А};$$

ток групповой линии

$$I_л=\frac{S_1}{\sqrt{3}\,U_л}=48\text{ А};$$

коэффициент мощности установки

$$\cos\varphi_1=\frac{P}{S_1}=\frac{18}{31{,}6}=0{,}57,$$

мощность конденсатора, устанавливаемого в начале групповой линии (рис. 12 11), необходимая для повышения коэффициента мощности от $\cos\varphi_1=0{,}57$ ($\operatorname{tg}\varphi_1=1{,}43$) до $\cos\varphi_2$, близкого к 0,95 ($\operatorname{tg}\varphi_2=0{,}33$),

$$Q_к=P(\operatorname{tg}\varphi_1-\operatorname{tg}\varphi_2)=$$
$$=18(1{,}43-0{,}33)=19{,}8\text{ квар}.$$

Ориентируясь на выпускаемые промышленностью аппараты, принимаем мощность конденсатора равной 18 квар.

При компенсации реактивной мощности·

реактивная мощность

$$Q_2=Q_1-Q_к=8\text{ квар};$$

полная мощность

$$S_2=\sqrt{P^2+Q^2}=19{,}6\text{ кВ}\cdot\text{А},$$

коэффициент мощности

$$\cos\varphi_2=\frac{P}{S_2}=0{,}92.$$

По табл. 12.6 для $I_л=48$ А определяем $s_\Phi=16$ мм^2.

Ввиду отсутствия компенсации реактивной мощности на участке автомат — лампа увеличения s_0 до s_Φ не требуется. можно принять s_0 равным 10 мм^2, тогда

$$I_а=\frac{S_2k_п}{\sqrt{3}\,U_л}=\frac{19{,}6\cdot1{,}4}{1{,}73\cdot0{,}38}\approx40\text{ А},$$

где $k_п=1{,}4$ — коэффициент увеличения пускового тока.

Приемлемым является автомат с расцепителем на ток 40 А.

12.7. ВЫБОР СЕЧЕНИЯ НУЛЕВЫХ ПРОВОДНИКОВ

Правилами устанавливается (ПУЭ—86, пп. 1.7.61, 1.7.79). проводимость нулевого рабочего проводника от нейтрали генератора или трансформатора должна быть не менее 50 % проводимости фазных проводов.

В трехфазных линиях с симметричной нагрузкой фаз, управляемых трехполюсными аппаратами, нет необходимости в увеличении сечения проводников выше 50 мм^2 (медных) и 70 мм^2 (алюминиевых)

В однофазных и симметрично нагруженных линиях сечения нулевых и фазных проводников должны быть одинаковы.

В трехфазных линиях с пофазным отключением нулевые проводники должны обеспечивать ток, равный фазному.

В соответствии с ПУЭ сечение нулевых рабочих проводников трехфазных питающих и групповых линий с лампами люминесцентными, ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаО при одновременном отключении всех фазных проводников линии должно выбираться.

1) для участков сети, по которым протекает ток от ламп с компенсированными ПРА,— по рабочему току наиболее нагруженной фазы;

2) для участков сети, по которым протекает ток от ламп с некомпенсированными ПРА,— не менее 50 % сечения фазного провода.

В двух- и трехфазных линиях с неравномерной загрузкой фаз, а также при объединении нулей нескольких линий сечение нулевого проводника определяется расчетом

В том случае, если сечение нулевого проводника окажется больше, чем сечение некоторых фазных проводников, допускается в качестве нулевого провода использовать одну из жил кабеля.

В трехфазиых сетях с глухозаземленной нейтралью в качестве нулевого проводника разрешается использовать алюминиевые оболочки кабелей за исключением случаев, когда в нулевом проводе ток превышает 75 % тока фазы (что имеет место при компенсированных установках с разрядными лампами).

12.8. РАСЧЕТ СЕТЕЙ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Сети дистанциоиного управления освещением предназначаются для питания катушек контакторов, пускателей или реле, т. е. нагрузок, обладающих относительно большим индуктивиым сопротивлением.

При расчете исходят из необходимости создания на катушках в момент пуска напряжения не менее 85 % номинального. Необходимо учитывать, что пусковой ток катушек, питающихся переменным током, в 10—15 раз превосходит их рабочий ток, а коэффициент мощности катушек значительно понижается При питании постоянным током пусковой ток катушек меньше рабочего. Сопротивление проводов сетей управления заметно влияет на пусковые токи, ограничивая их, и увеличивает коэффициент мощности в линии, что также должно учитываться расчетом. Существенной особенностью расчета сетей управления является необходимость учета сопротивления катушек, поскольку оно в ряде случаев оказывается сопоставимым с сопротивлением проводов сети.

Сети управления переменного тока без индуктивности

К сетям управления освещением, где индуктивностью можно пренебречь, относятся кабельные линии, линии, выполненные проводами в трубах, а также открыто проложенные проводники внутри помещений. На рис. 12.13 приведена схема замещения линии управления для этого случая

Необходимое сечение провода линии управления определяется по формуле [57]

$$s=\frac{2lI_{\text{п}}\rho}{U_{\text{н}}}\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\alpha^2}-\sin^2\varphi_{\text{п}}}-\cos\varphi_{\text{п}}}, \qquad (12.42)$$

где ρ — удельное сопротивление метал-

Таблица 12 67

Значения коэффициента β

cos $\varphi_{\text{п}}$	Медные жилы			Алюминиевые жилы		
	127 В	220 В	360 В	127 В	220 В	380 В
1	1,57	0,91	0,52	2,6	1,51	0,86
0,95	1,47	0,86	0,49	2,44	1,43	0,81
0,9	1,43	0,83	0,475	2,37	1,38	0,79
0,85	1,36	0,79	0,45	2,26	1,31	0,75
0,8	1,3	0,75	0,43	2,16	1,24	0,71
0,75	1,24	0,72	0,41	2,06	1,19	0,68
0,7	1,17	0,68	0,39	1,94	1,13	0,65
0,65	1,1	0,64	0,37	1,83	1,06	0,61
0,6	1,04	0,6	0,345	1,73	1,0	0,57
0,55	0,99	0,57	0,33	1,64	0,95	0,55
0,5	0,93	0,54	0,31	1,55	0,9	0,52
0,45	0,89	0,51	0,3	1,48	0,85	0,5
0,4	0,83	0,48	0,275	1,38	0,8	0,46
0,38	0,78	0,45	0,26	1,29	0,75	0,43
0,3	0,72	0,415	0,24	1,19	0,69	0,4
0,25	0,665	0,385	0,22	1,1	0,64	0,365
0,2	0,62	0,355	0,205	1,03	0,59	0,34

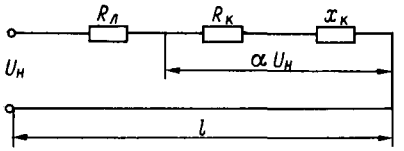


Рис 12 13 Схема замещения линии без индуктивности

$R_л$ — активное сопротивление линии, $R_к$ $x_к$ — активное и индуктивное сопротивление катушки, α — доля номинального напряжения, необходимая для надежного срабатывания аппаратов управления

ла проводника, Ом·мм^2/м; l — длина линии, м; $I_п$ — пусковой ток, А; $U_н$ — напряжение питания сети

Формула (12.42) может быть представлена в виде

$$s = \beta I_п l, \qquad (12.43)$$

где l — длина линии управления, км;

$$\beta = \frac{2000\rho}{U_н \sqrt{1/\alpha^2 - \sin^2 \varphi_п} - \cos \varphi_п}.$$

Численные значения коэффициента β приведены в табл. 12.67.

Сети управления переменного тока с индуктивностью

К сетям данного типа в основном относятся электропроводки с проводами на изоляторах, воздушные линии. Схема замещения линии управления освещением с индуктивностью приведена на рис. 12.14.

Потери напряжения в линии могут быть выражены формулой

$$\Delta U_\% = 100 \left(1 - \frac{U_н}{I_п \gamma}\right); \qquad (12.44)$$

Таблица 12 68

Выражение для коэффициента γ

Марка, количество и сечение, мм^2, проводов воздушной линии	Выражение для коэффициента γ
МГ 2×6	$\sqrt{38{,}2l^2 + \frac{12U_н l}{I_п}(\cos \varphi_п + 0{,}132 \sin \varphi_п) + \frac{U_н^2}{I_п^2}}$
МГ 1×10+1×6	$\sqrt{23{,}7l^2 + \frac{9{,}7U_н l}{I_п}(\cos \varphi_п + 0{,}162 \sin \varphi_п) + \frac{U^2}{I_п^2}}$
МГ 2×10	$\sqrt{13{,}7l^2 + \frac{7{,}3U_н l}{I_п}(\cos \varphi_п + 0{,}211 \sin \varphi_п) + \frac{U^2}{I_п^2}}$
МГ 1×16+1×6	$\sqrt{18l^2 + \frac{8{,}3U_н l}{I_п}(\cos \varphi_п + 0{,}178 \sin \varphi_п) + \frac{U_н^2}{I_п^2}}$
МГ 2×16	$\sqrt{5{,}8l^2 + \frac{4{,}6U_н l}{I_п}(\cos \varphi_п + 0{,}312 \sin \varphi_п) + \frac{U_н^2}{I_п^2}}$
А 2×16	$\sqrt{15{,}1l^2 + \frac{7{,}7U_н l}{I_п}(\cos \varphi_п + 0{,}187 \sin \varphi_п) + \frac{U_н^2}{I_п^2}}$
А 1×25+1×16	$\sqrt{10{,}4l^2 + \frac{6{,}3U_н l}{I_п}(\cos \varphi_п + 0{,}223 \sin \varphi_п) + \frac{U_н^2}{I_п^2}}$
А 2×25	$\sqrt{6{,}6l^2 + \frac{5U_н l}{I_п}(\cos \varphi_п + 0{,}162 \sin \varphi_п) + \frac{U_н^2}{I_п^2}}$

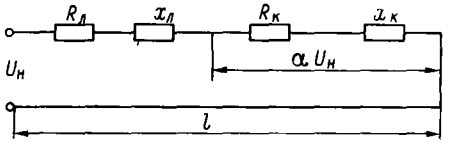


Рис 12 14 Схема замещения линии управления освещением с индуктивностью

здесь

$$\gamma = \sqrt{[(r_ф + r_0)\, l]^2 (1 + k^2) + \frac{2U_н l}{I_п}(r_ф + r_0)} \times \sqrt{\cos \varphi_п + \sin \varphi_п + U_н^2 / I_п^2}, \quad (12.45)$$

где r_0 и $r_ф$ — активные сопротивления фазного и нулевого проводов линии, Ом/км, l — длина линии, км; $k = x_л / R_л$.

Формулы для некоторых типов проводов приведены в табл. 12.68

Сети управления постоянного тока

На рис. 12.15 приведены схемы замещения линий управления постоянного тока.

Схема на рис. 12.15, *а* применяется тогда, когда линии управления протяженные, а реле (приборы) управления находятся на различных расстояниях от пункта управления. В таких случаях используется напряжение источника $U_и$, превышающее номинальное напряжение питания катушки реле. При выбранных проводах сети управления расчет сети сводится к расчету добавочного сопротивления $R_д$. Из схемы рис. 12.15, *а* следует:

$$U_и = \alpha I_р (R_л + R_д + R_к). \quad (12.46)$$

При сопротивлении линии $R_л = 2r_0 l$ добавочное сопротивление

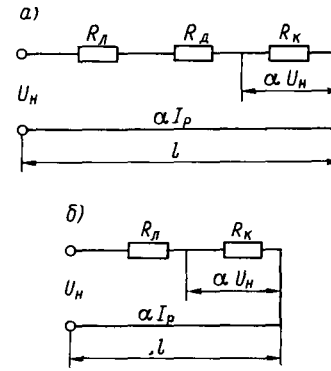


Рис 12 15 Схемы замещения линии управления постоянного тока

$$R_д = \frac{U_и - \alpha I_р (2r_0 l + R_к)}{\alpha I_р}. \quad (12.47)$$

Для наиболее распространенных проводов, применяемых для сетей управления диаметром 0,5 мм, $r_0 = 95$ Ом/км (жилы телефонных кабелей) и $\alpha = 0{,}85$

$$R_д = \frac{U_н}{0{,}85 I_р} - 190l - R_к. \quad (12.48)$$

Схема на рис. 12.15, *б* рассчитывается по потере напряжения в линии

$$\Delta U_\% = \frac{\alpha I_р R_л}{U_н} 100. \quad (12.49)$$

При наиболее употребительном напряжении $U_н = 48$ В для кабеля с диаметром жилы 0,5 мм ($r_0 = 95$ Ом/км) и при $\alpha = 0{,}85$

$$\Delta U_\% = 337\, I_р l, \quad (12.50)$$

где l — длина линии, км.

По формуле (12.50) может быть определена наибольшая длина сети управления, при которой не потребуется источник питания, напряжение которого больше номинального напряжения катушки реле,

$$l_{max} = \frac{\Delta U_\%}{337\, I_р}. \quad (12.51)$$

Глава тринадцатая

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ

13.1. КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА

Комплектное устройство (КУ) — электротехническое изделие заводского изготовления, представляющее собой совокупность электрических аппаратов, приборов и другого электрооборудования, смонтированную на единой конструктивной основе. КУ предназначено для выполнения хотя бы одной из следующих функций: управления, распределения, трансформации, защиты, измерения и сигнализации.

Общие технические условия, которым должны отвечать низковольтные комплектные устройства (НКУ), регламентирует ГОСТ 22789—85. В соответствии со стандартом по виду конструкции НКУ различают: блоки, панели, ящики, т. е. защищенные НКУ, устанавливаемые преимущественно на вертикальной плоскости; пульты, т. е. защищенные НКУ с наклонной, горизонтальной или вертикальной плоскостью для размещения аппаратуры ручного управления, измерения и сигнализации; шкафы, т. е. защищенные НКУ, устанавливаемые на полу; щиты открытые, т. е. открытые или защищенные со стороны обслуживания НКУ, в которых электрооборудование смонтировано на каркасе, а само НКУ устанавливается на полу; щиты защищенные, т. е. защищенные НКУ, состоящие из нескольких шкафов. По способу обслуживания НКУ бывают одностороннего и двухстороннего обслуживания.

Распределительные шкафы типа ПР11 предназначены для распределения электрической энергии, защиты электрических установок напряжением до 660 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц при перегрузках и коротких замыкаииях, а также для нечастых включеиий и отключений электрических цепей. Номинальный ток шкафов 100, 250, 400 и 630 А. Шкафы комплектуются: вводными автоматическими выключателями типа А3700 или АЕ2060, а на отходящих линиях — типа АЕ20. Шкафы изготовляют напольного, навесного или уплотненного исполнения со степенью защиты IP21 и IP54. Климатическое исполнение У1, У3, Т1, Т3, УХЛ3, группа условий эксплуатации М1. Технические данные 533 типоисполнений шкафов приведены в каталоге Информэлектро 06.10.07-87.

Распределительные шкафы типа ШР11 предназначены для распределения электрической энергии и для защиты силовых и осветительных сетей переменного тока напряжением до 500 В частоты 50 Гц. Номинальный ток шкафов 250 и 400 А. Шкафы комплектуются вводными рубильниками типа Р18, а на отходящих линиях — предохранителями типа НПН2 или ПН2. Шкафы изготовляют напольного исполнения со степенью защиты IP22 и IP54. Климатическое исполнение У, УХЛ, Т, категория размещения 2, 3, 4, группа условий эксплуатации М3. Технические данные 138 типоисполнений шкафов приведены в каталоге Информэлектро 06.01.05-83.

Распределительные шкафы типа ПР8501 предназиачены для распределения электрической энергии и защиты электрических установок иапряжением до 660 В частоты 50 и 60 Гц при перегрузках и коротких замыканиях, а также для нечастых (до 6 в час) оперативных включений и отключеиий электрических цепей. Номииальный ток шкафов 160, 250, 400 и 630 А. Шкафы комплектуют автоматическими выключателями типа ВА51 и классифицируют по схемам (одиополюсиые, трехполюсные), по исполнению (навесные, иапольиые, уплотненные), по расположеиию выключателей ввода или зажимов ввода (в верхией или иижней части шкафа), по степени защиты оболочки (IP21 или IP54), по роду изоляции кабеля (в резииовой, пластмассовой или бумажной изоляции). Технические даиные 148 типоисполиений шкафов приведены в каталоге Информэлектро ЛК 06.01.06-84.

Распределительные пункты типа ПР41 предназначены для распределения электроэнергии, защиты при перегрузках и токах короткого замыкания групповых линий в сетях с заземленной нейтралью напряжением 380/220 В переменного тока частоты 50 Гц и для компенсации реактивной мощности в осветительных сетях с лампами типа ДРЛ. Пункты изготовляют напольного исполнения с габаритными размерами 1248×400×1865 мм и степенью защиты IP43. Климатическое исполнение У4, ХЛ4. Остальные технические данные пунктов приведены в табл. 13.1.

Ящики типа ЯРП11 предназначены для защиты сетей переменного тока напряжением до 380 В частоты 50 Гц и приемников от длительных перегрузок и токов короткого замыкания, а также для нечастых (до 6 в час) коммутаций цепей смешанных активных и индуктивных нагрузок. Номинальный ток ящиков 100 и 250 А. Степень защиты IP32 и IP54, климатическое исполнение УХЛ, Т, категория размещения 1, 3, 5, группа условий эксплуатации М3. Ящики комплектуются вводными рубильниками типа Р16, а на отходящих двух- или трехполюсных линиях — предохранителями типа ПН2. Технические данные 20 типоразмеров ящиков приведены в каталоге Информэлектро 06.01.01-87.

Щитки осветительные групповые одностороннего обслуживания унифицированные типа ЯОУ предназначены для распределения электроэнергии, защиты от перегрузок и токов короткого замыкания осветительных сетей переменного тока напряжением 380/220 В частоты 50 и 60 Гц с заземленной нейтралью и для нечастых включений и отключений электрических цепей. Щитки комплектуются вводными пакетными выключателями на номинальный ток 63 и 100 А или вводными шинами, а на отходящих линиях — автоматическими выключателями на номинальный ток 25 и 63 А. Масса

Таблица 13.1

Технические данные распределительных пунктов ПР41

Тип пункта	Число встраиваемых выключателей			Число конденсаторов КС1-С38-18У3	Масса, кг
	вводных А3728Ф	групповых			
		АЕ2044 10Н	АЕ2046 10Н		
ПР41-4301-43У4	1	—	4	4	290
ПР41-4302-43У4	—	—	4	4	270
ПР41-4303-43У4	1	3	5	—	190
ПР41-4304-43У4	1	3	7	—	200
ПР41-4305-43У4	1	3	9	—	200

Таблица 13.2

Технические данные осветительных групповых щитков ЯОУ8500

Тип щитка	Тип вводного аппарата	Автоматические выключатели в групповых линиях		Степень защиты	Габаритные размеры, мм	Способ установки
		Тип	Число			
ЯОУ8501	ПВ3-60	АЕ1031-1	6	IP54	600×300×186	На стене
ЯОУ8502	ПВ3-100	АЕ1031-1	12			
ЯОУ8503	ПВ3 100	АЕ2044-10	6			
ЯОУ8504	ПВ3-100	АЕ2046-10	2			
ЯОУ8505	ПВ3-60	АЕ1031-1	6	IP20	600×250×180	В нише размерами 650×300×150
ЯОУ8506	ПВ3-100		12			
ЯОУ8507	—		6		500×250×180	В нише размерами 550×300×150
ЯОУ8508	—		12			

щитка — не более 15 кг, климатическое исполнение У, Т, УХЛ, категория размещения 3 и 4. Остальные технические данные щитков приведены в табл. 13.2.

Щитки групповые осветительные типа ЯРН (навесные) и ЯРУ (уплотненные) предназначены для распределения электроэнергии, защиты от перегрузок и токов короткого замыкания осветительных и силовых сетей трехфазного переменного тока с заземленной нейтралью напряжением до 380 В частоты 50 и 60 Гц и для нечастых оперативных включений и отключений электрических цепей. Номинальный ток щитков 50, 63, 100 и 160 А. Щитки изготовляют навесного и уплотненного исполнения степени защиты IP21 и IP54, климатическое исполнение У, ХЛ, Т, УХЛ и О, категория размещения 3 и 4. В качестве вводных аппаратов применяются переключатели типа ПВП11 и ПВ3 или автоматические выключатели типа ВА51, а на отходящих линиях — автоматические выключатели типа ВА14 и ВА16. Технические данные 146 типоисполнений щитков приведены в каталоге Информэлектро ЛК 06.10.11-86.

Щитки осветительные типов ОП, ОЩ, ОЩВ (настенные) и УОЩВ (устанавливаемые в нише) предназначены для распределения электроэнергии, а также для защиты от перегрузок и токов короткого замыкаиия в осветительных групповых линиях в сетях с заземленной нейтралью напряжением до 380 В часто-

Таблица 13 3

Технические данные осветительных щитков серий ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ

Тип щитка	Число однофазных групп	Устройство или аппарат на вводе	Аппараты на отходящих линиях	Габаритные размеры, мм			Установочные размеры, мм	Масса, кг
				Длина	Ширина	Высота		
ОП-3УХЛ4	3	Зажимы	АЕ1000	374	140	252	254×190	6
ОП-6УХЛ4	6		АЕ1000	374	140	252	254×190	6
ОП-9УХЛ4	9		АЕ1000	500	140	252	380×190	9
ОП-12УХЛ4	12		АЕ1000	500	140	252	380×190	9
ОЩ-6УХЛ4	6		А63	400	154	416	300×300	13
ОЩ-12УХЛ4	12		А63	400	154	616	300×500	19,5
ОЩВ-6АУХЛ4	6	АЕ2046-10	А3161	400	154	516	300×400	16,5
ОЩВ-12АУХЛ4	12	АЕ2056-10	А3161	400	154	716	300×600	23,0
УОЩВ-6АУХЛ4	6	АЕ2046-10	А3161	500	154	600	300×400	17,5
УОЩВ-12АУХЛ4	12	АЕ2056-10	А3161	500	154	800	300×600	24,5

Таблица 13 4

Техиические данные ящиков с понижающими трансформаторами типа ЯТП-0,25У3

Тнп ящика	Напряжение трансформатора, В	Тип защитного аппарата	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Степень защиты по ГОСТ 14254—80	Тип трансформатора
ЯТП-0,25-11У3	220/12	Е27	205×282×130	9	IP30	ОСО-0,25
ЯТП-0,25-12У3	220/24					
ЯТП-0,25-13У3	220/36					
ЯТП-0,25-21У3	220/12	АЕ1000				
ЯТП-0,25-22У3	220/24					
ЯТП-0,25-23У3	220/36					

Примечание Ящики оснащены двухполюсной штепсельной розеткой на ток 6 А

ты 50 Гц. Технические данные щитков приведены в табл. 13.3. Степень защиты щитков IP20.

Ящики типа ЯТП-0,25 предназначены для питания сетей местного освещения, их техиические данные приведены в табл. 13.4. На базе данных ящиков предприятия Главэлектромонтажа [67] выпускают щиток А584УХЛ4, предназначенный для установки в общественных зданиях с улучшенной отделкой (санатории, дома отдыха, больницы, поликлиники и т. д.). Щиток устанавливают в нише размером 330×330×165 мм.

В ОУ широко используют понижающие траисформаторы, параметры которых должны соответствовать ГОСТ 19294—84.

Трансформаторы трехфазные понижающие типа ТСЗИ предназначены для питания сетей освещеиия, их технические даниые приведеиы в табл. 13.5. Класс защиты от поражения электрическим током I.

Трансформаторы однофазные понижающие типа ОСОВ-0,25 предназначены для питания переносиых ОП (рис. 13 1). Номинальное напряжение первичной обмотки 127, 220 и 380 В, а напряжение вторичной обмотки 12, 24, 36 и 42 В. Исполнение трансформаторов — водозащищенное в виде корпуса со степенью защиты IP65, в котором размещен

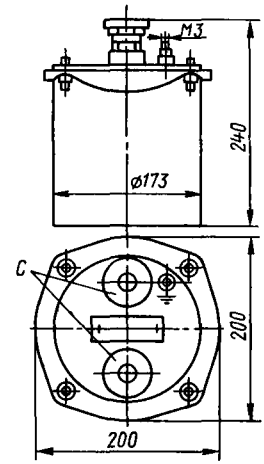


Рис 13 1 Однофазный траисформатор типа ОСОВ-0,25

С — сальник для ввода питающего кабеля и выво да кабеля вторичной цепи

Таблица 13 5

Технические данные трехфазных понижающих трансформаторов типа ТСЗИ

Тип транс форматора	Мощ иость, кВ·А	Номинальное напряжеиие		Схема и группа соединения обмоток	Габаритные размеры, мм			Мас са, кг	Степень защиты по ГОСТ 14254—80
		обмоток высокого напряже ния (ВН), В	обмоток низкого напряже ния (НН), В		Дли- на	Ши- ри на	Вы- со- та		
ТСЗИ-0,63УХЛ2 ТСЗИ-0,63У2 ТСЗИ-0,63Т2	0,63	660/380, 380/220	380/220, 220/127, 42, 36, 12	Y/Y-0, Δ/Δ-0	360	186	245	16,0	IP20
ТСЗИ-1,0УХЛ2 ТСЗИ-1,0У2 ТСЗИ-1,0Т2	1,0			Δ/Y (ВН), Y/Δ (НН)			280	18,5	
ТСЗИ-1,6УХЛ2 ТСЗИ-1,6У2 ТСЗИ-1,6Т2	1,6			Δ/Δ-0 (ВН), Y/Δ (НН)		198	320	25,0	
ТСЗИ-2,5УХЛ2 ТСЗИ-2,5У2 ТСЗИ-2,5Т2	2,5				385	196	430	33,5	
ТСЗИ-4,0УХЛ2 ТСЗИ-4,0У2 ТСЗИ-4,0Т2	4,0		380/220, 220/127, 42, 36	Y/Y-0, Δ/Δ-0 Y/Δ (НН), Δ/Y (ВН), Δ/Δ-0 (ВН), Y/Δ (НН)		208	505	47,5	

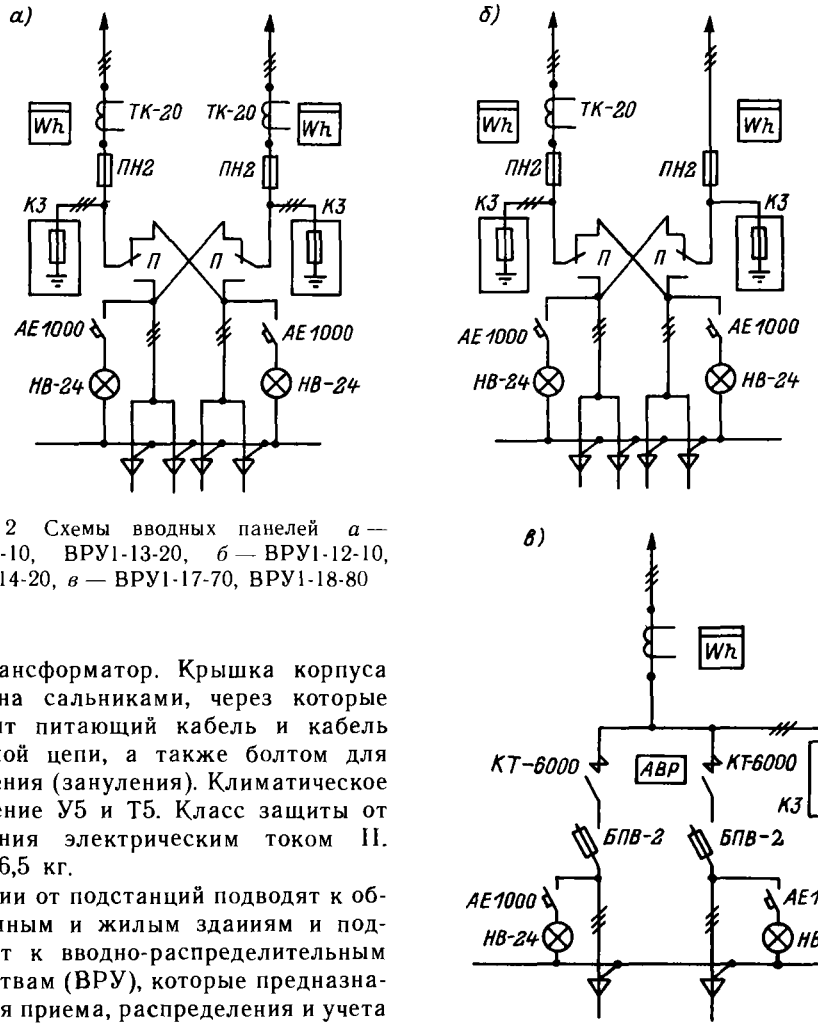


Рис 13 2 Схемы вводных панелей *а* — ВРУ1-11-10, ВРУ1-13-20, *б* — ВРУ1-12-10, ВРУ1-14-20, *в* — ВРУ1-17-70, ВРУ1-18-80

сам трансформатор. Крышка корпуса оснащена сальниками, через которые проходят питающий кабель и кабель вторичной цепи, а также болтом для заземления (зануления). Климатическое исполнение У5 и Т5. Класс защиты от поражения электрическим током II. Масса 6,5 кг.

Линии от подстанций подводят к общественным и жилым зданиям и подключают к вводно-распределительным устройствам (ВРУ), которые предназначены для приема, распределения и учета

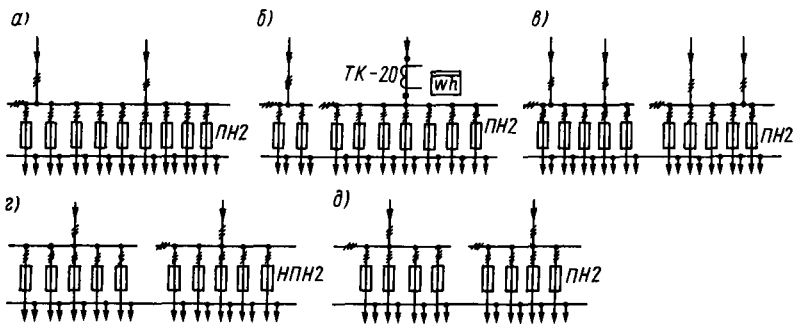


Рис 13 3 Схемы распределительных панелей. *а* — ВРУ1-41-00, ВРУ1-42-01, ВРУ1-42-02, ВРУ1-44-60, ВРУ1-45-01, ВРУ1-45-02, *б* — ВРУ1-43-00, ВРУ1-46-00, *в* — ВРУ1-47-00, ВРУ1-48-03, ВРУ1-48-04, *г* — ВРУ1-49-00, ВРУ1-49-03, ВРУ1-49-04, *д* — ВРУ1-50-00, ВРУ1-50-01, ВРУ1-50-02

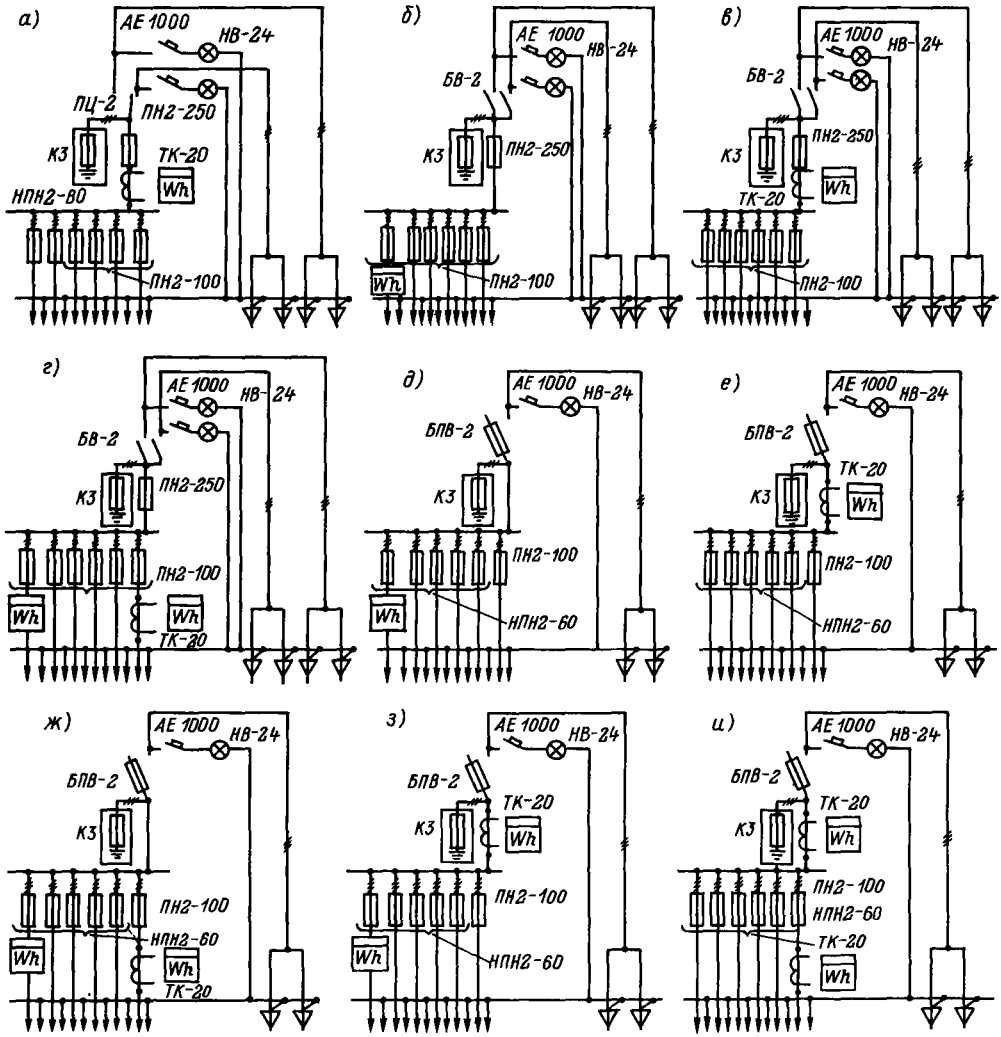


Рис 13 4 Схемы вводно-распределительных панелей *а* — ВРУ1-21-10, *б* — ВРУ1-22-55, ВРУ1-22-56, *в* — ВРУ1-23-55, ВРУ1-23-56, ВРУ1-26-65, *г* — ВРУ1-24-55, ВРУ1-24-56, ВРУ1-25-66, *д* — ВРУ1-25-65, ВРУ1-26-66, *е* — ВРУ1-26-66, *ж* — ВРУ1-27-65, ВРУ1-27-66, *з* — ВРУ1-28-65, ВРУ1-28-66, *и* — ВРУ1-29-65, ВРУ1-29-66

электрической энергии напряжением 380/220 В частоты 50 Гц в сетях трехфазного тока с заземлеиной нейтралью, а также для защиты линий при перегрузках и коротких замыканиях. Параметры ВРУ должны соответствовать требованиям ГОСТ 19734—80. ВРУ изготовляют однопанельными и многопанельиыми. По своему назначению панели ВРУ подразделяют на вводные, распределительные и вводно-распределительные. Вводные панели различают по номинальному току вводных аппаратов, схемам присоединения и учету. Распределительные и вводно-распределительные панели изготовляют с различным числом отходящих линий и схем учета. Предусматривается возможность установки аппаратуры управления освещением зданий При автоматическом управлении включение освещения лестничиых клеток и других помещений про-

Таблица 13.6

Основные данные панелей ВРУ

Тип	Число и номинальный ток вводных аппаратов, А	Тип аппаратов, число и номинальный ток отходящих линий, А		Наличие блока управления освещением		Число аппаратов учета			Ток трансформатора тока, А
		однофазных в блоке управления освещения	трехфазных	автоматического	неавтоматического	общего	для домоуправления	абонентов	
Вводные распределительные устройства									
ВРУ1-11-10УХЛ4	2×250	—	—	—	—	2	—	—	50—200
ВРУ1-12-10УХЛ4	2×250	—	—	—	—	1	1	—	50—200
ВРУ1-13-10УХЛ4	2×400	—	—	—	—	2	—	—	200—400
ВРУ1-14-20УХЛ4	2×400	—	—	—	—	1	1	—	200—400
ВРУ1-17-70УХЛ4	100	—	—	—	—	1	—	—	50—100
ВРУ1-18-80УХЛ4	250	—	—	—	—	1	—	—	100—200
Распределительные устройства									
ВРУ1-41-00УХЛ4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ВРУ1-42-01УХЛ4	—	АЕ1000 30×16	ПН2 2×100+7×100	+	—	—	—	—	—
ВРУ1-42-02УХЛ4	—			—	+	—	—	—	—
ВРУ1-43-00УХЛ4	—	—	—	—	—	—	—	1	100—300
ВРУ1-44-00УХЛ4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ВРУ1-45-01УХЛ4	—	АЕ1000 30×16	ПН2 2×250+7×100	+	—	—	—	—	—
ВРУ1-45-02УХЛ4	—			—	+	—	—	—	—
ВРУ1-46-00УХЛ4	—	—		—	—	—	—	1	100—300
ВРУ1-47-00УХЛ4	—	—	ПН2 5×100+5×100	—	—	—	—	—	—
ВРУ1-48-03УХЛ4	—	АЕ1000 14×16		+	—	—	—	—	—
ВРУ1-48-04УХЛ4	—			—	+	—	—	—	—
ВРУ1-49-03УХЛ4	—		НПН2 5×60+5×60	+	—	—	—	—	—
ВРУ1-49-04УХЛ4	—			—	+	—	—	—	—
ВРУ1-49-00УХЛ4	—	—	ПН2 4×250+4×250	—	—	—	—	—	—

Окончание табл. 13.6

Тип	Число и номинальный ток вводных аппаратов, А	Тип аппаратов, число и номинальный ток отходящих линий, А		Наличие блока управления освещением		Число аппаратов учета			Ток трансформатора тока, А
		однофазных в блоке управления освещения	трехфазных	автоматического	неавтоматического	общего	для домоуправления	абонентов	
ВРУ1-50-00УХЛ4	—	—	ПН2 4×250+4×250	—	—	—	—	—	—
ВРУ1-50-01УХЛ4	—			+	—	—	—	—	—
ВРУ1-50-02УХЛ4	—	АЕ1000 30×16		—	+	—	—	—	—
Вводно-распределительные устройства									
ВРУ1-21-10УХЛ4	1×250	—	НПН2 2×60+ПН2 4×100	—	—	1	—	—	50—200
ВРУ1-22-55УХЛ4	2×250	Е27 8×16	ПН2 5×100	+	—	—	1	—	—
ВРУ1-23-55УХЛ4				+	—	1	—	—	50—200
ВРУ1-24-55УХЛ4				+	—	—	1	1	30—100
ВРУ1-25-65УХЛ4	1×250		НПН2 4×60+ПН2 1×100	+	—	—	1	—	—
ВРУ1-26-65УХЛ4				+	—	1	—	—	50—200
ВРУ1-27-65УХЛ4				+	—	—	1	1	30—100
ВРУ1-28-65УХЛ4				+	—	1	1	—	50—200
ВРУ1-29-65УХЛ4				+	—	1	—	1	30—200
ВРУ1-32-56УХЛ4	2×250		ПН2 5×100	—	+	—	1	—	30—200
ВРУ1-23-56УХЛ4	1×250		НПН2 4×60+ПН2 1×100	—	+	1	—	—	50—200
ВРУ1-24-56УХЛ4				—	+	—	1	—	30—100
ВРУ1-25-66УХЛ4				—	+	—	1	—	—
ВРУ1-26-66УХЛ4				—	+	1	—	—	50—200
ВРУ1-27-66УХЛ4				—	+	—	1	1	30—100
ВРУ1-28-66УХЛ4				—	+	1	—	—	50—200
ВРУ1-29-66УХЛ4	2×250	АЕ1000 14×16	ПН2 5×100	—	+	1	—	1	50—200

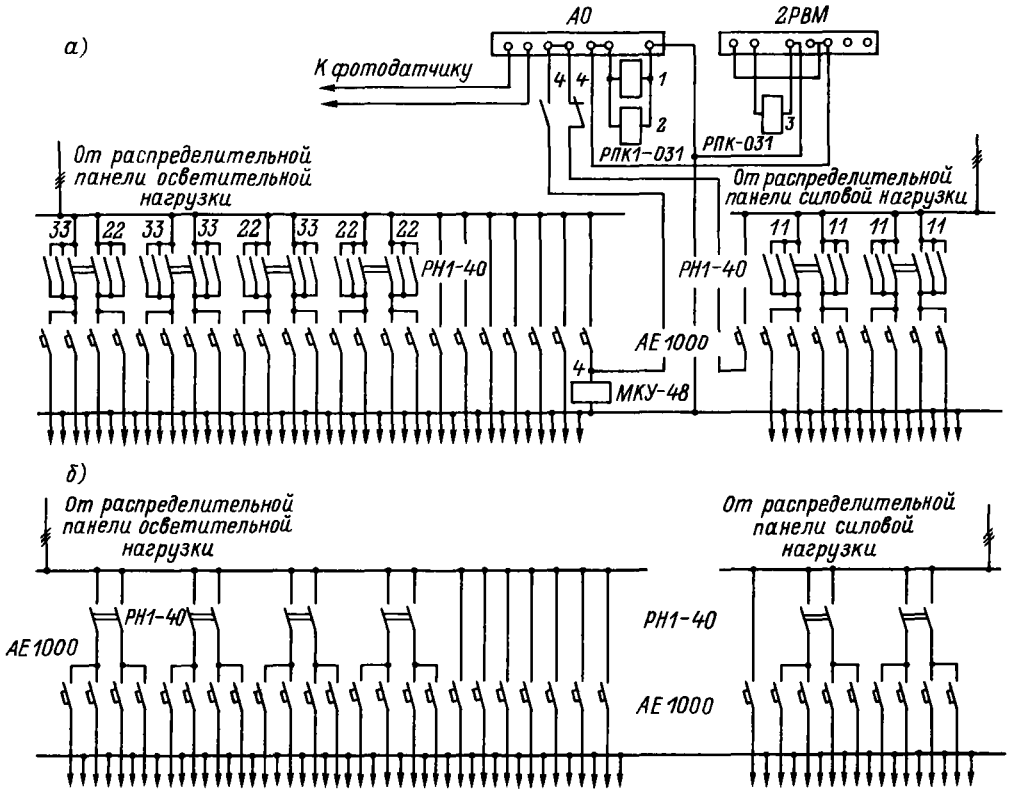
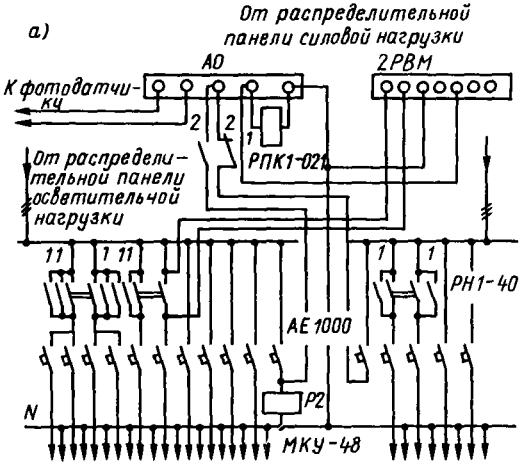


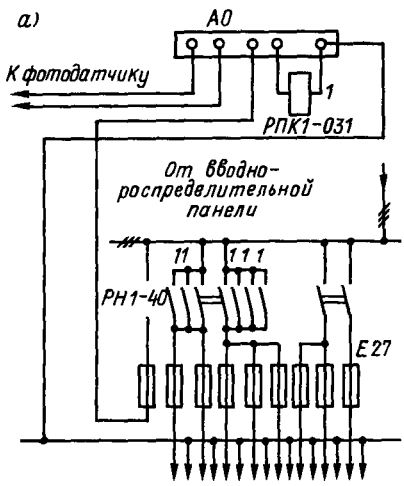
Рис 13 5 Схема блока автоматического *(а)* и неавтоматического *(б)* управления освещением на 30 групп *а* — ВРУ1-42-01, ВРУ1-45-01, ВРУ1-50-01, *б* — ВРУ1-42-02, ВРУ1-45-02, ВРУ1-50-02

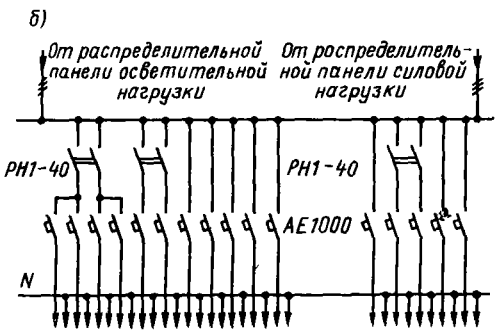
изводится с наступлением сумерек и может уменьшаться в ночное время. Технические данные выпускаемых панелей ВРУ1 приведены в табл. 13.6. Их климатическое исполнение и категория размещения УХЛ4. Панели размещают в модулях с габаритными размерами 800×
×450×1745 мм. Масса панелей в среднем составляет 135 кг. Степень защиты IP30. Схемы панелей ВРУ1 представлены на рис. 13.2—13.7.

Особениостью электрических сетей жилых здаиий является необходимость иидивидуального учета электроэнергии, потребляемой каждой квартирой. Нормами предусматривается в каждой квартире две групповые линии на ток до 16 А и одна для присоединения электроплиты и мощных бытовых приборов на 25 А. При установке электроплит мощностью 8 кВт эта линия выполняется на 40 А. Счетчики электроэнергии и групповые автоматические выключатели или плавкие предохранители могут устанавливаться непосредственно в квартире или на площадке лестничной клетки, в соответствии с этим щитки подразделяют на этажные, устаиавливаемые в нише, и квартирные, устанавливаемые на стене или в нише.

Осветительиые этажиые щитки типа ЩЭ предназиачеиы для питания и защиты сетей квартир, а также для учета электрической энергии в них при напряжении до 220 В; техиические даиные щитков приведеиы в табл. 13.7 и 13.8. Степень защиты IP30. Габаритные размеры щитков типа ЩЭ14 — 310×116×
×330 мм, а размеры иши под их 300×290×130 мм. Габаритиые размеры щитков типа ЩЭ23 и ЩЭ24 — 560×
×153×1000 мм, а размер иши под них —950×500×140 мм. Габаритные размеры щитков типа ЩЭ32, ЩЭ33 и







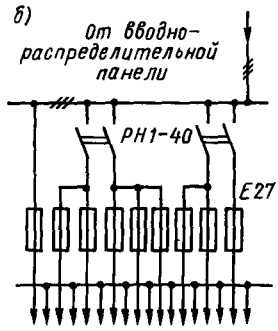


Рис 13 6 Схема блока автоматического *(а)* и неавтоматического *(б)* управления освещением на 14 групп *а* — ВРУ1-48-03, ВРУ1-49-03, *б* — ВРУ1-48-04, ВРУ1-49-04

Рис 13 7 Схема блока автоматического *(а)* и неавтоматического *(б)* управления освещением на 8 групп *а* — ВРУ1-22-55, ВРУ1-23-55, ВРУ1-27-65, *б* — ВРУ1-25-66

Таблица 13 7

Технические данные осветительных этажных щитков

Тип щитка	Число квартир	Тип и число аппаратов для квартиры						Автоматический выключатель АЕ2050 на 100 А для отключения стояка	Масса, кг
		АЕ1000 на 16 А	АЕ1000 на 25 А	АЕ2044 на 40 А	ПВМ2 25 на 25 А	РН 1-40 2 на 40 А	СО И449		
ШЭ1409УХЛ4	4	—	—	1	—	—	—	—	4,35
ШЭ1410УХЛ4	4	—	—	1	—	—	—	—	4,35
ШЭ2301УХЛ4	3	—	1	—	1	—	1	1	28
ШЭ2302УХЛ4	3	—	1	—	1	—	1	—	26
ШЭ2305УХЛ4	3	2	—	1	—	1	1	1	29
ШЭ2306УХЛ4	3	2	—	1	—	1	1	—	27
ШЭ2401УХЛ4	4	2	1	—	1	—	1	1	31
ШЭ2402УХЛ4	4	2	1	—	1	—	1	—	29
ШЭ2405УХЛ4	4	2	—	1	—	1	1	1	32
ШЭ2406УХЛ4	4	2	—	1	—	1	1	—	30

Таблица 13 8

Технические данные осветительных этажных щитков с аппаратами защиты групповых линий и отделением слаботочных устройств

Тип щитка	Число квартир	Тип и число аппаратов для квартиры						Автоматический выключатель АЕ2050 на 100 А для отключения стояка	Масса, кг
		АЕ1000 на 16 А	АЕ1000 на 25 А	АЕ2044 на 40 А	ПВМ2-25 на 25 А	РН-1 40 2 на 40 А	СО И449		
ЩЭ3201УХЛ4	2	2	1	—	1	—	1	1	39
ЩЭ3202УХЛ4	2	2	1	—	1	—	1	—	37
ЩЭ3205УХЛ4	2	2	—	1	—	1	1	1	39
ЩЭ3206УХЛ4	2	2	—	1	—	1	1	—	37
ЩЭ3301УХЛ4	3	2	1	—	1	—	1	1	40
ЩЭ3302УХЛ4	3	2	1	—	1	—	1	—	38
ЩЭ3305УХЛ4	3	2	—	1	—	1	1	1	41
ЩЭ3306УХЛ4	3	2	—	1	—	1	1	—	39
ЩЭ3401УХЛ4	4	2	1	—	1	—	1	—	43
ЩЭ3402УХЛ4	4	2	1	—	1	—	1	—	41
ЩЭ3405УХЛ4	4	2	—	1	—	1	1	1	44
ЩЭ3406УХЛ4	4	2	—	1	—	1	1	—	42

Таблица 13 9

Технические данные квартирных щитков

Тип щитка	Число аппаратов						Масса, кг
	автоматических выключателей АЕ1000		предохранителей Е27		пакетных выключателей ПВМ 2 25	счетчиков СО И449	
	16 А	25 А	16 А	25 А			
ЩК1101УХЛ4	2	1	—	—	1	1	1,84
ЩК2101УХЛ4	2	1	—	—	1	1	3,55
ЩК2201УХЛ4	—	—	2	1	1	1	3,20
ЩК1202УХЛ4	—	—	2	1	—	1	1,20
ЩК1206УХЛ4	—	—	1	2	—	1	1,20

ЩЭ34 составляют 930×153×1000 мм, а размер ниши для их установки — 950×900×140 мм.

Осветительные квартирные щитки типа ЩК предназначены для питания и защиты сетей квартир, а также для учета электрической энергии в них при напряжении до 220 В; технические данные щитков приведены в табл. 13.9. Степень защиты IP30. Габаритные размеры щитков типа ЩК11 — 204×132×464 мм, а щитков типа ЩК12 — 204×132×364 мм. Габаритные размеры щитков типа ЩК21 — 320×144×560 мм, а ниши для их установки — 500×280×130 мм.

13.2. ШИНОПРОВОДЫ, КАБЕЛИ, ПРОВОДА И ШНУРЫ

В числе заводских изделий, используемых в современных ОУ, важное значение приобрели шинопроводы, преимуществами которых перед другими линиями электрической связи являются: сокращение трудоемкости монтажных работ, варьирование местом ответвления, внешний вид, отвечающий требованиям промышленной эстетики, безопасность обслуживания.

По конструктивному исполнению различают шинопроводы со сплошным продольным пазом для ответвления в

любой точке линии и шинопроводы с фиксированными окнами для ответвлений в определенных местах линии шинопровода, при этом они могут быть однофазными, однофазными с нулевым защитным проводником или трехфазными с нулевым рабочим проводником. Общие технические условия на осветительные шинопроводы напряжением до 660 В переменного тока регламентирует ГОСТ 26346—84 Кроме специально предназначенных для этого шинопроводов в качестве осветительных могут быть использованы и распределительные шинопроводы [63].

Маркировку шинопроводов производят в соответствии с ОСТ 36-115-85 «Шинопроводы переменного тока на напряжение до 1000 В и постоянного тока на напряжение до 1200 В» по следующей схеме:

1 2—3—4 5—6 7,

где 1 — сочетание букв, характеризующее назначение шинопровода, например ШОС — шинопровод осветительный; 2 — обозначение классификационного признака по конструктивному исполнению; 3 — номинальный ток, А; 4 — степень защиты по ГОСТ 14254—80, указывают только цифры; 5 — обозначение специального исполнения, 6 — порядковый номер конструкции; 7 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150—69.

Распределительный шинопровод ШРА4-100-44-1У3 предназначен для монтажа внутри помещений распределительных электрических сетей в системах с заземленной нейтралью. Шинопровод обеспечивает возможность штепсельного присоединения трехфазных и однофазных приемников электрической энергии, в том числе и ОП. Технические данные шинопровода приведены в табл. 13.10. Соединение секций между собой — штепсельное. При присоединении трехфазных приемников электрической энергии используют три фазных и один заземляющий вывод, а однофазных — один из фазных, заземляющий и нулевой выводы.

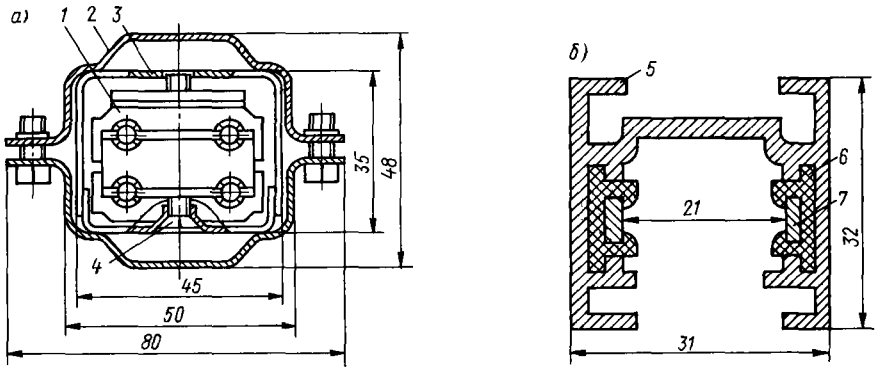
Осветительный шинопровод ШОС предназначен для выполнения в производственных помещениях осветительных сетей, при этом ШОС2-25-44-1У3 однофазный, а ШОС4-25-44-1У3 — трехфазный. Технические данные шинопроводов приведены в табл. 13.11. Соединение секций между собой — штепсельно-винтовое. Поперечное сечение шинопровода ШОС4 представлено на рис. 13.8, *а*. Прямые секции имеют штепсельные окна для присоединения ОП. В штепсельные окна попеременно выведены разные фазы и нулевой провод. ОП подключают с помощью специального осветительного штепселя.

Осветительный шинопровод ШОС80 предназначен для выполнения осветительных линий в помещениях общественных зданий, а также в административных и бытовых помещениях промышленных зданий. Технические данные ши-

Таблица 13.10

Технические данные распределительного шинопровода ШРА4-100-44-1У3

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальный ток, А	100
Номинальное напряжение, В	660/380
Частота, Гц	50—60
Электродинамическая стойкость при сквозных токах (амплитуда), кА	7
Номинальный ток ответвительных штепсельных устройств, А:	
однофазных	10
трехфазных	25
Поперечное сечение короба, мм	70×80
Допускаемая нагрузка, кН/м	0,2
Наибольшее расстояние между точками крепления, м	4
Степень защиты по ГОСТ 14254—80	IP44



Рнс 13 8 Поперечное сечение осветительных шинопроводов *а* — трехфазного типа ШОС4, *б* — однофазного типа ШОС80

1 — розетка, *2* — муфта соединительная, *3* — короб, *4* — винт, *5* — алюминиевый короб, *6* — изолирующий профиль, *7* — медная шина

Таблица 13 11

Технические данные осветительного шинопровода ШОС4-25-44-1У3 *

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальный ток, А	25
Номинальное напряжение, В	380/220
Частота, Гц	50—60
Электродинамическая стойкость при сквозных токах (амплитуда), кА	3
Номинальный ток штепселя, А	10
Поперечное сечение, мм	35×45
Допустимая нагрузка, кН/м	0,12
Наибольшее расстояние между точками крепления, м	3
Степень защиты по ГОСТ 14254—80	IP44

* Взамен ранее выпускавшегося шинопровода ЩОС67У3 на 25 А

нопровода приведены в табл. 13.12. Соединение секций между собой — штепсельное. Поперечное сечение шинопровода показано на рис. 13.8, *б*. Из силовых кабелей с пластмассовой изоляцией в ОУ наиболее широко используют кабели марок АВВГ, ВВГ, АВВГ-С, АВБВ и ВБВ, их технические данные приведены в табл. 13.13. Кабели марок АВВГ и ВВГ соответственно с алюминиевыми и медными жилами относят к кабелям общего назначения, которые имеют изоляцию жил и оболочку из ПВХ, при этом броня и наружный покров отсутствуют. Кабели марки АВВГ-С относят к специализированным кабелям, которые выпускают для сельского хозяйства (индекс С). Кабели указанных марок предназначены для работы в стационарных установках, и если они не подвергаются значительным растягивающим усилиям, то их прокладывают в кабельных сооружениях, в производственных помещениях, в том числе и пожароопасных, а также в земле (траншеях). Их эксплуатируют при температуре окружающей среды от —50 до +50 °С и относительной влажности до 98 % при температуре до +35 °С. Длительно допустимая температура нагрева жил кабелей всех марок не должна превышать 70 °С, а максимальная 80 °С. Радиус изгиба кабеля при прокладке

Таблица 13 12

Технические данные осветительного шинопровода ШОС80УЗ

Нанменование параметра	Значение параметра
Номинальный ток, А	16
Номинальное напряжение, В	До 240
Частота, Гц	50—60
Номинальный ток штепсельного разъема, А	6
Электродинамическая стойкость при сквозных токах (амплитуда), кА	3
Сопротивление фазы (при температуре 20 °С), Ом/км	
активное	5,4
индуктивное	0,05
Потеря напряжения на участке шинопровода длиной 100 м при номинальном токе, $\cos\varphi=0{,}8$ и равномерно распределенной нагрузке, В	4,35
Степень защиты по ГОСТ 14254—80	IP20
Допустимое расстояние между листами крепления шинопровода, м, при интенсивности нагрузки от массы устанавливаемых светильников	
до 4 даН/м	2
в пределах 4—8 даН/м	1,5
Наибольшая масса светильников, устанавливаемых на ответвительных штепселях, кг	1
Материал шин	Медь
Материал короба	АД31
Масса 1 м шинопровода, кг	0,8

Таблица 13 13

Технические даиные силовых кабелей с пластмассовой и резиновой изоляцией иа напряжение 660 В

Марка кабеля	Число жил	Сеченне осиовных жил, мм^2
ВВГ	1, 2, 3, 4	1,5—50
АВВГ	1, 2, 3, 4	2,5—50
АВВГ-С	3, 4	4—240
ВБВ	2, 3, 4	1,5—95
АВБВ	2, 3, 4	2,5—120
ВРГ, НРГ	1, 2, 3, 4	1—240
АВРГ, АНРГ	1	4—300
	2, 3, 4	2,5—300
СРГ	1	1—240
	2, 3, 4	1—185
АСРГ	1	4—300
	2, 3	4—240
	3, 4	2,5—240

должеи быть не менее его шести диаметров [61].

Строительная длиа кабелей сечением 4—16 мм^2 составляет 150 м, сечением 25—70 мм^2 — 300 м, а 95 мм^2 и выше — 200 м. Кроме того, допускается поставка маломерных отрезков длиной не меиее 50 м в количестве не более 20 % в партии кабелей сечением 4—16 мм^2 и не более 10 % в партиях кабелей других сечений

Кабели марок АВБВ и ВБВ относят к специализированным силовым кабелям, которые имеют изоляцию жил и оболочку из ПВХ, броню из стальных лент и наружный покров из ПВХ. Эти

Номенклатура и технические данные проводов, используемых в осветительных установках

Марка	Характеристика	Преимущественная область применения	Число жил	Поперечное сечение, мм², при напряжении, В	
				380	660
ПВ-1	С медной жилой, с ПВХ-изоляцией	Прокладка в пустотных каналах несгораемых строительных конструкций	1	0,5—95	0,5—95
ПВ-2	То же, гибкий	Присоединение ОП, установленных на подвижных кронштейнах или виброизолирующих опорах	1	2—95	2—95
АПВ	С алюмииевой жилой, с ПВХ-изоляцией	Прокладка в трубах и пустотных каналах несгораемых строительных конструкций	1	2—120	2—120
ППВ	Плоский с разделительным основанием, двух- и трехжильный (ПВХ)	Открытая прокладка по строительным конструкциям, монтаж осветительных цепей в машинах	2; 3	0,75—4	—
АППВ	То же, но с алюминиевыми жилами		2; 3	2—6	—
АМПВ	С алюмомедной жилой, с ПВХ-изоляцией	Прокладка в трубах и пустотных каналах несгораемых конструкций, осветительные цепи машин	1	1—10	1,5—10
АМППВ	То же, плоский с разделительным осиованием	Неподвижная открытая прокладка	2; 3	1,5—6	—
АВТ	С алюминиевыми жилами, с ПВХ-изоляцией, с несущим тросом	Наружная прокладка в сетях переменного тока 380 В в I и II районах гололедности	2; 3	2,5—4	—
АВТВ	То же	Прокладка виутри помещений	2; 3	2,5—4	—
АВТУ	То же, но с усиленным тросом	То же, что для АВТ, но в III и IV районах гололедности	2; 3	2,5—4	—
АВТВУ	То же	Прокладка внутри помещений, где требуется повышенная механическая прочность	2; 3 4	2,5—4 —	2,5—4 2,5—16

Окончание табл. 13.14

Марка	Характернстика	Преимущественная область применения	Число жил	Поперечное сеченне, мм², при напряжении, В	
				380	660
ПРД	С медной жилой, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, двухжильный	Прокладка в сухих помещениях	2	0,75—6	—
ПРТО	То же, но в оплетке, пропитанной противогннлостным составом, многожильный	Прокладка в несгораемых трубах	1, 2, 3, 7, 10, 14	—	0,75—120
АПРТО	То же, но с алюминневой жнлой многожильный	То же	1, 2, 3, 7, 10, 14	—	2,5—120
ПРИ	С медной жилой, с резнновой изоляцией	Прокладка в сухих н сырых помещениях	1	—	0,75—120
АПРИ	То же, но с алюминневой жилой	То же	1	—	2,5—120
ПРФ	Одно-, двух-, трехжильный, с медной жилой, в резиновой нзоляции н фальцованной оболочке из сплава АМЦ	Монтаж осветительных сетей напряжением до 660 В непосредственно по строительным основаниям или в лотках	1, 2, 3	—	1—4
АПРФ	То же, но с алюмнниевой жнлой	То же	1, 2, 3	—	2,5—4
ПРЛФ	То же, что ПРФ, но в латунной оболочке	То же	1, 2, 3	—	1—4
АРТ	С алюминиевымн жилами, с резиновой изоляцией, с несущим тросом, 1—4-жильный	Прокладка внутри помещений, где требуется повышенная механнческая прочность	2 3 4	2,5 или 4 4 или 6 4—35	2,5 или 4 4 или 6 4—35
ПРКА	С нзоляционно-защитной оболочкой из кремнийорганической резины повышенной твердости	Эксплуатация при окружающей температуре от —50 до +180° С при фиксированном монтаже внутри осветительной арматуры	1	0,5—2,5	0,5—2,5
ПВРД	С медными жилами, в резиновой изоляции и в ПВХ-оболочке, гнбкий двухжильный	Прокладка в сухнх и сырых помещениях	2	1—6	—

Таблица 13.15

Номенклатура и технические данные шнуров, используемых в осветительных установках

Марка	Характеристика	Преимущественная область применения	Число жил	Поперечное сечение, мм²
ШВПТ	С ПВХ-изоляцией, нагревостойкий, на переменное напряжение до 42 В	Для переносных световых приборов	2	0,35
ШПС	С ПВХ-изоляцией, со скрученными жилами, в ПВХ-оболочке, подвесной, грузонесущий, на переменное напряжение 220 В	Для светильников, подвешиваемых на электрическом шнуре	2 или 3	0,5 или 0,75
ШВВП	Шнур гибкий со скрученными жилами с ПВХ-изоляцией н в оболочке, плоский на переменное напряжение 220 В	Для настольных, настенных и напольных светильников	2 или 3	0,35—1,0
ШВП-2	Шнур гибкий с ПВХ-изоляцией, параллельными жилами без разделительного основания, на переменное напряжение 220 В	То же	2	0,35—0,75
ШВЛЗ	С ПВХ-изоляцией, в оболочке золотистого цвета, на переменное напряжение 380 В	Шнуры в оболочках особых расцветок для присоединения светильников с хрустальными элементами к электрической сети, а также для внутреннего монтажа хрустальных люстр	2	0,75
ШВЛС	То же, но в оболочке серебристого цвета			
ШВОЗ	С ПВХ-изоляцией, в оплетке из синтетических нитей золотистого цвета, на переменное напряжение 380 В			
ШВОС	То же, серебристого цвета		2 или 3	0,75
ШВП	Плоский с параллельно уложенными жилами, с ПВХ-изоляцией, на переменное напряжение 380 В		2 или 3	0,5
ШВПЛ	То же, с жилами из луженых проволок			

кабели предназначены для открытой неподвижной прокладки электрических сетей переменного напряжения до 0,66 кВ на трассах с большой разностью уровней, во взрывоопасных помещениях и установках, а также в помещениях с химически активными средами при температуре от —50 до +50 °С Кабели прокладывают иепосредствеино по металлическим конструкциям, лобкам, в коробах, по штукатурке, бетону, кирпичу и другим строительным основаниям с креплением скобами. Радиус изгиба при монтаже — не менее десяти диаметров. Длительно допустимая рабочая температура жил кабелей +70 °С. Предельная температура при токах короткого замыкания +150 °С в течение 5 с. Кабели поставляют длиной не менее 200 м. Допускается поставка отрезков длиной не менее 50 м в количестве не более 10 % поставляемой партии.

Из силовых кабелей с резиновой изоляцией в ОУ наиболее широко используются кабели марок АВРГ, ВРГ (оболочка из ПВХ, защитный покров отсутствует), АНРГ и НРГ (оболочка из резины, защитный покров отсутствует), АСРГ, СРГ (оболочка из свинца, защитный покров отсутствует), их технические данные приведены в табл. 13.13. Кабели в оболочке из ПВХ и резины типа РШН-2 предназначены для эксплуатации при окружающей температуре от —40 до +50 °С, а кабели в свинцовой оболочке — от —50 до +50 °С. Длительно допустимая температура на жилах не должна превышать +65 °С, а при однократном максимально допустимом нагреве жил кабеля при токах короткого замыкания длительностью до 1 с — не должна превышать +150 °С.

Номенклатура и технические данные проводов и шнуров, используемых в ОУ, приведены в табл. 13 14 и 13.15 [61].

13.3. ЭЛЕКТРОУСТАНОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Аппараты защиты

Защиту осветительных сетей при аномальных режимах работы осуществляют аппаратами защиты: автоматическими выключателями (автоматами) или плавкими предохранителями. Преимуществами автоматов перед плавкими предохранителями являются: восстановление работоспособности и возможность использования в качестве аппаратов управления (отключения) [62].

Плавкие предохранители — аппараты защиты однократного действия, предназначенные для отключения защищаемой цепи посредством разрушения специально предусмотренных для этого токоведущих частей под действием тока, превышающего определенный ток. Плавкие предохранители используются для защиты участков сети или всей ОУ от действия токов короткого замыкания или от длительных перегрузок Основными узлами плавких предохранителей являются: основание, т. е. несъемная часть предохранителя, снабженная контактами и выводами, держатель плавкой вставки, т. е съемная часть предохранителя, предназначенная для удержания плавкой вставки, и плавкая вставка, содержащая плавкий элемент, после расплавления которого вставка подлежит замене.

В соответствии с ГОСТ 17242—86 плавкие предохранители классифицируют:

по числу полюсов — на одно-, двух- и трехполюсные,

по наличию и конструкции основания — на предохранители с калиброванным основанием, т. е. такие, которые не допускают установку в его основание плавкой вставки на номинальный ток, больший предусмотреиного для данного предохранителя, и предохранители с некалиброванным основанием;

по способу монтажа — на собственном основании; на основании комплектных устройств, на проводниках комплектных устройств;

по способу присоединения внешних проводников к выводам предохранителя — с задним присоединением, с передним присоединением, с передним и задним (универсальным) присоединением,

по наличию свободных контактов — со свободными контактами и без свободных контактов;

по конструкции плавкой вставки — с разборной плавкой вставкой (со сменными плавкими элементами), с неразборной плавкой вставкой (с несменными плавкими элементами),

по виду плавкой вставки в зависимости от диапазона токов отключения.

«д» — с отключающей способностью в полном диапазоне токов отключения, т е. плавкая вставка способна отключать в заданных условиях все токи, вызывающие плавление плавких элементов, вплоть до наибольшего тока отключения,

«а» — с отключающей способностью в части диапазона токов отключения, т. е. плавкая вставка способна отключать в заданных условиях все токи в пределах между наименьшим током, указанным на ее время-токовой характеристике отключения, и наибольшим током отключения и предназначена для защиты электрических установок и электрических сетей при токах короткого замыкания в сочетании при необходимости с другими коммутационными аппаратами, предназначенными для отключения токов перегрузки;

по виду плавкой вставки в зависимости от быстродействия — на небыстродействующие (типа «а» и «д»), т. е. плавкие вставки имеют характеристики, которые обеспечивают защиту устройств с относительно большой постоянной времени нагрева (например, кабели, трансформаторы и т. п.), и быстродействующие (типы аR и дR), т. е. плавкие вставки имеют характеристики, которые обеспечивают защиту устройств с относительно малой постоянной времени нагрева (например, полупроводниковые приборы);

по наличию указателя срабатывания или бойка, т. е. механического устройства, которое при срабатывании предохранителя освобождает энергию, необходимую для срабатывания других аппаратов или указателей либо для воздействия на свободные контакты предохранителя.

Технические данные плавких предохранителей на 380 В, наиболее часто используемых в осветительных сетях, приведены в табл. 13.16.

Ряд плавких вставок предохранителей типа Е оснащают указателями срабатывания, которые окрашивают в разные цвета; это облегчает замену вышедшей из строя плавкой вставки. ПР2 — разборные без наполнителя, НПН2 — неразборные с наполнителем, ПН2 — разборные с наполнителем.

Автоматические выключатели совмещают защитную и коммутационную функции и являются аппаратами многократного действия. Защитные функции выполняются расцепительными устройствами, которые могут быть тепловыми, электромагнитными, полупроводниковыми и комбинированными, а коммутационные функции — с помощью рукояток или кнопок, которыми манипулируют вручную; коммутационное положение указывают знаком 0 (отключенное положение) или I (включенное). Общие технические условия на выключатели автоматические низковольтные регламентирует ГОСТ 9098—78.

Таблица 13 16

Технические данные плавких предохранителей на 380 В

Тип	Номинальный ток, А		Наибольший ток отключения, кА
	предохранителя	плавкой вставки	
Е27	25	6,3, 10, 16, 20, 25	0,6
Е33	63	10, 16, 20, 25, 31,5, 63	1,0
ПР2(1)	63	16, 20, 25, 31,5, 50, 63	1,8
ПР2(2)	63	16, 20, 25, 31,5, 50, 63	4,5
НПН2-63	63	6,3, 10, 16, 20, 25, 31,5, 40, 63	10
ПН2-100	100	31,5, 40, 50, 63, 80, 100	100

Примечание Цифра в скобках для плавких предохранителей типа ПР2 характеризует исполнение 1 — короткие предохранители, 2 — длинные предохранители

Для защиты осветительных сетей следует применять автоматы с расцепителями, имеющими обратно зависящую от тока характеристику, а именно тепловыми нерегулируемыми или комбинированными (тепловыми и электромагнитными), как нерегулируемыми, так и регулируемыми. Автоматы, имеющие только электромагнитный, мгновенно действующий расцепитель, для осветительных сетей применять не рекомендуется [11].

На практике наиболее широко применяют автоматические выключатели типов ПАР, АЕ1000, АЕ20, А3160, А3716, ВА51 и ВА52; их технические данные приведены в табл. 13.17.

Автоматические выключатели типа ПАР выпускают на номинальные токи 6,3 (ПАР-6,3) и 10 А (ПАР-10) и номинальное напряжение 220 В. Они оснащены тепловым и электромагнитным расцепителями, при этом электромагнитный расцепитель имеет отсечку при токе, равном 7—10-кратному номинальному току автомата. Автоматы оснащены резьбой Е27 и предназначены для замены плавких предохранителей типа Е27

Автоматический выключатель АЕ1000 предназначен для защиты осветительных сетей переменного тока напряжением до 380 В от перегрузок и коротких замыканий, а также для нечастых оперативных отключений и включений вручную. Электромагнитный расцепитель имеет 15-кратную по отношению к номинальному току расцепителя уставку по току срабатывания.

Автоматические выключатели типов АЕ20 и АЕ20М предназначены для защиты электрических сетей переменного тока напряжением до 660 В. Автоматы оснащают комбинированным расцепителем, ток отсечки которого равен 12-кратному номинальному току. Структура условного обозначения АЕ20ХХ расшифровывается в порядке написания: АЕ — выключатель автоматический, 20 — номер серии; Х — условное обозначение номинального тока: 2—16 А, 4—63 А, 5—100 А, 6—160 А; второе Х — число полюсов в комбинации с видом расцепителя: 3 — трехполюсные с электромагнитным расцепителем; 4 или 6 — соответственно одно- или трехполюсные с электромагнитным и тепловым расцепителями, буква М — модернизированный автомат.

Автоматические выключатели типа А3160 наиболее широко используют в осветительных сетях. Последняя цифра в условном обозначении (на месте нуля) указывает число полюсов.

Таблица 13 17

Технические данные автоматических выключателей

Тип	Номинальное значение		Число полюсов	Расцепитель	Номинальный ток расцепителя, А
	напряжения, В	тока, А			
АЕ1000	380	25	1	Комбинированный	6,3—25
АЕ2026	660	16	3		1,6—16
АЕ2044	660	63	1		10—63
АЕ2046	660	63	3		10—63
АЕ2046М	660	63	3		6,3—63
АЕ2056М	660	100	3		10—100
АЕ2066	660	160	3		16—160
А3161	380	50	1	Тепловой	16—50
А3162	380	50	2		16—50
А3163	380	50	3		16—50
А3716Ф	380	160	3	Комбинированный	16—160
А3716Б	660	160	3		16—160
ВА51-25	660	25	3		6,3—25
ВА51-31	660	100	3		16—100
ВА52-31	660	100	3		16—100
ВА51-33	660	160	3		80—160
ВА52-33	660	160	3		80—160

Условное обозначение автоматических выключателей А37ХХХ расшифровывается в порядке написания· А — автоматический выключатель; 37 — номер серии; Х — модификация и типоразмер выключателя; второе Х — исполнение по виду защиты и числу полюсов (1 или 2 — с электромагнитными расцепителями, 3 или 4 — с электромагнитными и полупроводниковыми расцепителями, 5 или 6 — с электромагнитными и тепловыми расцепителями, 7 или 8 — без максимальных расцепителей, при этом нечетные цифры — двухполюсные, а четные — трехполюсные); третье Х — дополнительная характеристика исполнения, при этом буква Б обозначает токоограничивающие модификации, С — селективные, а Ф — нетокоограничивающие.

Автоматические выключатели типа ВА должны заменить все существующие типы автоматов Их условное обозначение ВАХХ-ХХ расшифровывается в порядке написания: ВА — выключатель автоматический, ХХ — номер унифицированной серии, при этом 51 — нетокоограничивающие с электромагнитными и тепловыми расцепителями, 52 — токоограничивающие с электромагнитными и тепловыми или только с электромагнитными расцепителями, 53 — токоограничивающие неселективные с полупроводниковыми и электромагнитными расцепителями, 54 — токоограничивающие высокой коммутационной способности с полупроводниковыми и электромагнитными расцепителями, 55 и 75 — селективные с полупроводниковыми расцепителями, 56 — без максимальных расцепителей; ХХ после черточки — условное обозначение номинального тока, при этом сочетание цифр означает: 25 — 25 А; 29 — 63 А, 30 — 80 А, 31 — 100 А, 32 — 125 А, 33 — 160 А; 35 — 250 А, 37 — 400 А, 39 — 630 А, 41 — 1000 А, 43 — 1600 А, 45 — 2500 А, 47 — 4000 А.

Выключатели и переключатели

В соответствии с ГОСТ 17703—72 под выключателем подразумевают коммутационный электрический аппарат, имеющий два коммутационных положения или состояния и предназначенный для включения и отключения тока, а под переключателем — контактный коммутационный, предназначенный для переключения электрических цепей.

Пакетные выключатели и переключатели служат для коммутации двух- и трехпроводных цепей под нагрузкой Они состоят из одного или нескольких коммутационных пакетов с общей вертикальной осью, на которой укреплена рукоятка Неподвижные и подвижные скользящие контакты помещены в пакеты и снабжены фибровыми шайбами для гашения дуги. Пружины привода переключения настроены таким образом, что коммутация происходит с постоянной скоростью, независимо от скорости поворота рукоятки. Наибольшее распространение получили одно-, двух- и трехполюсные пакетные выключатели, а также трехполюсные переключатели на два направления; их технические данные приведены в табл 13 18.

Параметры установочных выключателей и переключателей, предназначенных для коммутации электрических осветительных сетей переменного тока частоты 50 Гц с номинальным током 4, 6,3; 10 и 16 А в жилых, общественных и производственных, в том числе и в

Таблица 13 18

Технические данные переключателей и выключателей серии ПП, ПВ

Тип	Номинальный ток коитактов, А, при иапряжеиии		Число переклю чений, тыс
	220 В	380 В	
ПП-16, ПВ-16	16	10	40
ПП-40, ПВ-40	40	25	50
ПП-605, ПВ-605	63	40	30
ПП-100Б, ПВ-100Б	100	63	20
ПП-250, ПВ-250	250	100	10
ПП-400, ПВ-400	400	250	10

сельскохозяйственных зданиях, регламентирует ГОСТ 7397—88. Выключатели и переключатели изготовляют в двух исполнениях: А — для открытой установки и С — для скрытой установки, при этом в зависимости от вида провода механизма переключения они могут быть клавишными, шнурковыми, перекидными, поворотными или кнопочными.

Схемы соединений и включений выключателей и переключателей в осветительную сеть приведены в табл. 13.19. Указанные схемы позволяют производить самые разнообразные коммутации исходя из требований эксплуатации осветительных сетей. Следует отметить, что для включения ОП с двух мест необходимо применять два выключателя по схеме 6. Выключатель для управления с нескольких мест по схеме 7 может работать только при включении в цепь не менее двух выключателей по схеме 6.

Варианты исполнения выключателей и переключателей и их технические данные приведены в табл. 13.20.

Наиболее широко применяют клавишные выключатели и переключатели, так как они обеспечивают надежную работу, имеют небольшую стоимость и обладают сравнительно высокой технологичностью. В последних разработках размер клавиш увеличен, а их поверхность фактурирована, что улучшает их эстетические и эргономические характеристики.

Для зданий из сборного железобетона, где выполнение спусков к выключателям затруднено, применяют подпотолочные выключатели с тяговыми шнурками.

В соответствии с ГОСТ 7397—88 выключатели и переключатели имеют следующую структуру условного обозначения:

1 2 3 — 4 5,

где 1 — буква, обозначающая способ установки: А — для открытой установки, С — для скрытой; 2 — двухзначное число, означающее шифр по табл. 13.19; 3 — двухзначное число, означающее номинальный ток в амперах; 4 — трехзначное число, означающее номер модификации; 5 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150—69.

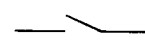
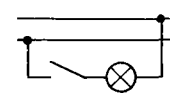
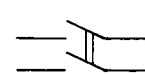
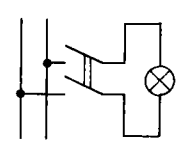
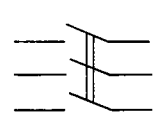
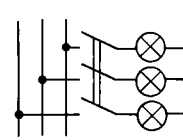
У выключателей и переключателей, кроме шнурковых и однокнопочных, для обеспечения безопасности и удобства при эксплуатации применяют обозначение положения «включено» и «отключено» одним из следующих способов:

буквами «Вкл» и «Отк» или В и О на крышке выключателя или переключателя;

разной окраской включающей и отключающей кнопок, причем отключающая кнопка должна быть красного цвета;

Таблица 13.19

Схемы соединений и включений выключателей и переключателей в осветительную сеть

Шифр выключателя, переключателя	Наименование выключателя, переключателя	Схема соединений	Схема включения в сеть
01	Выключатель однополюсный		
02	Выключатель двухполюсный		
03	Выключатель трехполюсный		

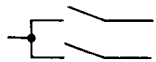
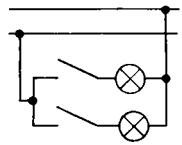
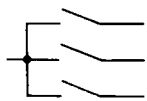
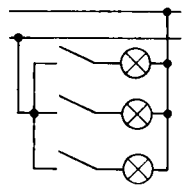
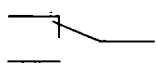
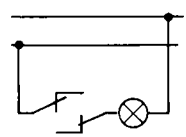
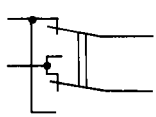
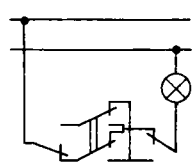
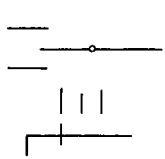
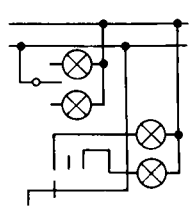
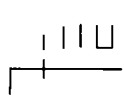
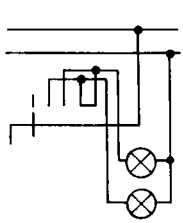
Шифр выключателя, переключателя	Наименование выключателя, переключателя	Схема соединений	Схема включения в сеть
04	Выключатель однополюсный на две цепи		
05	Выключатель однополюсный на три цепи		
06	Выключатель для управления из двух мест		
07	Выключатель для управления из нескольких мест		
08	Переключатель однополюсный на две цепи с отключенным положением контактов		
09	Переключатель однополюсный со сложной коммутацией цепей с одним отключенным положением		

Таблица 13 20

Варианты исполиения выключателей и переключателей и их технические данные (ГОСТ 7397—88)

Номинальный ток коммутации, А	Исполнение выключателей и переключателей			
	по способу устаиовки	по виду пере ключающего механизма	в зависимости от шифра	от степени защиты (ГОСТ 14254—80)
4,0 и 6,3	Для открытой и скрытой установки	Клавишные	01 и 02	IP20
10,0 и 16,0		Перекидные Кнопочные Шнурковые	04—09 01—09 01—09	
6,3, 10,0, 16,0	Для открытой установки	Клавишные Поворотные	01—03 04—08	IP21, IP44, IP54

Примечание Для выключателей с шифром 04 и 05 номинальный ток является суммар иым по всем полюсам

с помощью точки красного цвета, наносимой на клавишу или ручку выключателя и переключателя таким образом, чтобы она была видна при включенном положении контактов;

с помощью светового указателя

Для обеспечения индустриальных методов монтажа разработана серия комбинированных электроустановочных устройств, состоящих из набора выключателей и розеточных частей штепсельных соединителей, которые смонтированы в одном корпусе. Наиболее широко используют следующие блоки: типа УБ-С-3Н, состоящий из трех выключателей и одной розеточной части типа УБ-С-2Н, состоящий из двух выключателей и одной розеточной части, У-92-КО для открытой установки, состоящий из одного выключателя и одной розеточной части, при этом розеточная часть оснащена комбинированными контактами.

Светорегуляторы

Светорегуляторы значительно расширяют возможности ОУ, с одной стороны, за счет создания оптимальной световой среды, а с другой — за счет эко-

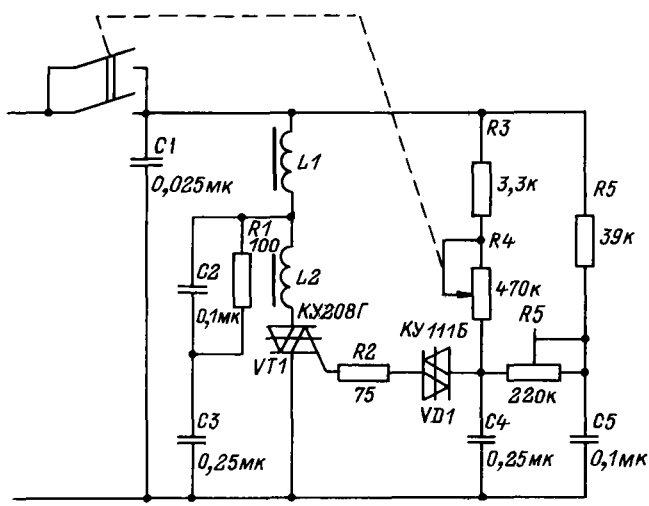


Рис 13 9 Принципиальная схема стационарного светорегулятора СРС-300-1

номного расходования электрической энергии на цели освещения. Разработана и выпускается унифицированная серия светорегуляторов для регулирования яркости ЛН суммарной мощностью до 300 Вт. Их выполняют либо для стационарной установки в универсальных монтажных коробках, либо в переносном исполнении для подключения осветительных приборов местного освещения. Светорегуляторы позволяют осуществлять плавную регулировку освещенности в пределах от 0 до 100 % и экономить до 30 % электроэнергии, расходуемой на освещение [66].

На рис. 13.9 представлена принципиальная схема стационарного светорегулятора типа СРС-300-1, предназначенного для плавного регулирования яркости света ЛН мощностью от 60 до 300 Вт подвесных потолочных ОП в жилых помещениях в сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В частоты 50 Гц. Габариты светорегулятора 120×
×80×80 мм, масса не более 0,5 кг. Светорегулятор устанавливают вместо обычного выключателя в подштукатурную коробку.

Колодки клеммные светотехнические

Клеммные колодки к светильникам и ПРА являются основными видами ЭУ для присоединения питающих и монтажных проводов. Технические данные клеммных колодок к светильникам приведены в табл 13.21.

Таблица 13 21

Технические данные клеммных колодок к светильникам (ГОСТ 17557—88)

Тип колодки	Номинальное напряжение, В / Номинальный ток, А	Сечение присоединяемых проводов, мм²			
		медных		алюминиевых и из его сплавов	
		не более	не менее	не более	не менее
СР-1-4,0 С-1-4,0 С-2-4,0 С-3-4,0	380 / 16	4,0	0,5	4,0	1,5
С-2-2,5 С-3-2,5	220 / 10	2,5	0,5	2,5	1,5
СО-2-4,0 СО-3-4,0	380 / 16	4,0	0,5	4,0	1,5
СО-2-2,5 СО-3-2,5	220 / 10	2,5	0,5	2,5	1,5
СОР-2-4,0 СОР-3-4,0	380 / 16	4,0	0,5	4,0	1,5
С-2-2,5 С-3-2,5 СО-2-2,5 СО-3-2,5	220 / 10	2,5	0,5	2,5	1,5
С-1-4,0 С-2-4,0 С-3-4,0 СР-1-4,0 СО-2-4,0 СО-3-4,0 СОР-2-4,0 СОР-3-4,0	380 / 16	4,0	0,5	4,0	1,5

В условном обозначении колодок буквы и цифры означают: СО — к светильникам с установочными отверстиями; С — к светильникам без установочных отверстий; Р — с пружинными безвинтовыми контактными зажимами; первая цифра — число контактов, второе число — наибольшее сечение присоединяемых проводов.

Колодки изготовляют в климатическом исполнении и категории размещения У3, УХЛ3 и Т3 по ГОСТ 15150—69, при этом группа условий эксплуатации М1 по ГОСТ 17516—72. Колодки, смонтированные в рабочем положении, имеют степень защиты IP20 по ГОСТ 14254—80. Колодки являются неремонтируемыми изделиями, эксплуатируемыми до предельного состояния, срок которого не менее 10 лет.

Колодки из жаростойких термореактивных пластмасс допускают нагрев до 130 °С, а остальные — до 100 °С.

Патроны для электрических ламп

Из ЭУ наибольшее число типоразмеров имеют патроны, предназначенные для крепления электрических ламп и подсоединения их к питающей сети. Из всего многообразия типоразмеров патронов можно выделить следующие группы: резьбовые патроны, имеющие резьбу Эдисона и предназначенные для ввинчивания и удержания ламп с резьбовым цоколем; байонетные патроны, имеющие направляющие и крепящие прорези для вставления и удержания ламп с байонетным цоколем путем поворота лампы, а также патроны для ЛЛ. Общие технические условия на патроны для электрических ламп регламентированы ГОСТ 361—85. В соответствии с указанным стандартом введено обозначение патронов, имеющее следующую структуру:

1 2 3 — 4 5,

где 1 — тип цоколя по ГОСТ 17100—79, 2 — буква, обозначающая число подвижных контактов только для байонетных патронов, при этом S — один, d — два; 3 — способ установки (крепления) патронов; патроны для ЛЛ обозначаются буквами (С — стоечные, Т — торцевые, Н — навесные; другие типы патронов: Н — для крепления за ниппель, Д — с отверстиями для крепления в донышке или корпусе, У — для крепления за ушко, Т — для крепления на тросе, Ф — для крепления за фланец, Ш — для крепления на шнуре, Б — с боковым отверстием для крепления, К — для крепления за корпус); 4 — трехзначное число (001 — 999), обозначающее номер модификации; 5 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150—69.

Технические данные патронов для электрических ламп и сечения проводов, подсоединяемых к ним, приведены в табл. 13.22.

Патронами типа Е14 оснащают люстры и малогабаритные ОП для жилых помещений, причем в них устанавливают ЛН мощностью до 60 Вт. Для ЛН

Таблица 13 22

Технические данные патронов для электрических ламп

Тип патрона	Номиналное напряжение, В	Номинальный ток, А, патроиа		Сечение подсоединяемых проводов, мм^2
		со встроенным выключателем	без выключателя	
Е14	220	2	2	0,5—15
Е27	220	2	4	0,75—2,5
Е40	380/220	—	16	1,5—4,0
В15	42	—	2	0,5—2,5
В22	220	2	4	0,5—2,5
G5	220	—	1	0,5—1,0
G10g	220	—	2	0,5—1,5
G13	220	—	2	0,5—1,5

Таблица 13 23

Технические данные резьбовых патронов для разрядных ламп высокого давления

Параметр	Тип патрона	
	Е27ДКС-01	Е40ДКС 01
Номинальное напряжение, В	220	380
Частота питающей сети, Гц	50	
Номинальный ток, А	4	16
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150—69	УХЛ2, Т2	
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 17516—72	М6	
Степень защиты по ГОСТ 14254—80	IP20	
Стойкость к воздействию зажигающего импульса, кВ	4	6
Габаритные размеры, мм		
диаметр	57	74
высота	62	92
Масса, кг	0,30	0,55

мощностью до 300 Вт применяют патроны типа Е27, а для более мощных — Е40.

В связи с тем что для зажигания РЛВД требуются высоковольтные импульсы (до 6 кВ), разработаны резьбовые патроны типов Е27ДКС-01 и Е40ДКС-01; их технические данные приведены в табл. 13.23.

Основные размерные параметры и требования к байонетным патронам регламентирует ГОСТ 361—85, они предназначены для эксплуатации в условиях повышенной тряски и вибрации. В зависимости от способа крепления в СП их выполняют с резьбовым ниппелем, с креплением к фланцу или к корпусу.

Габаритные и установочные размеры патронов для ЛЛ с цоколями типов G5, G13 и G10g по ГОСТ 17100—79 и для стартеров по ГОСТ 8799—75 регламентирует ГОСТ 18396—88. Патроны предназначены для эксплуатации в электрических цепях переменного тока напряжением до 220 В частоты 50 или 60 Гц.

Крепление проводов к патронам может быть винтовым, невинтовым разъемным или с помощью пайки. При этом винтовые контактные зажимы патронов рассчитаны на присоединение одного провода. Степень защиты патронов IP20, климатическое исполнение УХЛ2, УХЛ4, Т2 и О4, группа эксплуатации М1.

13.4. ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩИЕ АППАРАТЫ ДЛЯ РАЗРЯДНЫХ ЛАМП

Пускорегулирующий аппарат (ПРА) — электрическое устройство, предназначенное для ограничения и стабилизации тока РЛ Аппарат может иметь элементы для выполнения дополнительных функций: снижения пульсации светового потока ламп, повышения полного коэффициента мощности, облегчения зажигания ламп, трансформации напряжения и т. д. На основе особенностей функционирования ПРА технические требования к ним формулируются исходя из того, что они должны обеспечить надежное зажигание лампы, стабильность ее работы, оптимальные мощность и световой поток, а также максимальную продолжительность горения, нормируемый коэффициент мощности комплекта РЛ-ПРА, подавление радиопомех, уменьшение пульсации светового потока. При этом ПРА должны иметь малые массу и объем, высокую надежность и длительный срок службы, малые потери мощности, бесшумность в работе при низкой стоимости.

Условное обозначение ПРА имеет следующую структуру:

1 2 3 4 5 — 6 7,

где 1 — цифра, обозначающая число ламп, включаемых с ПРА, 2 — буква, обозначающая фазу потребляемого из

сети тока при горящей лампе и наличие компенсации коэффициеита мощности (И — индуктивный, Е — емкостный, К — компенсированный); 3 — число, обозначающее номинальную мощность лампы, Вт; 4 — буква, обозначающая группу ПРА по уровню шума (Н — с нормальным уровнем шума, П — с пониженным, А — с особо низким, С — с очень низким специального назначения); 5 — двухзначное число, обозначающее серию ПРА; 6 — трехзначное число, обозначающее исполнение ПРА; 7 — буквы и числа, обозначающие климатическое исполнение и категорию размещения по ГОСТ 15150—69.

ПРА изготовляют на номинальное напряжение 110, 127, 220 и 380 В переменного тока номинальной частоты 50 или 60 Гц, работоспособные при отклонении напряжения сети в пределах ±10% номинального. Допускается изготовление ПРА на другие номинальные напряжения по ГОСТ 21128—83.

В конструктивном отношении ПРА выполняют встроенными, т. е. предназначенными исключительно для установки в корпусе ОП или в дополнительном кожухе, и независимыми, т. е. предназначенными для установки отдельно от ОП, без дополнительного кожуха. Степень защиты ПРА независимого исполнения должна быть не ниже IP43 по ГОСТ 14254—80, а на встроенные требования по степеии защиты не распространяются. При этом встроенные ПРА должны изготовляться классов защиты 0 или I, а независимые — I или II по ГОСТ 12.2.007.0—75. ПРА класса защиты I оснащают заземляющим зажимом, у которого наносят знак заземления по ГОСТ 21130—75

Потери мощности в ПРА обычно составляют 5—40 % мощности РЛ, уменьшаясь с увеличением мощности РЛ.

В зависимости от фазы потребляемого из сети тока при горящей лампе ПРА подразделяют на индуктивные, т. е. аппараты с полным коэффициентом мощности менее 0,85 и потребляющие из сети ток, отстающий по фазе от напряжения сети; емкостные, т. е. аппараты с полным коэффициентом мощности менее 0,85 и потребляющие из сети ток, опережающий по фазе напряжение сети, и компенсированные, т е. аппараты с полным коэффициентом мощности не менее 0,85. Под полным коэффициентом мощности понимают коэффициент мощности, потребляемой из сети аппаратом с лампой (лампами).

Большинству разнообразных требований, предъявляемых к комплекту РЛ—ПРА, в наибольшей степени удовлетворяют индуктивные аппараты, которые имеют малые потери мощности (не превышающие 10 % мощности лампы), высокие стабилизирующие свойства и практическое отсутствие паузы тока. По этой причине ПРА для РЛВД представляют собой индуктивные аппараты.

Компенсация реактивной мощности комплекта РЛ—ПРА необходима для обеспечения рациональной загрузки трансформаторных подстанций и осветительных распределительных сетей Поэтому согласно ПУЭ для комплекта РЛ—ПРА требуется применять или индивидуальную или групповую компенсацию реактивной мощности.

Индивидуальную компенсацию реактивной мощности осуществляют двумя способами При первом для комплекта РЛ — индуктивный аппарат компенсацию обеспечивают подключением параллельно сетевым вводам конденсаторов типа ЛСМ или ЛСЭ. Компенсирующие конденсаторы емкостью более 0,5 мкФ должны быть снабжены разрядными резисторами, обеспечивающими спад напряжения на конденсаторе до значения не более 50 В в течение не более 1 мин после отключения ОП от сети В соответствии с ГОСТ 16809—78 емкость конденсатора подбирают такой, чтобы обеспечивался коэффициент мощности не менее 0,85. Второй способ применяют для ОП с четным числом ламп, и он заключается в том, что половину ламп включают с индуктивным аппаратом, а другую — с емкостным. Полный коэффициент мощности такого комплекта должен быть не менее 0,92.

ОП с РЛВД оснащаются встраиваемыми или независимыми ПРА, в которых отсутствуют конденсаторы для повышения коэффициента мощности При питании комплекта РЛВД—ПРА от се-

ти переменного тока 220 В частоты 50 Гц коэффициент мощности имеет значение около 0,50, а при напряжении 380 В — 0,35. В связи со значительной общей мощностью РЛВД, подключаемых к групповой линии, наиболее целесообразным способом компенсации реактивной мощности является присоединение к трехфазным групповым линиям, питающим лампы, трехфазных конденсаторов.

При групповой компенсации конденсаторы присоединяют к началу каждой групповой линии, при этом определяющим их параметром является реактивная мощность в киловарах. В среднем для повышения коэффициента мощности от 0,35 или 0,50 до 0,90 на каждый киловатт мощности комплекта РЛВД—ПРА необходима мощность трехфазного конденсатора соответственно 2,2 и 1,2 квар

Для групповой компенсации выпускают комплектные конденсаторные установки типа УК, технические данные которых приведены в табл. 13.24. В условном обозначении буквы и цифры означают: УК — установка конденсаторная, следующая за буквой цифра — число конденсаторов в установке, число после черточки — номинальное напряжение в киловольтах, число после второй черточки — номинальная мощность в киловарах, последующее сочетание букв и цифр — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150—69

Конденсаторную установку следует размещать рядом с групповым осветительным щитком и осуществлять подключение каждого конденсатора кабелем с алюминиевыми жилами сечением $3\times16+1\times10$ мм^2 Внутри осветительного щитка кабель рекомендуется присоединять с помощью ответвительных сжимов, устанавливаемых на проводах линий, отходящих к ОП Четвертую жилу кабеля используют для зануления конденсаторной установки. Внутри конденсаторной установки кабель подсоединяют к специально предусмотренным клеммам. Конденсаторы оснащены разрядными резисторами.

Бакинским заводом «Бакэлектроаппарат» выпускаются распределительные пункты серии ПР41 номинальной мощностью 72 квар, которые используют для групповой компенсац.. реактивной мощности.

Для ограничения пульсаций светового потока, создаваемого ОП с ЛЛ, должны быть приняты следующие меры:

в ОП с числом ламп, кратным двум, должны применяться ПРА, состоящие из параллельных индуктивных и емкостных цепей (или параллельно соединенных индуктивных и емкостных цепей балластных устройств), обеспечивающих фазовый сдвиг между токами ламп $90\pm40°$ при включении ОП в сеть переменного тока частоты 50 или 60 Гц,

одноламповые ОП местного освещения должны компенсироваться пускорегулирующими аппаратами, рассчитанными на питание переменным током частоты не менее 400 Гц.

Подавление радиопомех, возникающих при работе комплекта РЛ—ПРА, обеспечивают введением в ПРА специальных фильтров. Наиболее часто ис-

Таблица 13 24

Технические данные конденсаторных установок для осветительных сетей

Тип установки	Номинальные значения			Габаритные размеры, мм			Установочные размеры, мм	Масса, кг
	Мощность, квар	Напряжение, кВ	Частота тока, Гц	Длина	Ширина	Высота		
УК1-0,4-33$^1/_3$У3	33$^1/_3$	0,4	50	430	126	455	400×94	38
УК2 0,4-66$^2/_3$У3	66$^2/_3$			430	375	505	364×335	59
УК3-0,4-100У3	100			580	430	505	540×364	87
УК4-0,4-133$^1/_3$У3	133$^1/_3$			785	430	505	745×354	115

Примечание Степень защиты оболочки IP32 по ГОСТ 14254—80

Таблица 13 25

Допустимые уровни звуковой мощности при работе ПРА

Характеристика ПРА	Среднегеометрические частоты в октавных полосах, Гц						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Уровень звуковой мощности, дБ, не более						
С нормальным уровнем шума	43	41	36	32	29	27	25
С пониженным уровнем шума	39	31	26	22	19	17	15
С особо низким уровнем шума	25	20	16	13	10	8	8
С особо низким уровнем шума специального применения	22	15	10	7	5	4	4

пользуют конденсаторы малой емкости, которые подключают параллельно лампе или сетевым выводам ПРА.

Допустимый уровень звуковой мощности в октавных полосах, создаваемый ПРА при включении его с номинальными лампами и конденсаторами номинальной емкости в сеть с номинальной частотой и напряжением 1,1 номинального в установившемся рабочем режиме, должен соответствовать данным табл. 13.25.

Зажигающие устройства обеспечивают подачу на РЛ импульса или серии импульсов определенной амплитуды и длительности. Импульсное зажигающее устройство может быть выполнено в виде самостоятельного элемента либо являться частью ПРА

Простейшими и наиболее распространенными из таких устройств являются стартеры тлеющего разряда, применяемые для зажигания ЛЛ. В соответствии с ГОСТ 8799—75 стартеры, т. е. устройства, замыкающие и размыкающие цепь подогрева ЛЛ для ее зажигания, выпускают трех типов: 20С-127 — для ЛЛ предельной мощности 20 Вт включительно, 65С-220 — для ЛЛ только мощностью 65 Вт и 80С-220 — для ЛЛ предельной мощностью 80 Вт включительно (кроме ЛЛ мощностью 65 Вт). В условном обозначении буквы и числа означают: первое число — предельную или конкретную мощность ЛЛ в ваттах, буква С — стартер, число после черточки — номинальное напряжение стартера в вольтах. Стартеры изготовляют в климатическом исполнении и категории размещения УХЛ4, но для работы при температуре окружающего воздуха от 5 до 55 °С, при этом группа условий эксплуатации М2. Степень защиты не менее IP33. Габаритные размеры стартеров. диаметр 21,5 мм, длина 40,3 мм Масса стартера — не более 15 г.

Для установки стартеров специально разработаны патроны, общие технические условия на которые регламентирует ГОСТ 361—85. Условное обозначение патронов для стартеров имеет следующую структуру:

1 — 2 3,

где 1 — буква С, означающая патрон для стартера, 2 — двухзначное число, означающее номер модификации; 3 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150—69, при этом исполнение УХЛ4 допускается не указывать.

Патроны для стартеров изготовляют на номинальное напряжение 220 В и номинальный ток 2 А, при этом контактные зажимы должны обеспечивать присоединение проводов сечением от 0,5 до 1,5 мм^2, а также двух проводов сечением до 0,75 мм^2.

Технические данные ПРА для ЛЛ и РЛВД, которые выпускаются в настоящее время, приведены в каталоге Информэлектро 09.07.02—87 [68]. Кроме того, информация о новых ПРА систематически публикуется в журнале «Светотехника».

13.5. ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Трубы и изделия для электропроводок в трубах

Основными видами прокладки проводов являются открытые беструбные электропроводки, а также электропроводки в пластмассовых, а реже — в стальных трубах. В общем случае при монтаже таких электропроводок следует применять изделия заводского исполнения, обеспечивающие высокое качество монтажа, надежность и безопасность.

Стальные трубы для электропроводок применяют в тех случаях, когда другие виды электропроводок не допускаются по условиям окружающей среды или недостаточной защиты от механических повреждений, например в производствах со взрывоопасной или химически активной средой.

Для выполнения электропроводок используют стальные водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262—75 (табл. 13.26) или стальные электросварные прямошовные трубы по ГОСТ 10704—76 (табл 13.27).

Технические данные изделий для резьбового соединения стальных труб приведены в табл. 13.28, при этом муфты применяют для соединения труб между собой, а ниппели — для соединения труб с корпусом электротехнического изделия.

Для криволинейных участков трубных электропроводок, т. е. для соединения труб с резьбовыми концами между собой или для перехода от трубы с резь-

Таблица 13 26

Сортамент и технические данные стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262—75

Диаметр условного прохода		Наружный диаметр, мм	Легкие трубы		Обыкиовенные трубы	
мм	дюймы		Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг
8	1/4	13,5	—	—	2,2	0,61
10	3/8	17,0	2,0	0,74	2,2	0,80
15	1/2	21,3	2,5	1,16	2,8	1,28
20	3/4	26,8	2,5	1,50	2,8	1,66
25	1	33,5	2,8	2,12	3,2	2,39
32	$1^1/_4$	42,3	2,8	2,73	3,2	3,09
40	$1^1/_2$	48,0	3,0	3,33	3,5	3,84
50	2	60,0	3,0	4,22	3,5	4,88
70	$2^1/_2$	75,5	3,2	5,71	4,0	7,05
80	3	88,5	—	—	4,0	8,35

Таблица 13 27

Сортамент и технические данные стальных электросварных прямошовных труб по ГОСТ 10704—76

Наружиый диаметр, мм	Масса 1 м, кг, при толщиие стенки, мм							
	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,2
8	0,17	0,20	—	—	—	—	—	—
10	0,22	0,26	—	—	—	—	—	—
12	0,27	0,32	0,37	0,41	—	—	—	—
16	0,37	0,44	0,50	0,57	—	—	—	—
20	0,47	0,56	0,64	0,73	0,89	—	—	—
25	0,59	0,70	0,81	0,93	1,13	1,39	—	—
30	0,72	0,85	0,99	1,12	1,38	1,70	—	—
40	—	1,15	1,33	1,52	1,87	2,31	2,74	—
50	—	—	1,68	1,91	2,37	2,93	3,48	3,70
60	—	—	2,02	2,31	2,86	3,55	4,22	4,49
70	—	—	2,37	2,70	3,35	4,16	4,95	5,28

Таблица 13 28

Технические данные изделий для резьбового соединения стальных труб

Диаметр условного прохода трубы по ГОСТ 3262—75, мм	Наружный диаметр трубы по ГОСТ 10704—76, мм	Диаметр условного прохода, мм			
		Муфта переходная по ГОСТ 8957—75	Муфта прямая по ГОСТ 8966—75	Ниппель по ГОСТ 8967—75	Контргайка по ГОСТ 8968—75
15	18	25×15	15	15	15
20	25	25×20, 32×20, 40×20	20	20	20
25	30, 33	32×25, 40×25, 50×25	25	25	25
32	—	40×32	32	32	32
40	45, 48	40×25, 40×32, 40×50	40	40	40
50	57, 60	50×25, 50×32, 50×40	50	50	50
70	—	—	70	70	70
80	—	—	80	80	80

бовым концом к электротехническому изделию, используют гибкие вводы К1080—К1088, геометрические параметры которых нормализованы, или комплекты гибких вводов, состоящие из трубных муфт МТ (20 шт.), электромонтажного шланга ШЭМ (20 м) и вводных муфт МВ (20 шт.) и предназначенные для непосредственного применения на месте монтажа. Трубные муфты (МТ22—МТ20) состоят из штуцера, навинчиваемого на трубу; колпачка, позволяющего осуществлять переход от штуцера к шлангу, и винта, обеспечивающего электрическую связь между трубой и штуцером. Электромонтажный шланг (ШЭМ22—ШЭМ50) имеет диаметр условного прохода в пределах от 22 до 50 мм. Вводные муфты (МВ22—МВ50) состоят из колпачка, позволяющего осуществить переход от шланга к вводному штуцеру, вводного штуцера, имеющего резьбовой конец, который заводят в оболочку электротехнического изделия и на который навинчивают заземляющую гайку (К480—К486).

Для соединения между собой стальных труб, не имеющих на концах резьбы, а также их с металлорукавами или вводными патрубками (У476—У479) используют муфты ТР (ТР-2—ТР-10), один конец которых гладкий, а другой — резьбовой. На резьбовой конец муфты навинчены заземляющие гайки (К480—К486).

Для защиты изоляции проводов и кабелей от механических повреждений об острые кромки торцов труб торцы перекрывают пластмассовыми втулками (В17—В82)

Пластмассовые трубы по мере расширения их производства все более широко используются в электромонтажном производстве, так как обладают существенными преимуществами по сравнению со стальными. имеют небольшую массу, менее трудоемки в монтаже, обладают высокими изоляционными свойствами и повышенной коррозионной стойкостью. Отечественная промышленность выпускает винипластовые, полипропиленовые, полиэтиленовые и фторопластовые трубы типов: Л — легкие, СЛ — среднелегкие, С — средние, Т — тяжелые и ОТ — особо тяжелые.

Винипластовые трубы поставляются прямыми отрезками длиной 5,5 м; полипропиленовые — отрезками длиной 6, 8, 10 и 12 м, при этом трубы диаметром до 40 мм могут поставляться в бухтах; полиэтиленовые поставляются отрезками длиной 6, 8, 10 и 12 м, допускается изготовление труб длиной 5,5 и 11,5 м, при этом трубы из полиэтилена низкого давления диаметром до 40 мм и из полиэтилена высокого давления диаметром до 63 мм можно поставлять в бухтах, а фторопластовые — отрезками длиной от 0,5 до 3 м.

Наиболее широкое применение для электропроводок находят винипластовые трубы с наружным диаметром 20—50 мм. Винипласт (непластифицированный твердый поливинилхлорид ПВХ) — жесткий непрозрачный материал, от светло- до темно-коричневого цвета, с глянцевой поверхностью. Винипласт не горюч (загорается, но при извлечении из пламени гаснет), механические свойства его не меняются в диапазоне температур от 10 до 50 °С. Недостатки винипласта: хрупкость при температурах ниже 0 °С и ползучесть, т. е. способность к деформации при длительных нагрузках, значительно меньших предела прочности при растяжении. Сортамент и технические данные винипластовых труб приведены в табл. 13.29

Полиэтилен получают двумя способами: при низком давлении (и его называют полиэтиленом низкого давления ПНД или высокой плотности ПВП) и при высоком давлении (и его называют полиэтиленом высокого давления ПВД или низкой плотности ПНП). Механические свойства полиэтилена зависят от его плотности. ПВД отличается от ПНД меньшей механической прочностью, но зато он более эластичен. Полиэтилен горюч, и его механические свойства резко снижаются при повышении температуры (при температуре 100 °С полиэтилен размягчается). Сортамент и технические данные труб из полиэтилена низкого давления приведены в табл. 13.30, а из полиэтилена высокого давления — в табл. 13.31.

Полипропилен — самый легкий материал из всех термопластов, по сравнению с полиэтиленом он имеет более высокую теплостойкость, жесткость и прочность. Основной недостаток — хрупкость при температурах ниже 0 °С. Сортамент и технические данные труб из полипропилена приведены в табл. 13.32.

Таблица 13 29

Сортамент и технические данные винипластовых труб (ТУ 6-19-231-83)

Диаметр, мм		Толщина стенки, мм				Масса 1 м трубы, кг			
условного прохода	наружный	Тип трубы							
		СЛ	С	Т	ОТ	СЛ	С	Т	ОТ
15	20	—	—	—	1,5	—	—	—	0,14
20	25	—	—	1,5	1,9	—	—	0,17	0,21
25	32	—	—	1,8	2,4	—	—	0,26	0,34
32	40	—	1,8	1,9	3,0	—	0,33	0,35	0,53
40	50	—	1,8	2,4	3,7	—	0,42	0,55	0,81
50	63	—	1,9	3,0	4,7	—	0,56	0,85	1,29
65	75	1,8	2,2	3,6	5,6	0,64	0,78	1,22	1,82
80	90	1,8	2,7	4,3	6,7	0,77	1,13	1,75	2,61

Таблица 13 30

Сортамент и технические данные труб из полиэтилена низкого давления (ГОСТ 18599—83)

Диаметр, мм		Толщина стенки, мм				Масса 1 м трубы, кг			
условного прохода	наружный	Тип трубы							
		Л	СЛ	С	Т	Л	СЛ	С	Т
15	20	—	—	—	2,0	—	—	—	0,12
20	25	—	—	2,0	2,3	—	—	0,20	0,17
25	32	—	—	2,0	2,9	—	—	0,20	0,28
32	40	—	2,0	2,3	3,6	—	0,25	0,29	0,43
40	50	—	2,0	2,8	4,5	—	0,32	0,44	0,67
50	63	2,0	2,5	3,6	5,7	0,40	0,50	0,69	1,06
65	75	2,0	2,9	4,3	6,8	0,48	0,68	0,98	1,49
80	90	2,0	3,5	5,1	8,2	0,64	0,98	1,39	2,13

Таблица 13 31

Сортамент и технические данные труб из полиэтилена высокого давлення (ГОСТ 18599—83)

Диаметр, мм		Толщина стенки, мм				Масса 1 м трубы, кг			
условного прохода	наружный	Тип трубы							
		Л	СЛ	С	Т	Л	СЛ	С	Т
15	20	—	—	2,2	3,4	—	—	0,13	0,18
20	25	—	2,0	2,7	4,2	—	0,15	0,19	0,27
25	32	2,0	2,4	3,5	5,4	0,19	0,23	0,31	0,44
32	40	2,0	3,0	4,3	6,7	0,24	0,36	0,48	0,68
40	50	2,4	3,7	5,4	8,4	0,36	0,53	0,74	1,07
50	63	3,0	4,7	6,8	10,5	0,56	0,85	1,17	1,68
65	75	3,6	5,6	8,1	12,5	0,81	1,20	1,67	2,38
80	90	4,3	6,7	9,7	15,0	1,15	1,72	2,38	3,40

Таблица 13 32

Сортамент и технические данные труб нз полипропилена (ТУ 38-102-100-76)

Наружный диаметр, мм	Толщиина стенки, мм		Масса 1 м трубы, кг	
	Тип трубы			
	С	Т	С	Т
32	—	2,5	—	0,21
40	—	3,1	—	0,33
50	2,4	3,9	0,33	0,50
63	3,0	4,9	0,54	0,80
75	3,6	5,8	0,73	1,15
90	4,3	7,0	1,05	1,64

Таблица 13 33

Сортамент и технические данные труб из фторопласта (ТУ6-05-987-79)

Диаметр, мм		Толщиина стенки, мм	Масса 1 м трубы, кг
условного прохода	наружиый		
25	32	2,5	0,53
40	50	3,0	1,01
50	58	4,0	1,56
50	58	5,0	1,61
50	64	4,0	1,75
65	68	4,0	1,82
65	79	5,0	2,67
80	87	5,0	3,00
80	87	6,0	3,52
80	95	6,0	3,80

Фторопласт-4 — термо- и морозостойкий материал, механические свойства которого не меняются в диапазоне температуры от минус 100 до плюс 250°С Сортамент и технические данные труб из фторопласта приведены в табл. 13 33.

Широкому использованию винипластовых труб способствует выпуск заводами Главэлектромонтажа нормализованных элементов и деталей для монтажа трубных электропроводок следующей номенклатуры:

соединительные уголки для поворота трассы труб на 90° (У280—У294, У421—У423) н на 135° (У382—У389), при этом, если требуется поворот трассы на 120 илн 150°, применяют соединнтельные

уголки У382—У389, предварительно разогретые и изогнутые;

соединительные муфты (У438—У445) для соединения винипластовых труб между собой и соединительных уголков с трубами,

протяжные коробки (У272—У275);

уплотнительные втулки (У292, У293), обеспечивающие уплотнение места ввода труб в протяжные коробки.

Трубы между собой и с другими электромонтажными изделиями соединяют безрезьбовым методом или с помощью резьбы В последнем случае следует использовать рекомендации ГОСТ 26350—84 «Соединения трубопроводов и арматура. Резьбы присоединительные. Ряды».

Изделия для крепления кабелей, проводов, труб, тросов и шинопроводов

На рис. 13.10 представлены изделия для крепления кабелей, проводов и труб, а в табл. 13.34 указаны области их применения.

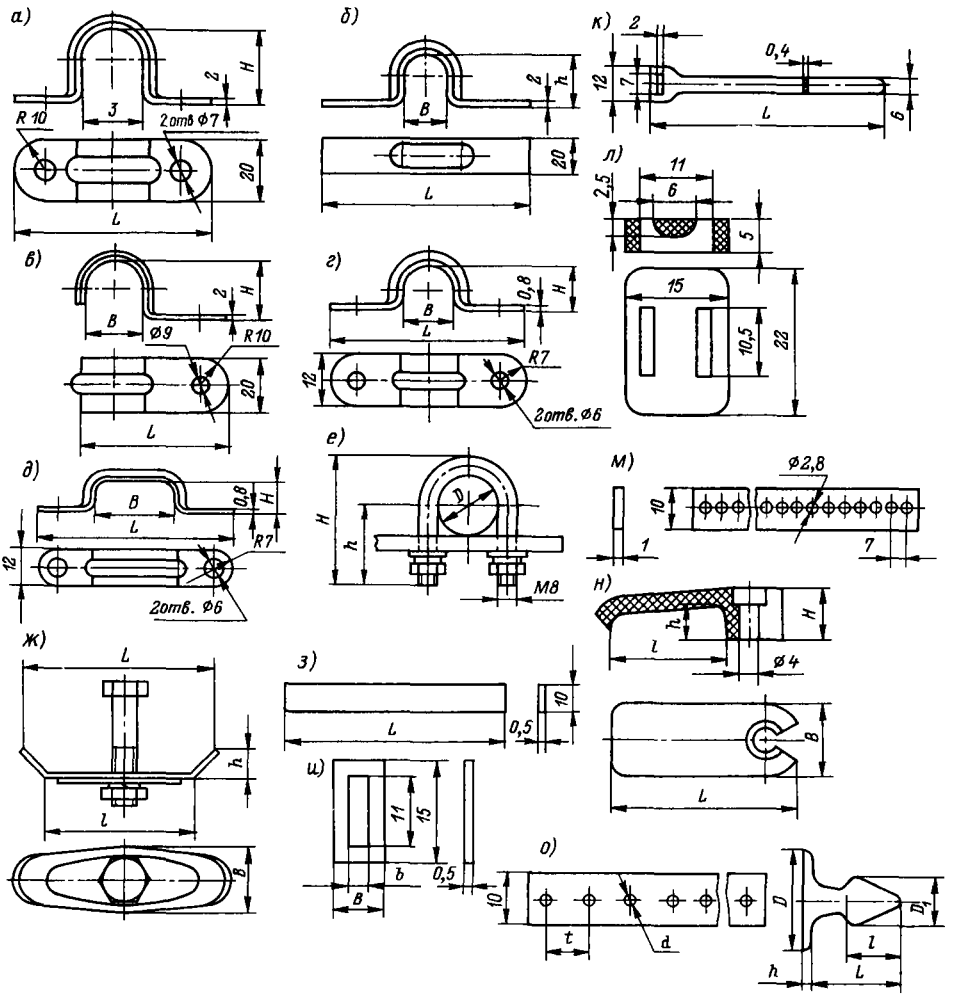


Рис 13 10 Изделия для крепления кабелей, проводов и труб *а* — скобы К142 — К145, *б* — скобы К146п — К148п, *в* — скобы К252 — К254, *г* — скобы К729 — К731, *д* — скобы К732 — К740, *е* — хомутики ХТС, *ж* — накладки НТ, *з* — полоски К404, К405, *и* — пряжка К407, *к* — полоски пряжки К395 — К398, *л* — закладная пряжка Л165, *м* — лента К226, *н* — скоба К641, К642, *о* — монтажная лента ЛМ и замóк для нее

Таблица 13.34

Области применения изделий для крепления кабелей, проводов и труб к строительным основаниям [67]

Тип изделия	Назначение, способ крепления
К142 — К145	Крепление труб, кабелей и проводов диаметром 27—42 мм к строительным основаниям с помощью винтов, шурупов и т. п.
К252 — К254	То же, диаметром 21—33 мм
К729 — К731	То же, диаметром 11—19 мм
К146п — К148п	Крепление труб, кабелей и проводов диаметром 47—86 мм к строительным осиованиям пристрелкой
К732 — К740	Крепление трех труб, кабелей и проводов одинакового диаметра (7—19 мм) к строительным основаниям с помощью винтов, шурупов и т. п.
ХТС16 — ХТС89	Крепление стальных труб диаметром 13,5—89 мм к электромонтажным металлическим конструкциям
НТ-1 — НТ-5	Крепление двух труб или кабелей одного диаметра (25—75 мм) к строительным конструкциям
К404, К405	Бандажирование пучков проводов (кабелей) и крепление одиночных проводов (пакетов) к различным конструкциям. Применяются с пряжкой К407
К407	Скрепление полосок К404, К405
К395 — К398	Бандажирование пучков проводов и прикрепление одиночных проводов (пучков) к различным конструкциям
Л165	Крепление лент К226, полосок К404, К405 и полосок-пряжек К395 — К398 при выполнении электропроводок и прокладке кабелей на лотках и монтажных профилях
К226	Бандажирование пучков проводов (кабелей), крепление одиночных проводов и кабелей или пучков проводов и кабелей к различным конструкциям, крепление маркировочных бирок к кабелю. Лента скрепляется пластмассовой кнопкой К227
К641, К642	Крепление плоских проводов и кабелей сечением до 6 мм^2 к строительным конструкциям при открытых электропроводках
ЛМ5, ЛМ10	Бандажирование пучков проводов и кабелей и крепление пучков, одиночных проводов и кабелей к различным конструкциям. Лента выдерживает растягивающую силу 120 Н, направленную вдоль ее оси. Соединение ленты с кнопкой выдерживает растягивающую силу 100 Н, направленную перпендикулярно оси ленты, свернутой в цилиндр диаметром не более 50 мм

На рис. 13.11 представлены изделия для крепления тросов. Проходной анкер К809 предназначен для концевого сквозного крепления тросов диаметром до 10 мм к стенам, а К675 — для концевого крепления тросов диаметром 6—8 мм. Тросовый зажим К676 предназначен для закрепления петель на концах тросов диаметром 6—8 мм, а зажим К296 — для соединения проволочных подвесок, оттяжек, растяжек диаметром до 8 мм с несущим тросом. Серьга К1016 предназначена для крепления тросов диаметром до 8 мм к металлическим фермам, допустимая нагрузка 1,2 кН, масса 0,14 кг. Натяжные муфты предназначены для натяжения тросов диаметром 2—8 мм, их технические данные приведены в табл. 13.35.

На рис. 13.12 представлены конструкции для крепления осветительных шинопроводов ШОС2 и ШОС4, а на рис. 13.13 — для крепления ШОС80 [67].

Коробки для осветительных электропроводок

В табл. 13.36 приведены технические данные ответвительных коробок и коробок для установки выключателей, переключателей и штепсельных розеток. Ответвительные коробки (рис. 13.14) У197 и У198 предназначены для протяжки, соединения и ответвления проводов при скрытой электропроводке, а У191М—У195М — для протяжки, соединения и ответвления проводов сечением до 4 мм^2 при скрытой и открытой электропроводке. Коробки (рис. 13.15) предназначены

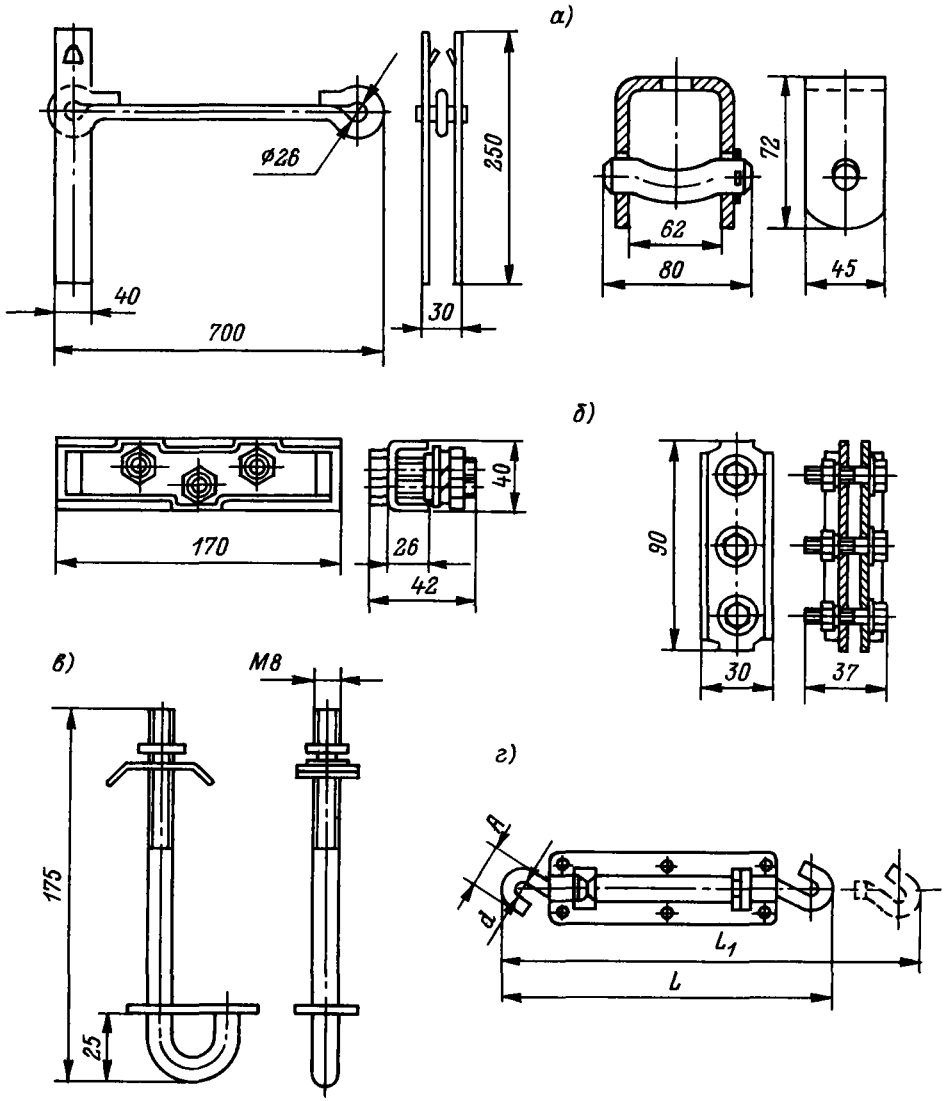


Рис 13 11 Изделия для крепления тросов *а* — анкеры К809 и К675, *б* — зажимы К676 и К296, *в* — серьга К1016, *г* — натяжная муфта

Таблица 13 35

Технические данные натяжных муфт

Тип муфты	Допустимая нагрузка, кН	Размеры, мм (рис 13 11, *г*)				Ход винта, мм	Диаметр троса или проволоки, мм	Масса, кг
		L	L_1	*A*	*d*			
К798УЗ	1,2	150	200	13	6	50	2—5	0,09
К804УЗ	5	265	365	20	12	100	4—6	0,55
К805УЗ	16	550	850	27	20	300	6—8	3,47
К800УЗ	10	450	650	28	16	200	4—8	1,66

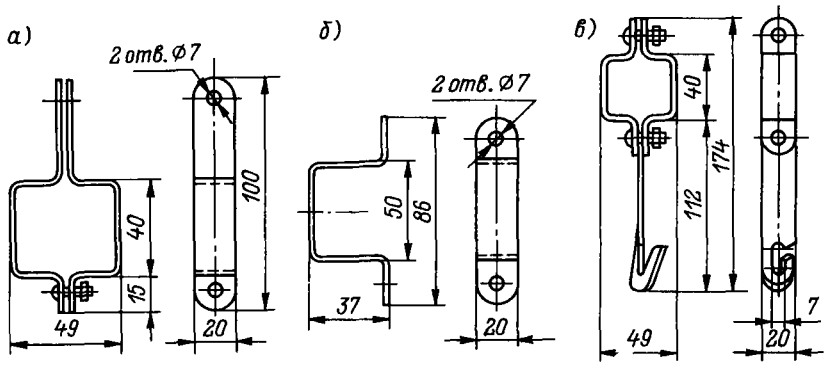


Рис 13 12 Конструкции для крепления осветительных шинопроводов ШОС2 и ШОС4 *а* — хомут К544, *б* — скоба К474, *в* — хомут с крюком К470

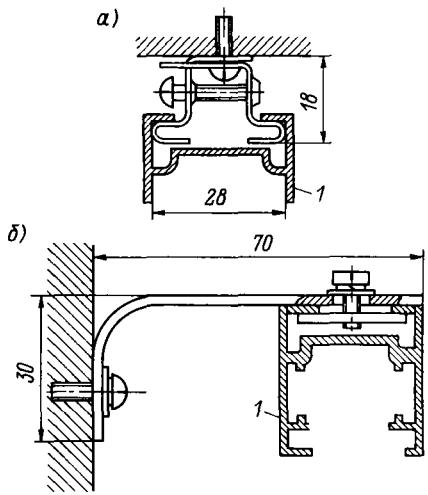


Рис 13 13 Конструкции для крепления осветительного шинопровода ШОС80 *а* — закреп потолочный У1920, *б* — кронштейн У1921
1 — секция шинопровода

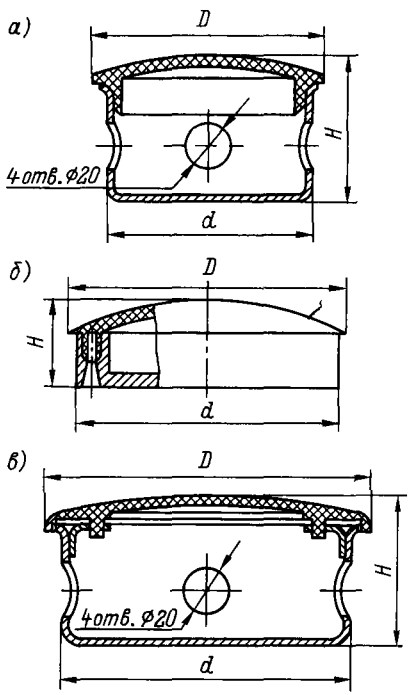


Рис 13 14 Ответвительные коробки *а* — У197, *б* — У191М — У195М, *в* — У198

для установки выключателей, переключателей и штепсельных розеток, имеющих распорные лапки при выполнении скрытой электропроводки; при этом коробки Л90, Л91 и У92 служат для «замоноличивания» в гипсолитовые и железобетонные панели на заводах железобетонных изделий и домостроительных комбинатах; КУВ-1М и Л48 — для установки в отверстия кирпичных, гипсолитовых, железобетонных и других стен (перегородок) при электромонтажных работах. Коробки КУВ-1М изготовляют из стали, остальные — из пластмассы.

В табл. 13.37 приведены технические данные коробок под выключатели КВ и розетки КР, которые устанавливают в производственных помещениях, общественных и жилых зданиях. Их монтируют в нишах или открыто, для чего в корпусе коробок предусмотрены отверстия Степень защиты IP20

Таблица 13 36

Техиические даиные ответвительных коробок н коробок для установки выключателей, переключателей и розеток

Тип коробкн	Размеры, мм				Масса 1000 шт , кг
	Диаметр крышки (бурта)	Диаметр основания	Внутрениий диаметр	Высота	
У191МУХЛ2	106	96	—	20,5	49
У192МУХЛ2	106	96	—	35,5	64
У194МУХЛ2	80	70	—	20	33
У195МУХЛ2	80	70	—	35	41
У197УХЛ3	80	70	68	42,5	70
У198УХЛ3	106	100	98	45,5	96
Л48УХЛ3	—	78	67	38	27
Л90УХЛ3	85	78	69	35	25
Л91УХЛ3	85	78	68,5	38,5	38
Л92УХЛ3	—	78	68	80	52
КУВ-1МУХЛ3	—	75	69	35	52

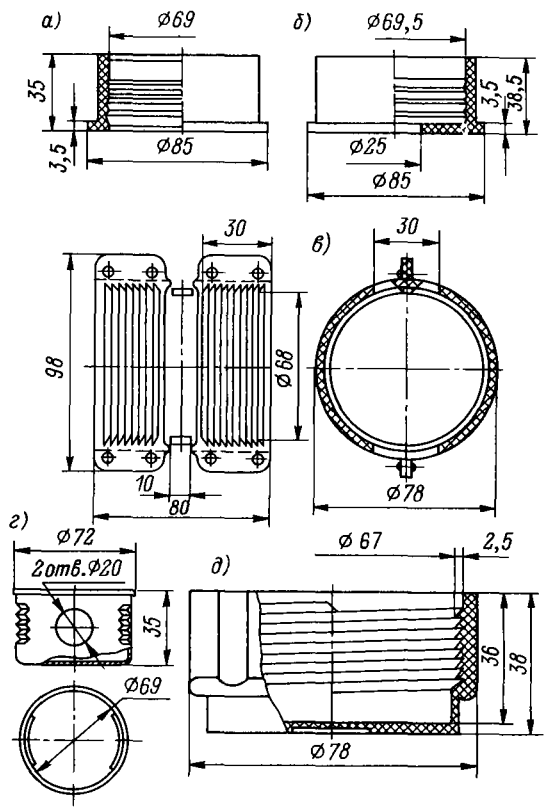


Рис 13 15 Коробки для установки выключателей, переключателей и штепсельных розеток *а* — Л90, *б* — Л91, *в* — У92, *г* — КУВ-1М, *д* — Л48

Таблица 13 37

Технические данные коробок под выключатели КВ и розетки КР

Тип		Номинальный ток, А	Размеры, мм			Масса, кг
коробки	аппарата		Длина	Ширина	Высота	
КВ2-10УХЛ4	ПВ2-10	10	171	171	125	1,6
КВ3-10УХЛ4	ПВ3-10	10	171	171	125	1,6
КВ3-25УХЛ4	ПВ3-25	25	171	171	125	1,9
КР2-25УХЛ4	РШ-П-20-О-25/220	25	171	101	98	1,7
КР3-25УХЛ4	РШ-ЗО-М-25/380	25	171	101	98	1,9
КР2-10УХЛ4	РШ-Ц-20-б-40/220	10	129	81	56	0,6

Таблица 13 38

Технические данные тросовых коробок для ответвлений от магистральных осветительных линий

Тип коробки	Характеристика магистральной линии	Способ закрепления коробки	Способ присоединения коробки	Сечение проводов, мм²		Масса, кг
				магистральных	ответвительных	
У230УЗ У231УЗ	Провод со встроенным в него несущим тросом	Анкером	К зажимам коробки	4—10 16—35	1,5—2,5 1,5—4,0	1,54 2,10
У245УЗ У246УЗ	Провод или кабель, подвешиваемый к несущему тросу	Скобой	К ответвительным сжимам	4—10 16—35	1,5—2,5 1,5—4,0	0,54 1,16

В табл. 13.38 приведены технические данные тросовых коробок для ответвлений от магистральных линий к приемникам электроэнергии и подвешивания ОП массой до 5 кг при выполнении электропроводок напряжением до 380 В на тросах.

Изделия для крепления светильников

Поворотные кронштейны КПК, КПТ, КПШ (рис. 13.16) предназначены для подвешивания ОП массой до 15 кг; их технические данные приведены в табл. 13.39. Основными элементами кронштейнов являются стойка *3* и консоль *4*, положение которой можно регулировать перестановкой вдоль стойки *3* с шагом 75 мм. На свободном конце консоли *4* шарнирно закреплены держатель *5* и патрубок *6*. Кроиштейн монтируют путем подвешивания его с помощью упора *1* на перилах мостика с последующим креплением к перилам и основанию мостика крюками *2*. В стойке *3* предусмотрены отверстия для крепления ПРА, а также закладных подвесок К340—К342 для прокладки кабеля аварийного освещения. Шинопровод ШОС4-25 к стойке *3* крепят скобой К474М, а ШРА4-100 — настенным кронштейном У2893М, входящим в комплект шинопроводов.

ОП в зависимости от их конструкции либо крепят навинчиванием на патрубок *6*, либо навешивают на держатель У25М, который предварительно закрепляют на патрубке 6.

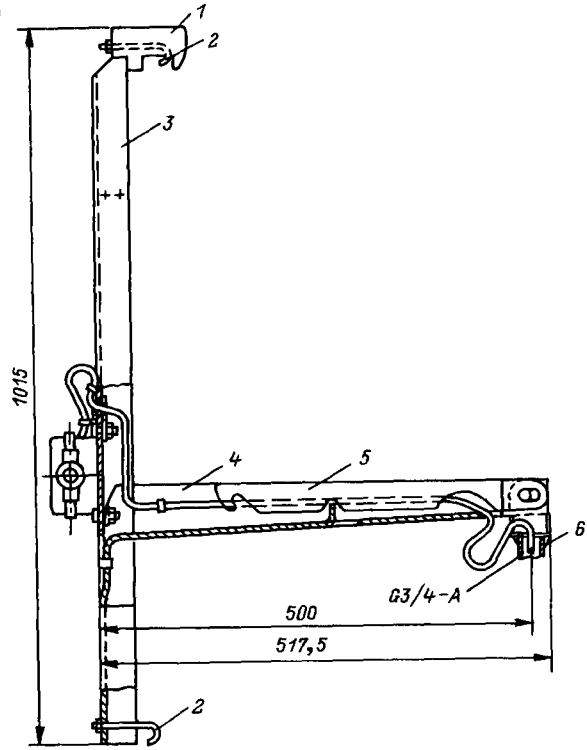
Для перемещения ОП в зону, удобную для обслуживания, консоль *4* поворачивают на угол 45° и закрепляют крюком держателя *5* путем введения его в отверстие стойки *3*.

Кронштейн У116 (рис. 13.17) предназначен для установки ОП массой до 10 кг. Крепление кронштейна к строительным основаниям производят болтами, приваркой или пристрелкой. ОП на свободном конце консоли закрепляют

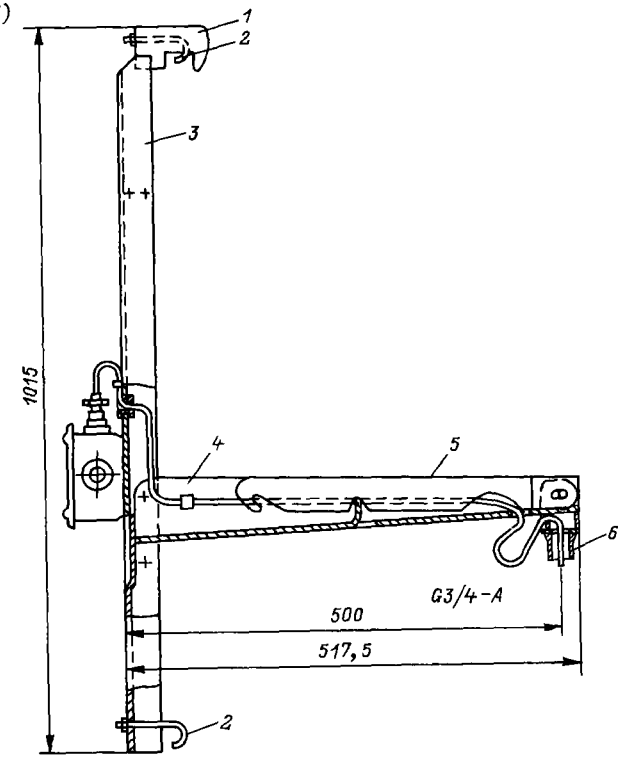
Технические данные поворотных кронштейнов

Тип кронштейна	Групповая сеть		Ответвительная цепь к светильнику				Масса, кг
	Напряжение, В	Выполнение сети	Напряжение, В	Ток, А	Степень защиты коробки	Способ присоединения к ответвительной коробке	
КПК10-20УЗ	380/220	Кабель с жилой сечением до 25 мм^2	220	10	IP20	Вилкой к розетке 10 А, 250 В	5
КПК25-54УЗ	380/220 660/380	То же, сечением до 35 мм^2	380/220	25	IP54	Проводом	4,7
КПТ10-43УЗ	380/220	Провод (кабель) в трубе с условным проходом 20 мм	380/220	25/10	IP43	Вилкой к розетке 10 А, 250 В или проводом	5,3
КПТ25-43УЗ	660/380		380	25	IP43	Проводом	5,7
КПШУЗ	380/220	Шинопровод ШОС4-25	220	10	IP44	Вилкой 10 А, 250 В	3,7
		Шинопровод ШРА4-100	380/220	25/10	IP32	Вилкой 25/10 А, 380/220 В	3,7

а)



б)



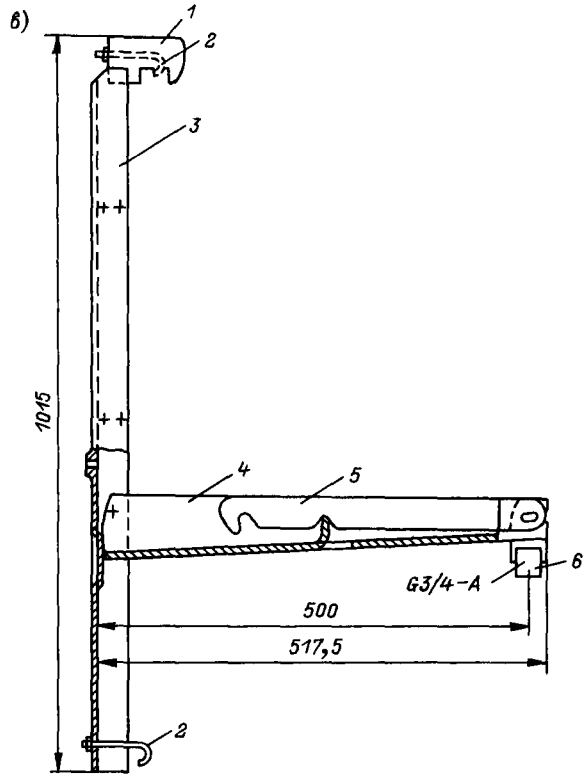


Рис 13 16 Поворотные кронштейны *а* — КПК, *б* — КПТ, *в* — КПШ

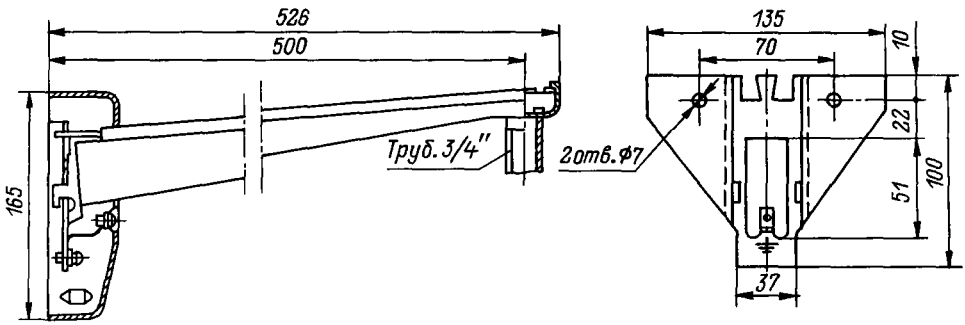


Рис 13 17 Кронштейн У116

накидной гайкой или с помощью держателя У25М Провода от ОП подводят к ближайшей ответвительной коробке или к ответвительным сжимам У739М, которые располагают в кожухе кронштейна, при этом кронштейн зануляется присоединением рабочего нулевого провода к зажиму заземления, расположенному на основании кронштейна Масса кронштейна 1,25 кг.

Трубчатые подвесы (рис 13.18, *а*) К980—К983 соответственно длиной 630, 1000, 1600 и 2500 мм предназначены для крепления ОП массой до 15 кг на фермах и перекрытиях ОП к подвесу крепят навинчиванием или с помощью держателя У25М.

Кронштейн К986 (рис 13.18, *б*) пред-

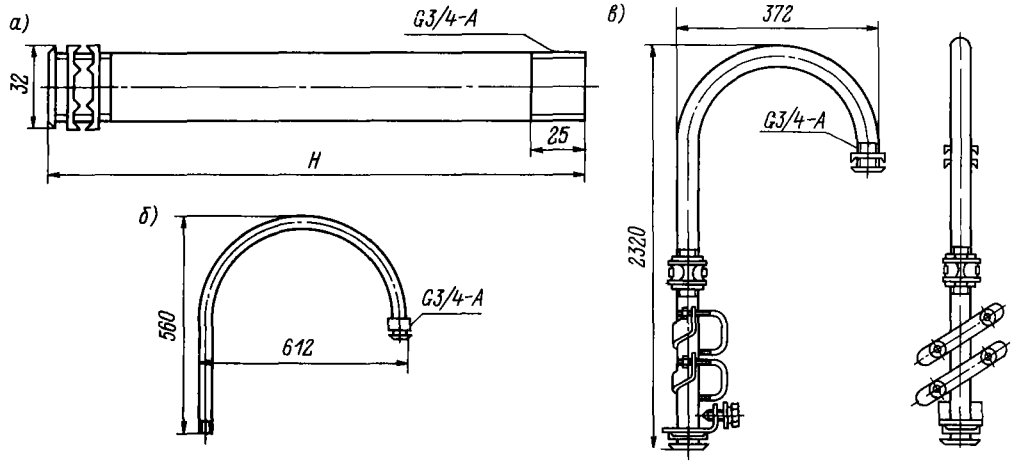


Рис 13 18 Конструкции для крепления светильников: *а* — трубчатый подвес К980 — К983, *б* — кронштейн К986, *в* — стойка К987

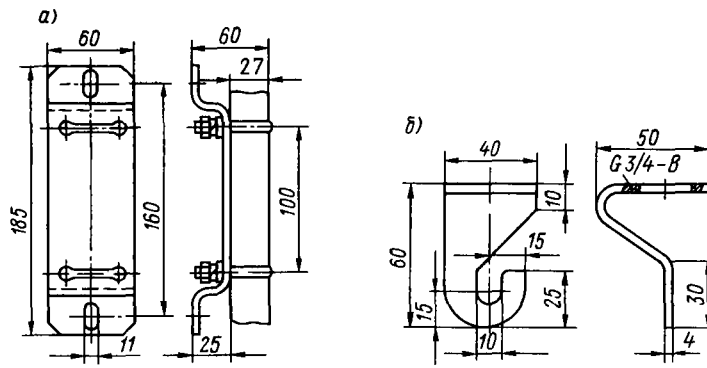


Рис 13 19 Держатели *а* — К939, *б* — У25М

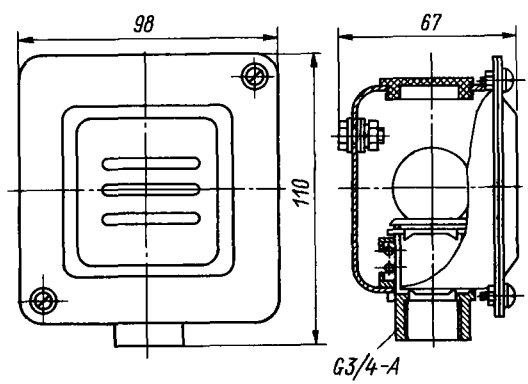


Рис 13 20 Коробка-амортизатор К937

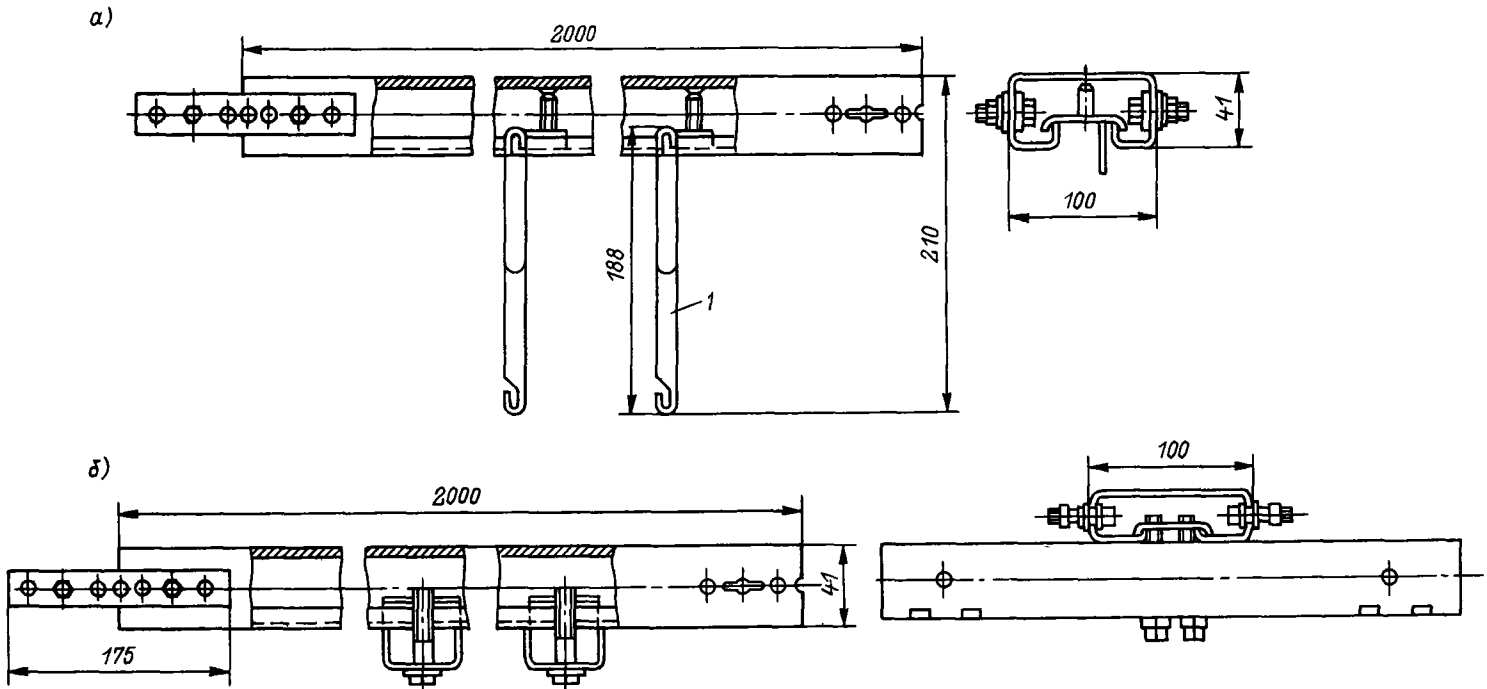


Рис 13.21 Короба *а* — типа КЛ-1, *б* — типа КЛ-2

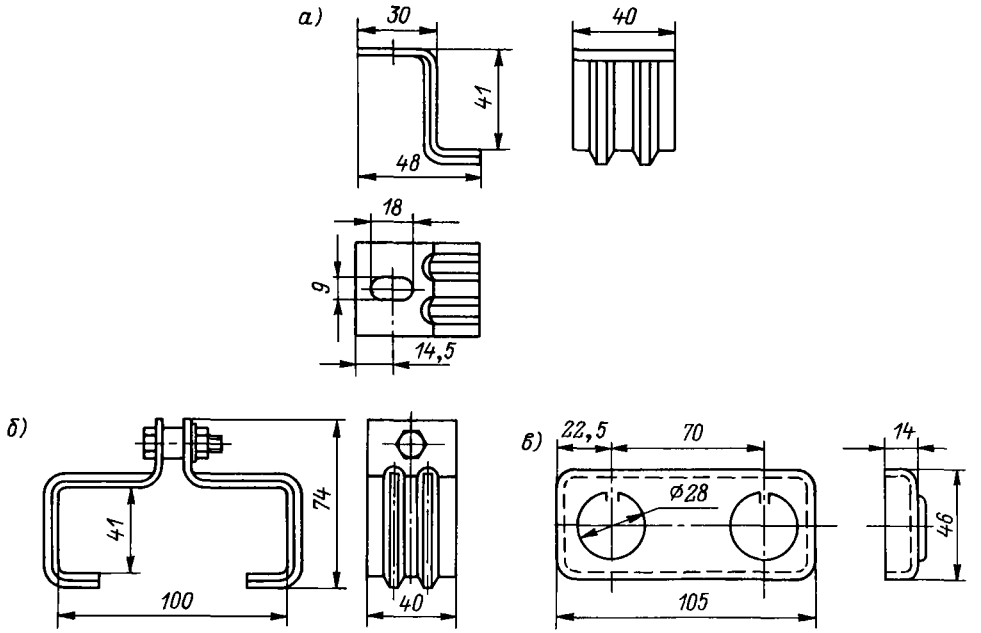


Рис 13 22 Элементы коробов КЛ *а* — потолочная скоба КЛ-СП, *б* — тросовый подвес КЛ-ПТ, *в* — заглушка КЛ-3

назначен для крепления ОП массой до 12 кг на стенах, колоннах или фермах. Масса 1,34 кг.

Стойка К987 (рис 13.18, *в*) предназначена для крепления ОП массой до 12 кг к перилам или ограждениям мостиков, площадок, переходов и т. п. Масса 4,6 кг.

Трубный держатель К939 (рис. 13.19, *а*) является промежуточным элементом для установки кронштейнов К986 на стенах или колоннах. Масса 0,42 кг

Держатель светильника У25М (рис. 13 19, *б*) предназначен для закрепления ОП массой до 15 кг на кронштейнах, подвесах и стойках, имеющих наружную резьбу 3/4″.

Коробка-амортизатор К937 (рис 13.20) предназначена для подвешивания ОП массой до 12 кг к основаниям, подверженным вибрации. Закрепляют коробку двумя гайками на резьбовой части подвесов, стоек и кронштейнов, а ОП крепят к резьбовому патрубку, при этом обеспечивается группа условий эксплуатации М3 по ГОСТ 17516—72. Степень защиты IP31, масса 0,58 кг.

Для подвешивания ОП с ЛЛ и для прокладки проводов электропроводки предназначены конструкции коробов, в номенклатуру которых входят короба КЛ-1 для однорядной подвески ОП (рис. 13.21, *а*), КЛ-2 для двухрядной подвески ОП (рис 13.21, *б*) потолочная скоба КЛ-СП (рис. 13.22, *а*), тросовый подвес КЛ-ПТ (рис 13.22, *б*) и заглушка КЛ-3 (рис. 13.22, *в*) Соединяют короба между собой накладками и стандартными болтами, что обеспечивает непрерывную электрическую цепь заземления (зануления). Кроме того, короба КЛ комплектуют ответвительными сжимами У739М для присоединения ОП к магистральным проводам из расчета на два короба три сжима Допустимая нагрузка на короба КЛ-1 при расстоянии между опорами 2 м равна 700 Н, на короба КЛ-2 при расстоянии между опорами 1 м — 1400 Н. ОП закрепляют на подвесах *1* (рис 13.21, *а*), которые в рабочем положении складываются и заходят в короб, а при осмотре и ремонте ОП выдвигаются из короба.

Глава четырнадцатая

МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

14.1. МОНТАЖ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Выбор осветительных электропроводок

Электропроводкой называют совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями: трубами, скобами, кронштейнами, изоляторами и т. п.

В зависимости от места прокладки и условий эксплуатации осветительные электропроводки могут быть внутренними и наружными. Внутренними называют проводки, прокладываемые в закрытых отапливаемых и неотапливаемых зданиях и сооружениях, не подверженные действию атмосферных осадков и непосредственному воздействию температуры наружного воздуха. К наружным относят проводки, прокладываемые по наружным стенам зданий и сооружений и между ними, а также под навесами. Эти проводки могут подвергаться действию осадков и работают в условиях изменяющейся температуры наружного воздуха.

Осветительные электропроводки подразделяют на открытые, прокладываемые по поверхности стен и перекрытий, по фермам и другим конструкциям, и на скрытые, прокладываемые в конструктивных элементах зданий (в стенах, полах, перекрытиях), а также в полостях над непроходными подвесными потолками и в земле.

В производственных зданиях и сооружениях рекомендуются преимущественно открытые электропроводки, при этом, как правило, их следует выполнять беструбными: кабелями, прокладываемыми как непосредственно по строительным основаниям, так и на лотках и тросах.

Изолированные провода следует применять для прокладки электропроводок в коробах типа КЛ, в корпусах ОП с ЛЛ, которые состыкованы в линию, в трубах и на изоляторах.

В общественных и жилых зданиях, а также в производственных помещениях с повышенными эстетическими требованиями к интерьеру, как правило, используют скрытые электропроводки.

Для выполнеиия осветительных линий как в производственных, так и в общественных зданиях стали широко применять шинопроводы.

Для выбора конкретного вида электропроводки необходимо располагать данными о среде помещения и группе возгораемости материалов строительных конструкций, по которым прокладывают электропроводку. В табл. 14.1 приведена классификация сред и помещений в соответствии с ПУЭ, а в табл 14.2 — классификация строительных материалов и конструкций по группам возгораемости

В табл. 14.3 приведены рекомендации к выбору видов осветительных проводок применительно к условиям среды.

В осветительных сетях, как правило, следует применять кабели и провода с алюминиевыми и алюмомедными жилами.

Кабели и провода с медными жилами следует использовать в следующих случаях для помещеиий со средой, химически активной по отношению к алюминию, для электропроводок на чердаках, кроме проводок в стальных трубах и скрытых проводок, для присоединения к сети свободно подвешиваемых осветительных приборов, а также устройств, размещаемых на виброизолирующих опорах, для ввода в ПРА и ОП, питаемые напряжением 380 В, или для присоединения их к сети через электрические соединения; во взрывоопасных зонах классов В-I и В-Iа, а также для присоединеиия к сети переносных и передвижных ОП [63, 65].

Таблица 14 1

Классификация сред и помещений

Среда (помещение)	Относительная влажность, %	Характеристика среды (помещения)
Нормальная	—	Отсутствует технологическая пыль, газы и пары, способные нарушать нормальную работу оборудования Окружающая температура длительно не превышает 30 °С
Жаркая	—	То же, но окружающая температура длительно превышает 35 °С
Сухая	Не более 60	То же что для нормальной среды, но конденсация паров воды практически невозможна
Влажная	60—75	То же что для нормальной среды, но имеются пары воды, способные временно в небольших количествах конденсировать при резких и глубоких понижениях температуры
Сырая	Более 75	То же что для нормальной среды, но имеются пары воды, способные конденсировать при небольших понижениях температуры
Особо сырая	Близка к 100	То же что для нормальной среды, но пары воды постоянно конденсируют, стены, пол и потолок покрыты влагой
Пыльная	—	По условиям производства выделяется технологическая пыль, оседающая на проводах и оборудовании, способная проникать внутрь машин, аппаратов
Химически активная	—	Постоянно или длительное время содержатся активные газы и пары или образуются отложения, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования
Пожароопасная	—	Применяются или хранятся горючие вещества
Взрывоопасная	—	По условиям технологии могут образовываться взрывоопасные смеси горючих газов, паров с воздухом или кислородом, горючих пылей или волокон с воздухом

Таблица 14 2

Группа возгораемости строительных материалов и конструкций

Группа возгораемости	Характеристика по возгораемости	
	материалов	конструкций
Несгораемые	Под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тают и не обугливаются	Выполнены из несгораемых материалов
Трудносгораемые	Под воздействием огня или высокой температуры с трудом воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть или тлеть только при наличии источника огня (после удаления источника огня горение и тление прекращаются)	Выполнены из трудносгораемых материалов, а также из сгораемых, но защищенных от огня штукатуркой или облицовкой из несгораемых материалов
Сгораемые	Под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются или тлеют и продолжают гореть или тлеть после удаления источника огня	Выполнены из сгораемых материалов и не защищены от огня или высоких температур

Таблица 14 3

Виды электропроводок и способы прокладки проводов и кабелей в зависимости от окружающей среды

Вид электропроводки и способ прокладки проводов и кабелей	Рекомендуемые марки проводов и кабелей
Сухие помещения	
Открытая — по несгораемым, трудносгораемым и сгораемым основаниям	
непосредственно по поверхностям стен, потолков и на струнах, лентах, полосах по поверхностям стен, потолков, покрытым сухой или мокрой штукатуркой	АПВ, АППВ, АПРН, АВВГ, АВРГ, АПРФ, АППВ
на роликах и клицах	АПРИ, АПВ, ПРД*, ПРВД*
на изоляторах	АПРИ, АПВ
на лотках и в коробах с открываемыми крышками	АВВГ, АВРГ, АПВ, АПРН
в электротехнических плинтусах	АПВ, АППВ, АПРИ, АПРН
в винипластовых или стальных трубах	АПВ, АППВ, АПРН
на тросах	АВТВ, АРТ, АВВГ, АВРГ, АПРН, АПВ
Скрытая — по негорючим, трудногорючим и горючим строительным конструкциям и поверхностям	
в замкнутых каналах строительных конструкций, под штукатуркой, в бороздах железобетонных плит, поверх негорючих плит перекрытий под чистым полом, в пределах чердака или кровли, поверх перекрытия верхнего этажа	АППВ, АПВ
в винипластовых и полиэтиленовых трубах (в том числе замоноличенных в строительные конструкции при их изготовлении на заводе)	АПВ, АППВ, АПРН
в стальных трубах и глухих стальных коробках (непосредственно)	АПВ, АППВ, АПРН
при закладке (замоноличивании) в крупнопанельные конструкции жилых зданий при изготовлении их на заводе	АППВ, АПВ
в полостях над непроходными подвесными потолками, в винипластовых или стальных трубах, на лотках	АПВ, АППВ, АПРН, АВВГ, АВРГ, АНРГ
Влажные помещения	
Открытая — по несгораемым, трудносгораемым и сгораемым основаниям	
непосредственно по поверхностям стен, потолков и на стальных лентах, полосах, струнах	АПВ, АППВ, АПРН, АПРИ, АВВГ, АВРГ, АНРГ
по поверхностям стен, потолков, покрытым сухой или мокрой штукатуркой	АППВ
на роликах и клицах	АПРИ, АПВ
на изоляторах	АПРИ, АПВ
на лотках и в коробах с открываемыми крышками	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВ, АПРН
в винипластовых и стальных трубах	АПВ, АППВ, АПРН
на тросах	АВТВ, АРТ, АПРН, АПВ
Скрытая — по негорючим, трудногорючим и горючим строительным конструкциям и поверхностям	
в замкнутых каналах строительных конструкций, под штукатуркой, в бороздах железобетонных плит, поверх негорючих плит перекрытий под чистым полом, в пределах чердака или кровли, поверх перекрытия верхнего этажа	АППВ, АПВ
в винипластовых и полиэтиленовых трубах (в том числе замоноличенных в строительные конструкции при их изготовлении)	АПВ, АППВ, АПРН
в стальных трубах и глухих стальных коробах (непосредственно)	АПВ, АППВ, АПРН
в полостях над непроходными подвесными потолками	АПВ, АППВ, АПРН, АВВГ,

Продолжение табл 14 3

Вид электропроводки и способ прокладки проводов и кабелей	Рекомендуемые марки проводов и кабелей
в винипластовых и стальных трубах, на лотках	АВРГ, АНРГ
в замкнутых каналах негорючих строительных конструкций	АППВ, АПВ
Сырые и особо сырые помещения	
Открытая — по несгораемым, трудносгораемым и сгораемым основаниям	
непосредственно по поверхностям стен, потолков и на стальных полосах, струнах и лентах	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВ, АППВ**, АПРН
на изоляторах	АПВ
на лотках и в коробах с открываемыми крышками	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВ, АПРН
в стальных трубах ***	АПВ, АППВ**, АПРН
на тросах	АВТВ, АРТ, АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПРН, АПВ
Скрытая — по негорючим, трудногорючим и горючим строительным конструкциям и поверхностям	
в винипластовых и стальных трубах, в глухих стальных коробах (непосредственно)	АПВ, АППВ, АПРН
по стеиам, перегородкам, перекрытиям в сухой или мокрой штукатурке	АППВ **
в замкнутых каналах негорючих строительных конструкций	АППВ **, АПВ
Жаркие помещения	
Открытая — по несгораемым, трудносгораемым и сгораемым основаниям	
непосредственно по поверхностям стен, потолков и на стальных полосах, струнах, лентах	АНРГ, АВВГ, АВРГ, АПРФ, АПРН
на изоляторах	АПРИ, АПВ
на лотках и в коробах с открываемыми крышками	АНРГ, АВВГ, АВРГ, АПВ, АПРН
в стальных трубах	АПВ, АПРН
на тросах	АВТВ, АРТ, АНРГ, АВВГ, АВРГ, АПРН, АПВ
Скрытая — по негорючим, трудногорючим и горючим строительным конструкциям и поверхностям	
в стальных трубах и глухих стальных коробах (непосредственно)	АПВ, АПРН
Пыльные помещения	
Открытая — по несгораемым, трудносгораемым и сгораемым основаниям	
непосредственно по поверхности стен, потолков и на стальных полосах, лентах, струнах	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВ, АППВ, АПРН
на изоляторах	АПРИ, АПВ
в винипластовых или стальных трубах, на лотках или в коробах с открываемыми крышками	АПВ, АПРН, АППВ, АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВ, АПРН
на тросах	АВТВ, АРТ, АВВГ, АВРГ, АПРН
Скрытая — по негорючим, трудногорючим и горючим строительным конструкциям и поверхностям	
в винипластовых, полиэтиленовых или стальных трубах	АПВ, АПРН, АППВ
по стенам, перегородкам, перекрытиям, в сухой или мокрой штукатурке	АППВ **
в замкнутых каналах негорючих строительных конструкций	АППВ **, АПВ

Окончание табл 14 3

Вид электропроводки и способ прокладки проводов и кабелей	Рекомендуемые марки проводов и кабелей
Помещения с химически активной средой	
Открытая — по несгораемым, трудносгораемым и сгораемым основаниям	
в винипластовых трубах	АПВ, АПРН
непосредственно по строительным основаниям	АВВГ, АНРГ, АВРГ
на изоляторах	АПРИ, АПВ
на тросах	АВВГ, АНРГ, АВРГ
Скрытая — по негорючим и трудногорючим строительным конструкциям и поверхностям в винипластовых и полиэтиленовых трубах	АПВ, АПРН
Во взрывоопасных зонах	
Открытая — по негорючим конструкциям и поверхиостям:	
в стальных водогазопроводных трубах	АПВ
непосредственно по строительным основаниям и на стальных полосах	АВВГ, АВРГ, АНРГ
на лотках и тросах	АВВГ, АВРГ, АНРГ
Скрытая — по негорючим конструкциям и поверхностям в стальных водогазопроводных трубах	АПВ
В пожароопасных зонах	
Открытая — по несгораемым и трудносгораемым строительным основаниям:	
непосредственно по строительным основаниям и на стальных полосах, струнах, лентах	АНРГ, АВВГ, АВРГ, АПРФ, АПРН
на тросах	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПРН
на лотках и в коробах с открываемыми крышками	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВ, АПРН, АПРФ
в винипластовых трубах	АПВ, АПРН
Скрытая — по негорючим конструкциям и поверхностям в винипластовых и стальных трубах	АПР, АПРН
Наружные электропроводки	
Открытая — по несгораемым, трудносгораемым и сгораемым строительным основаниям·	
непосредственно по стронтельным основаниям и на стальных полосах, струнах, лентах	АВВГ, АНРГ, АВРГ
на изоляторах	АПРИ, АПВ
на лотках или в коробах с открываемыми крышками	АВВГ, АНРГ, АВРГ, АПРН **, АПВ **
на тросах или в виде перекидки (вводы в здания)	АВТ, АВТУ
в винипластовых или стальных трубах ***	АПВ, АПРН
Скрытая — по негорючим н трудногорючим строительным конструкциям и поверхностям в винипластовых, полиэтиленовых и стальных трубах	АПВ

* Для прокладки в жилых и общественных зданиях при реконструкцни.

** Кроме особо сырых помещений

*** Запрещается применение стальных труб с толщиной стенки 2 мм и менее в сырых и особо сырых помещениях и на открытом воздухе

Примечание В таблице провода и кабели указаны в предпочтительной последовательности Когда согласно ПУЭ или другим нормативным документам требуется применение проводов и кабелей с медными жилами, следует указаиную марку с алюминиевой жилой заменить соответственно маркой провода или кабеля с медной жилой

Особенности монтажа отдельных видов осветительных электропроводок

Монтаж осветительных шинопроводов осуществляют в такой последовательности: приемка трассы под монтаж; привязка к трассе мест крепления и их разметка; крепление опорных конструкций к строительным основаниям, сборка секций шинопровода в блоки; подъем, соединение и закрепление блоков и секций в состыкованном состоянии на опорных конструкциях; проверка непрерывности электрических цепей и заземления (зануления), штепсельное подключение ОП и линий шинопровода к групповым осветительным щиткам; проверка фазировки и измерение сопротивления изоляции.

В табл. 14.4 систематизированы основные способы установки осветительных шинопроводов. Для поворотов на углы, отличные от 90°, перехода с одной отметки на другую, пересечения балок, температурных и осадочных швов применяют гибкие секции.

При проектировании ОУ с шинопроводами в составе проекта должны приводиться планы монтажа шинопроводов, установочные чертежи и полная спецификация комплектующих узлов шинопроводов. В случае отсутствия стандартизованных узлов в составе проекта приводят рабочие чертежи для изготовления этих узлов в мастерских.

При большом количестве ОП с ЛЛ в сухих и влажных помещениях с нормальной средой широко применяют короба КЛ-1 для однорядной подвески и КЛ-2 для двухрядной подвески ОП. Короба удобны тем, что они стыкуются в линию и в них допускается прокладка по разным сторонам короба проводов рабочего и аварийного освещения.

Операции по монтажу коробов осуществляют в мастерских или на трассе. В мастерской, как правило, выполняют сборку двухметровых секций коробов в блоки по 6—12 м и маркировку; резку проводов и заготовку пучков проводов с последующей их маркировкой и бухтованием. На трассе прежде всего осуществляют проверку соответствия чертежам необходимых отверстий и гнезд под крепежные конструкции, а также проемов в перегородках и стенах Далее осуществляют: монтаж крепежных конструкций, при этом при креплении коробов вплотную к перекрытию применяют скобы, которые закрепляются болтами или дюбелями с шагом 2 м, а при креплении на проволоке — тросовые подвесы; подъ-

Таблица 14.4

Способы установки осветительных шинопроводов

Место установки	Опорная конструкция	Крепление опорной конструкции
На стене	Одиночное основание с кабельной полкой или кронштейн	Пристрелкой к кирпичному или железобетонному основанию и приваркой к металлическому
Вдоль нижнего пояса железобетонных ферм	Закреп для железобетонных ферм	Шпильками к нижнему поясу фермы
Поперек железобетонных ферм выше нижнего пояса	Стойка для железобетонных ферм и прямоугольная труба	Шпильками стойки *
Вдоль металлических ферм	Подвес	Крюком подвеса
Поперек металлических ферм выше нижнего пояса	Стойка для металлических ферм и прямоугольная труба	Непосредственно к нижнему поясу фермы *
Совместно с распределительным шинопроводом	Подвес комбинированный	Непосредственно к нижнему поясу фермы **
Прокладка по железобетонным колоннам с пролетом между ними до 6 м	Охват и прямоугольная труба	Непосредственно к колоннам

* Прямоугольная труба закреплена на стойке или на обхвате

** К нижнему поясу фермы прикреплен закреп, с которым стыкуют раму подвеса К раме подвеса крепят хомуты

ем блоков и секций коробов в проектное положение, соединение их между собой с последующей фиксацией на трассе; прокладку пучков проводов внутри коробов, перекрытие торцов коробов заглушками, которые имеют надрубы для ввода труб или патрубков диаметром до 28 мм, присоединение с помощью стальной полосы сечением не менее 40×2 мм^2 первой и последней секции короба к устройству заземления или зануления, навешивание ОП и подсоединение их с помощью ответвительных сжимов У739 к пучкам проводов без разрезания магистральных проводов; подключение проводов к групповым осветительным щиткам; проверку надежности крепления коробов к строительным основаниям и качества соединения секций коробов между собой, обеспечение непрерывности цепи заземления и ее нормированного сопротивления, контроль присоединения проводов и фазировки, а также сопротивления изоляции.

При монтаже электропроводок в трубах используют пластмассовые и стальные трубы. Области применения стальных труб систематизированы в табл. 14.5

Монтаж электропроводок в трубах выполняют в две стадии. На первой стадии осуществляют комплектование трубных трасс стандартизованными изделиями, заготовку труб и проводов (кабелей) с последующей их частичной сборкой в мастерских, укладку в контейнеры и доставку их в зону монтажа При заготовке стальных труб важной операцией является нанесение антикоррозионного покрытия. Перечень лакокрасочных материалов, используемых для антикоррозионных покрытий, приведен в табл. 14.6

На второй стадии монтажные операции осуществляют на самой трассе и прежде всего проводят проверку соответствия чертежам необходимых отверстий каналов, борозд и ниш в стенах, перегородках, перекрытиях и фундаментах. При этом ширина и глубина борозд для скрытой прокладки труб должна соответствовать данным табл 14.7. Следующей и весьма ответственной операцией является разметка трассы и установка крепежных конструкций Нормированные размеры для разметки трубных трасс приведены в табл 14 8.

Таблица 14 5

Область применения стальных труб для открытых и скрытых электропроводок

Вид труб	Область применения	Применение запрещается
Электросварные тонкостенные, ГОСТ 10704—76	В сухих и влажных помещениях при открытой прокладке без уплотнения мест соединения труб и вводов в коробки В сухих и влажных помещениях при скрытой прокладке, а также при открытой и скрытой прокладке в жарких, пыльных, пожароопасных помещениях и на чердаках (соединение труб стандартными стальными муфтами с накатной резьбой с уплотненнем мест соединения и вводов в коробки)	Во взрывоопасных зонах В качестве заземляющих и нулевых защитных проводников при толщине стенки до 1,5 мм в зданиях и до 2,5 мм в наружных установках В земле
Легкие водогазопроводные, ГОСТ 3262—75	В сухих и влажных помещениях при открытой прокладке без уплотнения мест соединения труб и вводов в коробки В сухих и влажных помещениях при скрытой прокладке, а также при открытой и скрытой прокладке во всех других помещениях, на чердаках и на открытом воздухе (соединение труб стальными муфтами на резьбе с уплотнением мест ввода в коробки)	Во взрывоопасных зонах, кроме зон классов В-Iб, В-Iг
Обыкновенные водогазопроводные, ГОСТ 3262—75	Только во взрывоопасных зонах всех классов	Во всех помещениях и установках, кроме взрывоопасных

Таблица 14 6

Лакокрасочные материалы для антикоррозионного покрытия стальных труб

Наименование	Область применения
Лак БТ-5100, БТ-5101	Помещения с нормальной средой Кратковременная защита трубных заготовок без хранения на складах
Каменноугольный лак	Нанесение в два слоя для наружной защиты труб при прокладке их под полами в нормальном грунте
Эмаль НЦ-1200	Наружная и внутренняя защита при прокладке труб на открытом воздухе (атмосферостойкая защита)
Эмаль НЦ-132	Прокладка труб по стенам или замасливаемому технологическому оборудованию
Эмаль ПФ68, ПФ64	Долговременная защита при прокладке в особо сырых помещениях и на открытом воздухе
Лак БТ-577, краска БТ-177	Наружная защита труб от атмосферной коррозии в нормальных средах
Лак ХВ-784, эмаль ХВ-785	Сырые и особо сырые помещения, помещения с агрессивными средами (агрессивные газы, кислоты, слабые щелочи)
Эмаль КФ-252	Помещения аккумуляторных батарей
Эмаль ВН-780	Помещения с различной средой и наружные установки
Грунтовка ГФ-020	Предварительное покрытие

Таблица 14 7

Ширина и глубина борозд для скрытой прокладки труб

Наружный диаметр трубы, мм	Глубина борозды, мм	Ширина борозды, мм, при числе труб				
		1	2	3	4	5
20	30	30	55	85	110	140
25	35	35	65	105	140	180
32	45	45	85	130	175	220
40	55	55	105	160	210	260
50	65	65	130	200	270	335
63	80	80	160	240	310	380

Монтаж труб начинают от мест, имеющих точную привязку на трассе (силовые пункты, осветительные щитки и т. д.), путем укладки одиночных труб и сборок с вводом их концов в оболочки оборудования с последующим креплением

Соединение стальных труб во всех случаях скрытой прокладки, а также при открытой прокладке в сырых, особо сырых, жарких и пожароопасных помещениях, в помещениях с активной химической средой выполняют только резьбовыми муфтами с уплотнением мест соединения подмоткой фторопластовой ленты типа ФУМ.

Для электропроводок, не требующих уплотнения соединений труб, допускаются безрезьбовые соединения раструбами, манжетами или гильзами. При этом стальные трубы должны иметь надежный электрический контакт друг с другом, а также с металлическими корпусами соединительных и ответвительных коробок, кронштейнами и должны быть заземлены (занулены).

После монтажа трубопроводов производят его проверку и подготовку к затягиванию проводов. Перед затягиванием проводов при необходимости осуществляют его продувку сжатым воздухом (давление 0,5—0,7 кПа) с добавлением талька. Затем на концы стальных труб устанавливают пластмассовые втулки и осуществляют затягивание проводов с последующим их присоединением к ЭУ, ОП и т. д.

Заключительной операцией является проверка и испытание смонтированной электропроводки.

Проводки на несущем тросе широко применяют для монтажа магистральных

Таблица 14 8

Нормированные размеры для разметки трубных трасс

Элементы разметки	Условный проход стальной трубы, мм	Нормированный размер, мм
Наибольшее расстояние между точками крепления на горизонтальных и вертикальных участках	15—20	2500
	25—32	3000
	40—80	3500—4000
Расстояние между осями параллельно проложенных труб	До 25	65
	32—40	80
	50	105
Глубина заложения стальных труб	Любой	Не менее 20
Расстояние от труб отопления и горячего водоснабжения при параллельной прокладке		Не менее 100
То же, но при пересечениях		Не менее 50
Расстояние крепления от места поворота		150—200
То же, от точек крепления труб до щитков и аппаратов		800
То же, до светильников, протяжных коробок и ящиков		300
То же, до светильников, установленных на кронштейнах		1000
Расстояние между протяжными коробками		
на прямых участках		Не более 75 000
при одном изгибе трубы		Не более 50 000
при двух изгибах трубы		Не более 40 000
при трех изгибах трубы		Не более 20 000
Радиус изгиба труб (СНиП 3.05 06-85) при прокладке.		
открытой, в перекрытиях, для вертикальных выходов и т д		400
в монолитных фундаментах и при прокладке в них кабелей с однопроволочными жилами		800 или 1000

и групповых электрических сетей освещения улиц, эстакад и спортивных площадок, в производственных и складских помещениях и других сооружениях с самой разнообразной средой при соответствующем выборе проводов и кабелей. Тросовые осветительные электропроводки по сравнению с другими имеют следующие преимущества: простое и надежное крепление к строительным основаниям, возможность подвески линии на любой отметке, простоту демонтажа и переноса линии.

В общем случае монтаж тросовых электропроводок производят в две стадии. На первой стадии в мастерских осуществляют заготовку проводов и кабелей, проволоки, сборку тросовых линий, сматывание тросовых линий в бухты и их маркировку. При выполнении тросовых электропроводок проводами с несущим тросом операции, связанные с заготовкой проволоки и закреплением на ней проводов или кабелей, не производят.

На трассе осуществляют установку крепежных элементов, раскатку заготовленных линий и временное закрепление их на высоте 1,5—2,0 м с последующим закреплением и присоединением ОП. Затем закрепляют один из концов несущего троса на анкере и подсоединяют к тросу заземляющий (зануляющий) проводник, а далее производят с помощью лебедки подъем линии на проектную отметку и закрепление ее на промежуточных подвесах.

Второй конец несущего троса присоединяют к натяжному устройству и производят окончательную натяжку линии, при этом подсоединяют конец троса к заземляющему проводнику и фиксируют промежуточные крепления в проектном положении. В заключение провода линии подключают к групповым щиткам, осуществляют проверку целостности линии и измеряют сопротивление ее изоляции.

При монтаже групповых сетей плоскими проводами по конструкциям или

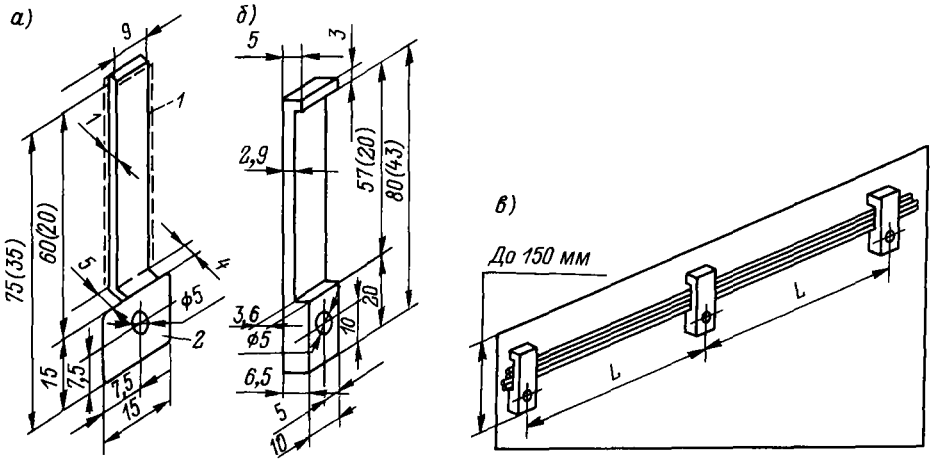


Рис 14 1 Изделия для крепления плоских проводов *а* — полускоба (*1* — трубка из поливинил хлоридного пластика, *2* — металлическая пластина), *б* — скоба из полистирола, *в* — схема рас положения крепежных изделий на трассе

Таблица 14 9

Ширина борозд для скрытой прокладки плоских проводов

Марка провода	Число проводов в борозде	Ширина борозды, мм
АППВ2×2,5 и АППВ3×2,5	1	20
АППВ2×2,5	2	30
АППВ2×2,5	3	35
АППВ3×2,5	2	35
АППВ2×2,5 и АППВ3×2,5	1+1	30
АППВ2×2,5 и АППВ3×2,5	2+1	40

при прокладке под слоем штукатурки наиболее трудоемкой операцией является крепление проводов к строительным основаниям Для снижения трудоемкости монтажа в тресте «Электромонтаж-55» Главленинградстроя разработаны и внедрены новые конструкции для крепления проводов марки АППВ. Полускоба (рис 14.1, *а*) состоит из профилированной металлической пластины толщиной 0,6—0,8 мм, на узкую часть которой надета трубка *1* из поливинилхлоридного пластика (штриховые линии), при этом широкая часть оснащена отверстием. Преимущества конструкции: крепление осуществляют одним гвоздем (дюбелем), а закладку проводов — после установки полускоб по трассе, что позволяет использовать стендовую заготовку проводов. Скоба (рис. 14 1, *б*) выполнена из полистирола и имеет в нижней части прилив с крепежным отверстием, а в верхней — фиксирующий выступ Основным способом крепления скоб к кирпичным, бетонным и другим типам стен и перегородок является приклеивание с помощью мастики типа КН-3, в которую введено 10—20 % цемента. Отверстие используют для традиционного крепления, когда приклеивание затруднено Преимущества конструкции: возможность использования стендовой заготовки проводов, которые закладывают между фиксирующим выступом и строительным основанием, и четкая их фиксация в скобе

При горизонтальной и вертикальной прокладке проводов под слоем мокрой штукатурки или в бороздах в зависимости от температурных условий и неровностей стен рекомендуется выдерживать расстояние между точками крепления

L в пределах 1000—1300 мм, при прокладке под слоем сухой штукатурки — 500—800 мм, при открытой прокладке — 400 мм. Расстояние от проводов, прокладываемых по стенам параллельно линиям пересечения стен с потолком, до потолка и балок должно быть не более 150 мм (рис 14.1, *в*).

Крепежные изделия с размерами, приведенными на рис. 14.1, предназначены для крепления одновременно четырех проводов марки АППВ3×2,5 или шести проводок марки АППВ2×2,5, при этом в скобках указаны размеры конструкций для крепления одного провода марки АППВ3×2,5 или двух проводов марки АППВ2×2,5.

При прокладке плоских проводов в бороздах ширину борозды выбирают в зависимости от числа и сечения прокладываемых в ней проводов (табл. 14.9) при глубине борозды 20 мм. Для выборки борозд в кирпичных, гипсолитовых основаниях и оштукатуренных поверхностях рекомендуется использовать насадку-бороздодел в комплекте с электродрелью ИЭ-1032.

Монтаж электроустановочных устройств и светильников

Общие требования к монтажу ЭУ и ОП регламентирует СНиП 3.05.06-85.

ЭУ открытой установки монтируют на деревянных или пластмассовых подрозетниках, а ЭУ скрытой установки — в универсальных монтажных коробках. ЭУ при открытой установке в производственных помещениях обычно заключают в специальные кожухи или коробки.

Штепсельные розетки устанавливают: в производственных помещениях на высоте 0,8—1,0 м, при подводке питания сверху допускается установка на высоте до 1,5 м; в общественных и жилых зданиях в зависимости от оформления интерьера, но не выше 1 м, допускается их установка в специально приспособленных для этого плинтусах; в школах, детских учреждениях и иных помещениях для пребывания детей — на высоте 1,8 м. Особенностью розеток устанавливаемых в плинтусах, является шторка, перекрывающая доступ к контактам при вынутой вилке.

Выключатели для ОП общего освещения устанавливают на высоте от 0,8 до 1,7 м от пола, а в школах, детских учреждениях и иных помещениях для пребывания детей — на высоте 1,8 м. Допускается установка выключателей под потолком с управлением при помощи шнура. Выключатели, установленные в помещениях вблизи дверей, рекомендуется размещать со стороны дверной ручки. В двухпроводных однофазных линиях четырехпроводных систем с заземленной нейтралью однополюсные выключатели устанавливают в цепь фазного провода. В двухпроводных групповых линиях сетей с изолированной нейтралью или без нейтрали при напряжении выше 42 В, а также в двухпроводных двухфазных групповых линиях в сети 220/127 В с заземленной нейтралью в помещениях с повышенной опасностью в отношении электропоражения и особо опасных устанавливают двухполюсные выключатели

Узлы крепления выключателей, переключателей и розеточных частей электрических соединителей для скрытой установки при монтаже их в универсальных монтажных коробках должны обладать такой механической прочностью, чтобы выдерживать приложенное к ним усилие, равное 180 Н, которое соответствует трехкратному максимальному усилию, необходимому для извлечения вилочной части электрического соединителя из розетки Для этого распорные лапки узла крепления ЭУ, предназначенные для скрытой проводки, выполняют из стали толщиной 2 мм с острыми концами, а винты, распирающие эти лапки, имеют диаметр резьбы М4.

Винтовые токоведущие гильзы патронов для ламп с резьбовыми цоколями в сетях с заземленной нейтралью присоединяют к нулевому проводу Если патрон имеет нетоковедущую резьбовую гильзу, нулевой провод может присоединяться к любому контакту патрона. В жилых зданиях одиночные патроны (в кухнях, коридорах, передних) присоединяют к проводам групповой сети с помощью клеммных колодок.

При подсоединении автоматических выключателей и плавких предохраните-

лей с резьбовой частью нулевой провод присоединяют к резьбовой гильзе основания.

Концы проводов, присоединяемых к ЭУ, должны иметь запас по длине, достаточный для повторного подсоединения в случае их обрыва.

В зависимости от конструкции ОП и способа прокладки групповой сети моитаж ОП выполняют различными способами. В связи с тем что крепление ОП к строительным основаниям должно быть разбориым, наиболее широко применяют следующие меры: подвеску на крюк или шпильку; установку на кронштейне, трубчатом подвесе или стойке; креплеиие на тросе или тросовом проводе; установку на коробе, ферме или шинопроводе; встраивание в отверстие подвесного потолка. В пожаро- и взрывоопасных зонах применяют установку ОП иа монтажный профиль или навинчивание на стальную трубу.

Способы монтажа ОП во многом зависят от конструктивных особенностей зданий, однако для уменьшения трудоемкости и стоимости электромонтажных работ, повышения их качества необходимо широко использовать изделия заводского изготовления.

Подвеска на крюк или шпильку. Этот вид крепления применяют в основном для подвешивания ОП массой до 15 кг к перекрытиям из железобетонных плит при электропроводках напряжением до 250 В. Исключение составляют шпильки типа ШБП, которые предназначены для крепления блока ОП массой до 30 кг к железобетонным многопустотным панелям перекрытий. Крюки и шпильки для подвеса ОП в жилых зданиях должны иметь устройства, изолирующие их от ОП.

Установка светильников на кронштейнах, подвесах и стойках. Крепление ОП на стенах, колониах, фермах и площадках осуществляют с помощью разлнчных кронштейнов, трубчатых подвесов и стоек заводского изготовления (см. гл. 13). Соединение питающих проводов внутри кронштейнов, подвесов и стоек запрещается, а допускается только в местах, доступных для коитроля, например в основаниях кронштейнов, в местах ввода проводов в ОП.

Крепление ОП на тросе (рис. 14.2). При выполнении групповой сети проводами с несущим тросом ОП массой до 5 кг крепят на ответвительных тросовых коробках У230 и У231 (рис. 14.2, *а*), а при прокладке кабелем на отдельном несущем тросе — на ответвительных коробках У245 и У246 в комплекте с крюком У247.

В случае выполнения тросовых групповых сетей в производственных помещениях кабелем с использованием ответвительных коробок КОР-73 или У409 крепление ОП массой до 15 кг выполняют на подвесах К354 (рис. 14.2, *б*). Подвес К354 выполнен с двумя штампованными лапками *6*, предназначенными для навешивания на трос диаметром 6—8 мм. Для крепления на подвесе коробки КОР-73 используют два отверстия, расположенные под углом 45° на расстоянии 92 мм друг от друга, а для коробки У409 — два отверстия, расположенные по вертикали на расстоянии 120 мм

Наиболее совершенным способом монтажа ОП с ЛЛ является при однорядном расположении их установка на коробах КЛ-1 (рис. 14.3), а при двухрядной — на коробах КЛ-2.

Установка ОП на осветительных шинопроводах. К осветительным шинопроводам типа ШОС ОП подвещивают с помощью хомута с крюком К470М. Число и масса ОП, устанавливаемых иа шинопровод, ограничивается предельной иагрузкой 0,12 кН/м при расстоянии между точками крепления шинопровода не более 3 м. Присоединение ОП к шинопроводу выполняют штепселями на 10 А типа У1634М-1 и У1634М-2, заряженными гибкими шнурами длиной соответственно 1 и 2 м.

К осветительному шинопроводу ШОС80 ОП могут крепиться как непосредственно на коробе с помощью закладного крюка У1922, так и на специальном штепселе У1919. Подключение ОП, которые установлены на крюке или на строительном основании, производят с помощью штепселей У1918 или У1926.

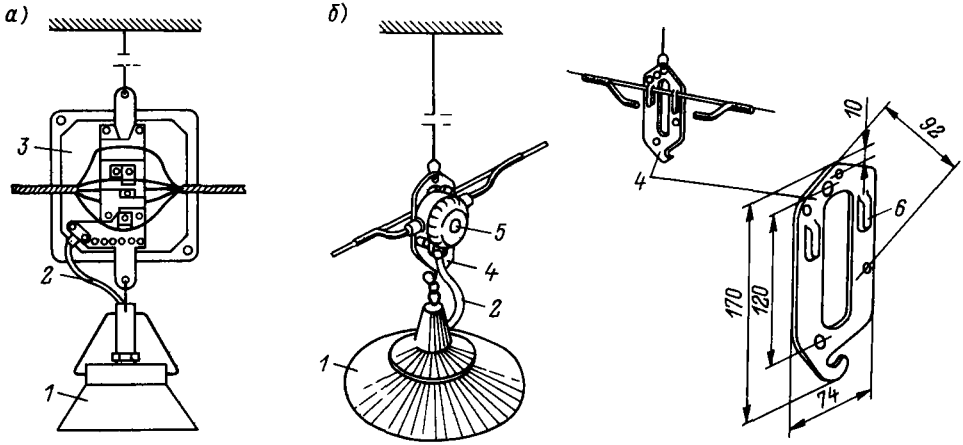


Рис 14.2 Крепление светильников на тросе *а* — с помощью коробки У230, *б* — посредством подвеса К354 и коробки КОР-73

1 – светильник, *2* — провод для подключения светильника, *3* — коробка У230, *4* — подвес К354, *5* — коробка КОР 73, *6* — лапка подвеса

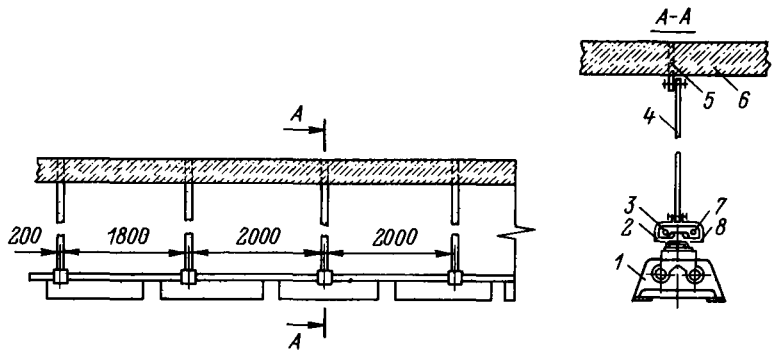


Рис 14 3 Установка светильников на коробах КЛ-1

1 — светильник, *2* — короб, *3* — кабель рабочего освещения, *4* — подвес, *5* — закладная деталь, *6* — перекрытие, *7* — кабель аварийного освещения, *8* — тросовый подвес

При освещении производственных помещений ОП в большинстве случаев располагают в линию. Для их устройства используют короба КЛ, осветительные шинопроводы, штампованные профили и т. д. Общим недостатком указанных изделий является необходимость крепления их к опорам через каждые 2—3 м, в то время как ОП очень часто располагают в линию, перпендикулярную строительным фермам, шаг которых составляет 6—12 м. В связи с этим предусматривают дополнительные опоры, которые создают либо системой растяжек, либо прокладкой швеллера № 8 поперек строительных ферм. Первый способ весьма трудоемок (до 40 % всех трудозатрат по монтажу ОУ) и не всегда применим из-за наличия в межферменном пространстве различных коммуникаций. Второй способ требует повышенного расхода металла, составляющего в среднем 13 кг на 1 м линии. Поэтому в настоящее время для такого расположения ОП применяют фермы, сваренные из труб (рис. 14.4). Расход металла при использовании ферм составляет 4—5 кг на 1 м. Кроме того, ферма позволяет использовать индустриальные методы монтажа.

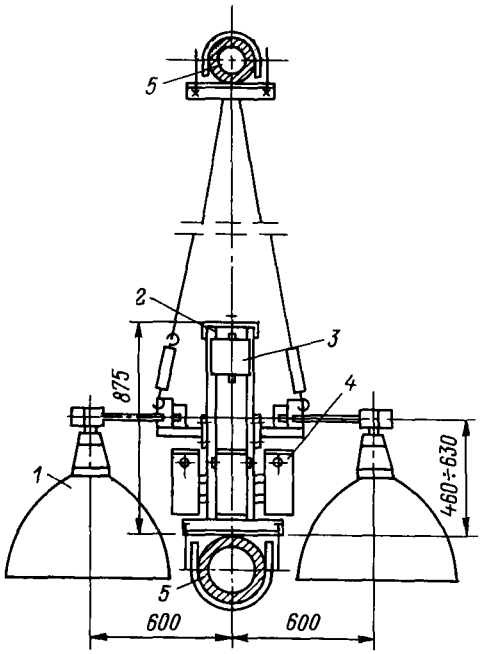


Рис 14 4 Установка светильников на фермах из труб

1 — светильник, *2* — опора для кронштейнов светильников, *3* — ответвительная коробка, *4* — ПРА, *5* — трубы

Другим прогрессивным способом монтажа ОП является их установка на распределительный шинопровод (рис 14 5)

Монтаж ОП на подвесном потолке Подвесные потолки обычно диктуются архитектурными соображениями, их устраивают в помещениях, к интерьеру которых предъявляют повышенные требования

При наличии над подвесным потолком технического этажа, имеющего высоту, достаточную для прохода людей, монтаж ОП производят с учетом обслуживания их при эксплуатацин сверху, как правило, с ходовых мостиков. При наличии над подвесным потолком лишь полости встраиваемые ОП устанавливают так, чтобы их можно было обслуживать снизу, при этом крепление ОП к подвесному потолку производят либо винтами, либо поворотными скобами (рис. 14.6)

ОП, обслуживание которых предполагается со стремянок или приставных лестниц, следует располагать на высоте не более 5 м над полом, при этом их не рекомендуется располагать над крупным оборудованием, приямками, открытыми лентами транспортеров, а также в других местах, где невозможна или затруднена установка лестниц или стремянок.

Для подвесных ОП рекомендуется применять свесы длиной не более 1,5 м В случае необходимости должны приниматься меры по ограничению раскачивания ОП под воздействием потоков воздуха

Установки, подверженные вибрациям и сотрясениям, оснащают осветительными приборами, имеющими конструкцию, которая предотвращает самоотвинчивание или выпадение ламп. При использовании ОП в обычном исполнении предусматривают амортизирующие устройства.

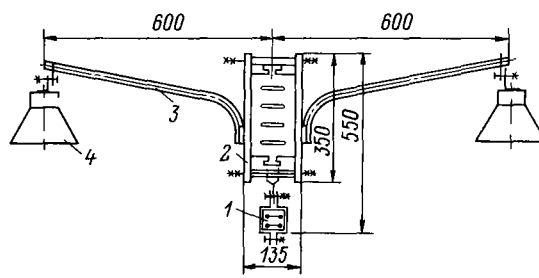


Рис 14 5 Установка светильников на распределительном шинопроводе

1 — осветительный шинопровод; *2* — распределительный шинопровод, *3* — кронштейи; *4* — светильник

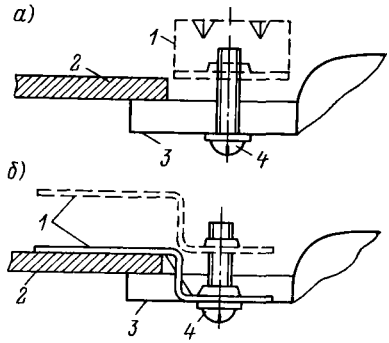


Рис 14 6 Крепление встраиваемых светильников, обслуживаемых снизу, поворотными скобами *а* — при установке светильника, *б* — при его закреплении

1 — поворотная скоба, *2* — полка светильника, *3* — панель подвесного потолка, *4* — винт

Меры безопасности при монтаже осветительных установок

Монтаж ОУ имеет свои особенности, так как монтажные работы часто совмещены со строительными или ведутся непосредственно в действующих цехах, т е в стесненных условиях Безопасность работы в этих условиях зависит в первую очередь от строгого соблюдения технологии монтажа, определенной в проекте производства монтажных работ, правильной организации труда и безусловного выполнения всех требований охраны труда, в том числе специфичных для данного вида работ [72, 73].

Организацию обучения работающих правилам охраны труда, а также порядок проведения различных видов инструктажей по безопасности труда регламентирует ГОСТ 12.0 004—90. Основным документом, регламентирующим все положения охраны труда и требования к технологии работ, является проект производства работ (ППР) В соответствии со СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве» в ППР должны быть включены технические решения, а также организационные мероприятия по предупреждению травматизма и обеспечению санитарно-бытовых условий работающих. Кроме требований действующих нормативных документов и стандартов, необходимо также учитывать рекомендации в этой области, полученные на основе практического опыта

Общие требования безопасности при электромонтажных работах регламентирует ГОСТ 12.3.032—84.

Для повышения производительности труда и облегчения ручных операций при монтаже ОУ широко применяют ручные электрические машины (РЭМ) типа ИЭ1032, а также пиротехнические монтажные пистолеты типа ПЦ52-1 и колонки типа УК-6.

Общие требования безопасности при эксплуатации РЭМ регламентирует ГОСТ 12.2.013—87. К работе с РЭМ допускаются лица, прошедшие производственное обучение, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже II и удостоверение на право пользования этими машинами Запрещается работать с РЭМ с приставных лестниц, так как при этом возникают дополнительные нагрузки, которые могут привести к падению рабочего Следует использовать лестницы с площадками типа Л-312. При применении РЭМ, у которых масса, воспринимаемая руками работающего, превышает 10 кг, должны использоваться приспособления для подвешивания (балансирные подвески), которые частично или полностью воспринимают массу машины.

Монтажные пистолеты применяют для забивки дюбелей при креплении электромонтажных изделий к строительным основаниям, а ударные пиротехнические колонки типа УК-6 — для пробивания отверстий в многопустотных железобетонных панелях потолочных перекрытий. На работы с монтажным пистолетом и пиротехнической колонкой оформляется наряд-допуск, и делается соответствующая запись в журнале регистрации инструктажа.

Монтажный пистолет обслуживается оператором, прошедшим курс специального обучения, сдавшим экзамен и имеющим удостоверение установленной формы. При креплении крупноразмерных изделий или устройств привлекается подсобный рабочий. Работы с монтажным пистолетом представляют повышенную опасность как для самого оператора, так и для находящихся вблизи монтажников, поэтому перед началом

работ оформляют наряд-допуск, в соответствии с которым оператор получает пистолет и патроны.

Во избежание скалывания наименьшее расстояние от точки забивания дюбеля до ближайшего края строительного основания должно быть 100 мм для бетонного, железобетонного и кирпичного оштукатуренного оснований и 20 мм для металлического основания. При креплении на неоштукатуренной поверхности кирпичной кладки дюбель необходимо забивать в центр кирпича.

При работе на высоте пистолет должен быть прикреплен специальным ремнем к предохранительному поясу оператора. Работа с пистолетом с приставных лестниц запрещена.

В связи с тем что пистолеты разрешается эксплуатировать только до истечения гарантийного срока их службы по числу выстрелов, данные о применении пистолета (время работы, число выстрелов, результаты ревизии) заносятся в специальный журнал, который ведется и хранится работниками раздаточного пункта-мастерской. По окончании работы с пистолетом в наряде-допуске отмечают число израсходованных и возвращенных патронов и закрывают наряд-допуск. Сдачу пистолета на хранение в раздаточный пункт оформляют в ведомости выдачи и возврата пистолетов

Общие требования безопасности при электросварочных работах регламентирует ГОСТ 12.3.003—86.

Для размещения материалов и выполнения электромонтажных работ на уровне выше 1 м от пола, перекрытия или другого основания применяют средства подмащивания, т. е. подмостки, вышки, люльки, площадки и леса. Для обеспечения безопасности труда используют только инвентарные средства подмащивания, отвечающие требованиям ГОСТ 26887—86, изготовленные по типовым проектам и имеющие маркировку об испытаниях.

В случае применения приставных лестниц для надежной опоры нижние их концы оснащают металлическими, резиновыми наконечниками или другими тормозящими устройствами, а верхние — крючками или опорными плоскостями для предотвращения соскальзывания. Приставные лестницы должны устанавливаться в рабочем положении под углом 70—75° к горизонтальной плоскости.

При работах на средствах подмащивания и с лестниц электромонтажники должны в качестве средства индивидуальной защиты применять предохранительный пояс по ГОСТ 12.4.089—80, строп которого зацепляют за строительную конструкцию, опору и т. п. При работах, когда не представляется возможным зацепить строп за конструкцию или опору, следует пользоваться страховочным канатом, предварительно заведенным за конструкцию, деталь опоры. Выполнять такие работы должны два человека, один из которых должен по мере необходимости медленно отпускать или натягивать страховочный канат. Электромонтажники должны пользоваться одеждой, не стесняющей движения. Личный инструмент должен находиться в сумке.

Подавать изделия на средства подмащивания необходимо с помощью грузоподъемных механизмов.

Если на высоте в зоне работы электромонтажника находятся действующие коммуникации (электрические, газовые, отопительные и т. п.), то работы выполняются по наряду-допуску [73].

При организации электромонтажных работ в действующем производстве, кроме вышеприведенных мероприятий, необходимо держать в сфере особого внимания электробезопасность. Общие требования по обеспечению электробезопасности регламентирует ГОСТ 12.1.013—78. Дополнительно следует отметить, что при работе на конструкциях, под которыми расположены находящиеся под напряжением токоведущие части, во избежание падения на них приспособлений и инструментов последние необходимо привязывать или хранить в сумке. Подавать изделия или детали на средства подмащивания с помощью лебедок должен рабочий, который фалом из синтетического материала удерживает груз для предотвращения его раскачивания и приближения к токоведущим частям.

14.2. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК В ПОЖАРО- И ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ

Пожары и взрывы возможны только при наличии горючего вещества и окислителя, которые образуют горючую смесь, и источника зажигаиия. В соответствии с этим меры по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности предпринимают в двух направлениях Во-первых, разрабатывают комплекс мер, снижающих вероятность образоваиия горючих смесей как при нормальной работе оборудоваиия, так и в аварийных ситуациях. Во-вторых, разрабатывают комплекс мер по полному предотвращению возникновения источиików зажигания при иаличии горючей смеси. Именно второе направление используется при создании ОУ для пожаро- и взрывоопасных зон.

Классификация пожароопасных зон приведена в гл. 1, а виды электропроводок и способы прокладки проводов и кабелей — в табл. 14.3 [64, 65].

Щитки и выключатели рекомендуется выносить из пожароопасных зои любого класса, если это не вызывает существеиного удорожания и расхода цветных металлов. В пожароопасных зонах класса П-II и П-IIа допускается применение выключателей и штепсельных розеток со степенью защиты IP20 при скрытой установке. Соединительные и ответвительиые коробки должны иметь степень защиты ие меиее IP43. Части коробок, выполненные из металла, должны иметь внутри изолирующую выкладку или надежную окраску. Из пластмассовых ответвительных коробок следует применять коробки типа КОР-73 и КОР-74, имеющие степень защиты IP55.

ОП, применяемые в пожароопасных зонах, должны иметь степень защиты не ниже указанной в табл. 14.10, при этом ОП с ЛН должны иметь сплошное силикатиое стекло, защищающее лампу, и ие иметь отражателей и рассеивателей из сгораемых материалов. Конструкция ОП с РЛВД типа ДРЛ должна исключать выпадение из них ламп. Зарядка ОП с ЛН и РДВД должиа выполняться термостойкими проводами марки ПРКА.

Применяемые в пожароопасных зоиах любого класса переносные ОП должиы иметь степень защиты не меиее IP54, при этом к питающей сети их подключают с помощью гибких кабелей с медными жилами, с резииовой изоляцией, в оболочке, стойкой к окружающей среде. Стекляиный колпак ОП защищают металлической сеткой.

В музеях, картинных галереях, архивах, библиотеках, а также в пожароопасных зонах складских помещений допускается применять осветительиые шинопроводы, в которых разрыв цепи ответвлеиия происходит до момента извлечения штепсельиого устройства из оболочки шинопровода. Этому требованию удовлетворяют шинопроводы типов ШОС2, ШОС4 и ШОС80. ОП с люмиесцентными лампами для освещения складских помещений с пожароопасны-

Таблица 14.10

Минимальная допустимая степень защиты светильников в зависимости от класса пожароопасной зоны

Тип лампы	Степень защиты светильников для пожароопасной зоны класса	
	П-I, П II	П IIа, П II при наличии местных инжних отсосов и общеобменной вентиляции и П III
Накаливания	IP53	2′3
Люминесцентные	5′3	IP23
ДРЛ	IP53	IP23

Примечание Допускается изменять степень защиты оболочки от воды (вторая цифра в обозначении степени защиты) в зависимости от условий среды, в которой устанавливают светильник

ми зонами всех классов не должны иметь отражателей и рассеивателей из сгораемых материалов.

Классификация взрывоопасных зон приведена в гл. 1, а допустимые способы прокладки кабелей и проводов осветительной сети до 380 В в них — в табл. 14.11, при этом во взрывоопасных зонах классов В-I и В-Ia должны применяться провода и кабели с медными жилами, а в зонах В-Iб, В-Iг, В-II и В-IIа допускается примеиение проводов и кабелей с алюмиииевыми жилами. Номенклатура проводов и кабелей приведена в табл. 14.3.

Во взрывоопасных зонах класса В-I устраивают двухпроводные групповые линии, при этом в двухпроводных линиях с нулевым рабочим проводником должны быть защищены от токов короткого замыкания как фазный, так и нулевой рабочий проводники. Для одновременного отключения фазного и иулевого рабочего проводников применяют двухполюсные выключатели. Нулевые рабочие и иулевые защитные проводники должны иметь изоляцию, равноцениую изоляции фазных проводников.

Трубопроводы для электропроводок во взрывоопасиых зонах всех классов прокладывают скрыто и открыто, при этом применяют обыкновенные и легкие стальные водогазопроводные трубы с условным проходом 20—50 мм и со срезаниым или сплющенным гратом. Выбор такой номенклатуры труб объясняется тем, что они имеют такую толщину стенки, которая не прожигается токами короткого замыкания, имеющими место в осветительных сетях.

Трубопроводы групповых линий для взрывоопасных зон класса В-I прокладывают по стенам снаружи, а от них выполняют вводы в помещение для присоединения к отдельным ОП. В зонах остальных классов трубопроводы для групповых линий прокладывают в помещениях В средах классов В-II и В-IIа трубопроводы выполняют так, чтобы скопление взрывоопасной пыли на трубах и крепежных элементах было наименьшим и ее удаление с них не было затруднено Указаниое требование обеспечивают прокладкой трубопровода в один ряд с зазором между ним и стеной не менее 20 мм и применением узких крепежных элементов.

При прокладке групповой линии в трубах (электротехнические трубопроводы), которые параллельны технологическим трубопроводам, расстояние в свету между ними принимают не менее 150 мм, при этом во взрывоопасных зонах классов В-I и В-Ia электротехнические трубопроводы располагают ниже технологических, если те транспортируют горючие вещества с отношением их плотности к плотности воздуха менее 0,8, и располагают выше, когда это отношение больше 0,8. Указанное требование

Таблица 14.11

Допустимые способы прокладки кабелей и проводов осветительной сети до 380 В во взрывоопасных зонах

Тип кабеля, провода	Способ прокладки	Класс зоны
Бронированиые кабели	Открытый — по стенам и строительным конструкциям на скобах, в коробах, лотках, на тросах и т п	Любой
Небронированиые кабели в резиновой, поливииилхлоридной и металлической оболочке	Открытый — при отсутствии механических и химических воздействий, по стенам и строительиым коиструкциям на скобах, в лотках, иа тросах и т п	В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-IIа
	В каналах, пылеуплотнеиных (например, покрытых асфальтом) или засыпанных песком	В-II, В-IIа
	Открытый — в коробах	В-Ia, В-Iб, В-Iг
Изолированиые провода	Открытый или скрытый — в стальных водогазопроводиых трубах	Любой

вытекает из необходимости предотвратить наличие горючей смеси в зоне прокладки электротехнического трубопровода.

Трубы, выходящие из взрывоопасных зон, в местах прохода сквозь стены, полы и междуэтажные перекрытия снаружи заделывают цементным раствором или другими несгораемыми материалами по всей толщине стены или перекрытия. Заделку необходимо выполнять тщательно для исключения проникновеиия через нее горючих веществ. Аналогично с целью предотвратить проникновение горючих веществ в соседние помещения по самим трубам из зон классов В-I и В-Iа трубопроводы оснащают разделительными уплотнениями, для выполнения которых применяют коробки типа КПЛ. Разделительное уплотиенпе располагают в непосредственной близости от места ввода трубы во взрывоопасную зону и испытывают его сжатым воздухом при избыточиом давлении 250 кПа Уплотнение считают пригодным, если в течение 3 мии падение давления ие произошло до уровня ниже 200 кПа

Для выполнения соединений и ответвлений применяют чугунные взрывозащищенные коробки серии В (рис 14.7), их технические данные приведены в табл. 14.12. Коробки имеют взрывонепроницаемую оболочку (взрывозащита вида d). Кроме коробок серии В, для протяжки и ответвления проводов, проложенных в трубах, примеияют металлические прямоугольные коробки со степенью защиты IP55. Область их применения — зоиы классов В-Iб и В-IIа. Коробки выпускаются типов: КП (коробка проходная для труб 1″ и $^3/_4$″), КТ (коробка тройниковая для труб 1″ и $^3/_4$″). Номенклатура соединительных элементов для труб приведеиа в гл 13.

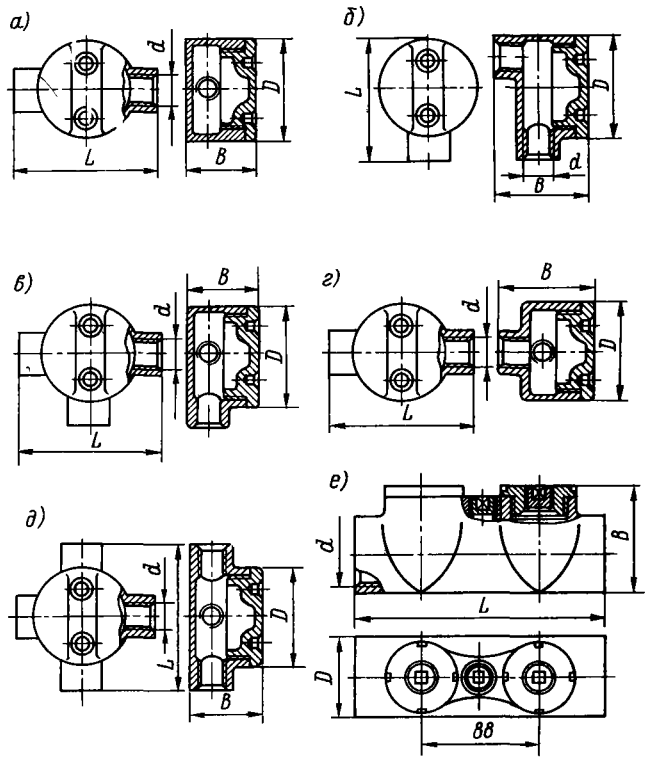


Рис 14 7 Чугуиные взрывозащищеиные коробки серии В. *а* — проходные прямые типа КПП, *б* — проходные через дно (КПД), *в* — тройниковые осветительные (КТО); *г* — тройниковые с ответвлеиием через дно (КТД), *д* — крестовые ответвительиые (ККО); *е* — проходные (КПЛ)

Таблица 14 12

Технические данные чугунных взрывозащищенных коробок серии В (см. рис. 14.7)

Тип коробки	Диаметр трубной резьбы d, дюймы	Размеры, мм			Масса, кг
		B	D	L	
КПП-20	3/4	65	90	134	1,5
КПП-25	1	72	105	160	2,3
КПП-40	$1^1/_2$	95	130	184	3,4
КПП-50	2	110	160	226	7,2
КПД-20	3/4	87	90	112	1,5
КПД-25	1	99	105	132	2,2
КПД-40	$1^1/_2$	122	130	157	3,3
КПД-50	2	143	160	193	6,0
КТО-20	3/4	65	90	134	1,6
КТО-25	1	72	105	160	2,3
КТО-40	$1^1/_2$	95	130	184	3,5
КТО-50	2	110	160	226	6,5
КТД-20	3/4	87	90	134	1,6
КТД-25	1	99	105	160	2,3
КТД-40	$1^1/_2$	122	130	184	3,5
КТД-50	2	143	160	226	6,3
ККО-20	3/4	65	90	134	1,7
ККО-25	1	72	105	160	2,5
ККО-40	$1^1/_2$	95	130	184	3,7
ККО-50	2	110	160	226	6,9
КНЛ-20	3/4	60	52	186	1,8
КПЛ-25	1	67	52	186	1,9
КПЛ-40	$1^1/_2$	81	72	196	2,1
КПЛ-50	2	93	72	196	2,2

Во взрывоопасных зонах классов В-Ia, В-Iб, В-Iг и В-IIа при отсутствии механических повреждений для открытой прокладки применяют небронированные кабели, а для зон классов В-I и В-II — соответственно кабели ВБВ и АВБВ на номинальное напряжение 660 В (табл. 14 3).

Соединения и ответвления жил небронированных кабелей диаметром до 16 мм и двухжильных плоских кабелей сечением до 2×6 мм^2 выполняют в пластмассовых коробках У409 (рис. 14 8). Климатическое исполнение коробок У и Т, а категория размещения 1—5 Степень защиты IP65, масса 0,57 кг

Коробка КВП-25 пластмассовая взрывозащищенная предназначена для соединений и ответвлений бронированных и небронированных кабелей круглого сечения диаметром до 25 мм, прокладываемых открыто в осветительных сетях до 660 В во взрывоопасных зонах всех классов. Коробка имеет маркировку по взрывозащите 1ExdIICT6, климатическое исполнение У, категорию размещения 1—5, массу 1,3 кг. Габаритные и установочные размеры приведены на рис. 14.9.

Для монтажа сетей освещения во взрывоопасных зонах классов В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIа и в установках класса В-Iг применяют навесные взрывонепроницаемые щитки ЩОВ-1А и ЩОВ-2А, габаритные размеры которых $600\times325\times\times800$ мм. Для ввода и вывода проводов и кабелей щитки имеют снизу два вводных и сверху четыре выводных устройства. Вводы выполнены с условным диаметром проходного отверстия 45 мм и рассчитаны на присоединение труб диаметром 2″, а выводы — из расчета на присоединение труб диаметром 1″.

Во взрывоопасных зонах применяют ОП, если их взрывозащита или степень защиты соответствует данным табл. 14.13 или является более высокой Конкретный перечень ОП для взрывоопасных зон приведен в гл 5

При прокладке проводов в трубах в мастерской изготовляют по типовому проекту кронштейны (рис 14.10) или подвесы требуемой длины из водогазопроводных труб с условным проходом

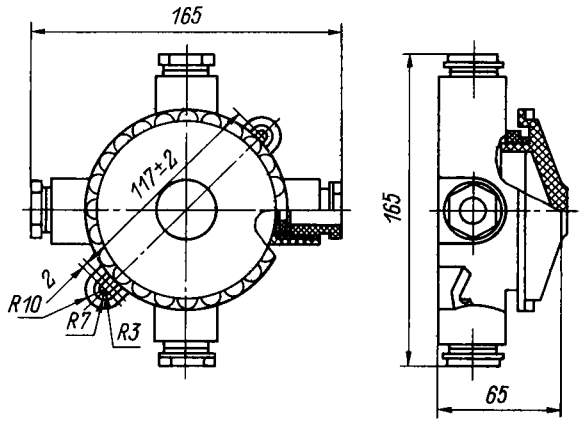


Рис 14 8 Коробка ответвительная У409

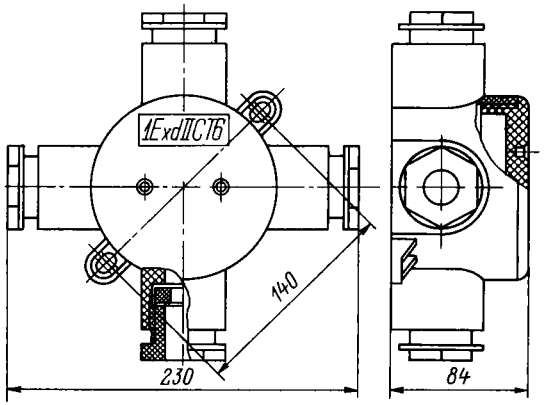


Рис 14 9 Коробка ответвительиая взрывозащищенная КВП-25

Таблица 14 13

Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты электрических светильников в зависимости от класса взрывоопасной зоны

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты или степеиь защиты
	Стационарные светильники
В-I	Взрывобезопасные
В-Iа, В-Iг	Повышенной иадежности против взрыва
В-Iб	Без средств взрывозащиты Степень защиты IP53 *
В-II	Повышенной надежности против взрыва
В-IIа	Без средств взрывозащиты Степень защиты IP53 *
	Переносные светильники **
В-I, В-Iа	Взрывобезопасные
В-Iб, В-Iг	Повышенной надежности против взрыва
В-II	Взрывобезопасные
В-IIа	Повышенной надежности против взрыва

* Допускается изменение степени защиты оболочки светильника от проиикновения воды (вторая в обозначении степени защиты цифра) в зависимости от условий среды, в которой устанавливают светильник

** Применение переносных светильников во взрывоопасных зонах следует ограничивать случаями, когда это необходимо для нормальной эксплуатации оборудования

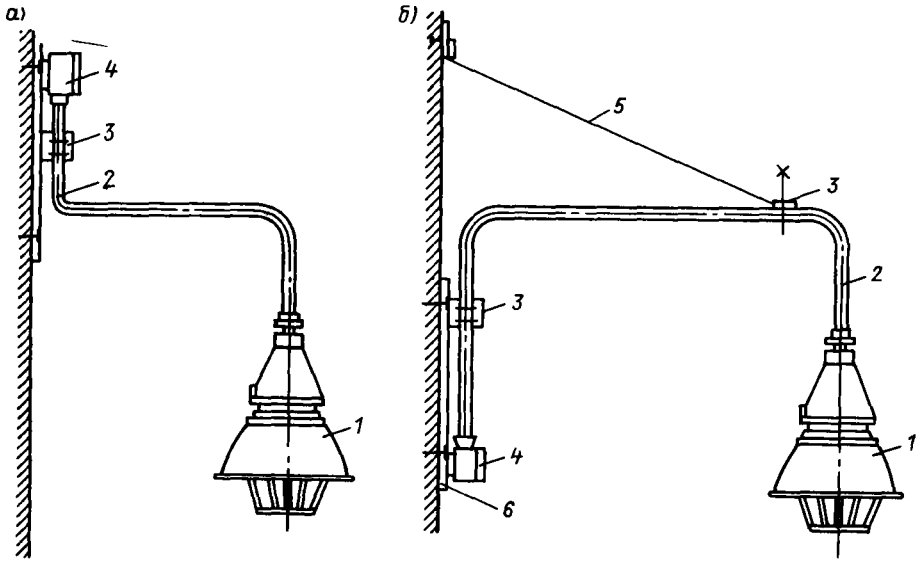


Рис 14 10 Крепление светильника на кронштейне при прокладке проводов в трубах· *а* — подвод проводов сверху, *б* — подвод проводов снизу при вылете кроиштейна более 1 м
1 — светильник, *2* — трубиый кронштейн; *3* — хомутик, *4* — коробка КТО, *5* — оттяжка, *6* — конструкция для крепления кронштейна

20 мм и на их концах нарезают трубную резьбу длиной до 16 мм. Кронштейны с вылетом более 1 м осиащают хомутиком для закрепления в нем поддерживающей оттяжки (рис. 14.10, *б*). Заготовляют провода, длина которых на 250—300 мм больше, чем расстояние от ОП до ответвительной коробки. Марка проводов должна быть аналогичной марке проводов групповой сети.

Подготовительные провода заводят внутрь подвеса или кронштейна и на их концах монтируют ОП. На свободный коиец кронштейна наворачивают ответвительиую коробку. Для уплотнения резьбовых соединений используют ленту ФУМ или пеньковое волокно, пропитаниое в разведеиием олифой сурике.

В монтажиой зоне свободные концы подвесов ввертывают в ответвительные коробки групповой сети, а кронштейны с ОП и ответвительными коробками устанавливают на подготовленные крепежиые конструкции и в необходимых случаях монтируют оттяжку. В ответвительных коробках производят подсоединение заранее промаркированиых проводов, идущих от ОП, к проводам групповой сети согласно монтажной схеме.

При открытой прокладке кабелей монтаж ОП также выполняют в две стадии. На первой в мастерской проводят осмотр ОП с последующим закреплением их иа подвесах и кронштейнах (рис. 14 11), изготовлениых по типовым чертежам. Далее на подвесы и кронштейны устанавливают ответвительные коробки У409 или КВП-25 в зависимости от класса взрывоопасной зоны и производят монтаж кабеля. В монтажной зоне выполняют установку крепежных элементов для подвесов и кронштейнов, а также прокладку кабелей групповой сети. (В случае крепления кронштейнов к строительному основанию пристрелкой дюбелями кронштейны осветительными приборами не комплектуют.) Затем осуществляют подключение питающих проводов ОП к групповой сети

В помещениях со взрывоопасными зонами любого класса со средой, для которой отсутствуют ОП необходимой степени взрывозащиты, допускается применять ОП общего назначения, освещающие взрывоопасную зону:

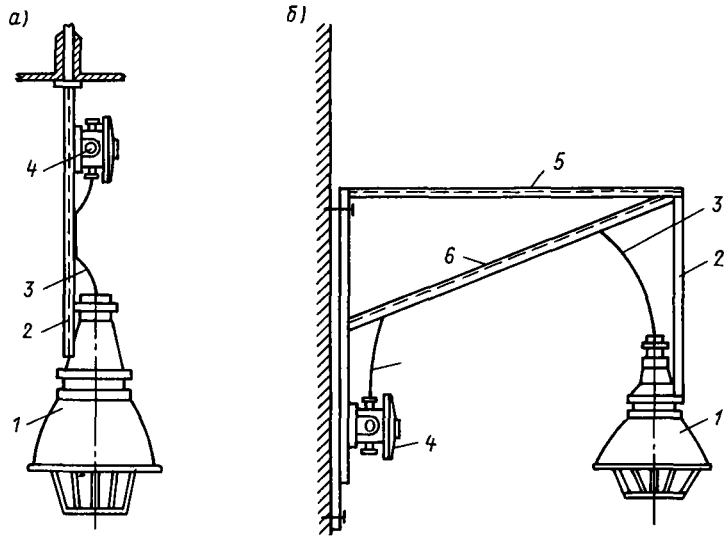


Рис 14 11 Крепление светильников при открытой прокладке кабелей *а* — иа подвесе, б — на кронштейне

1 — светильник, *2* — подвес из монтажного профиля, *3* — кабель, *4* — коробка ответвительная, *5* — кронштейн для монтажного профиля, *6* — укосина

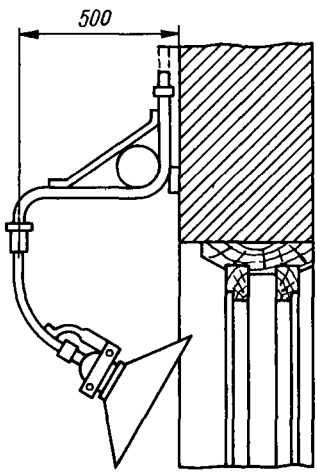


Рис. 14 12 Освещение помещения светильником, установленным снаружи здания перед оконным проемом

через неоткрывающиеся окна без фрамуг и форточек, находясь при этом снаружи здания; при однорядном остеклении окон ОП должны иметь защитное стекло, в случае размещения ОП иа высоте менее 2,5 м от грунта или площадки

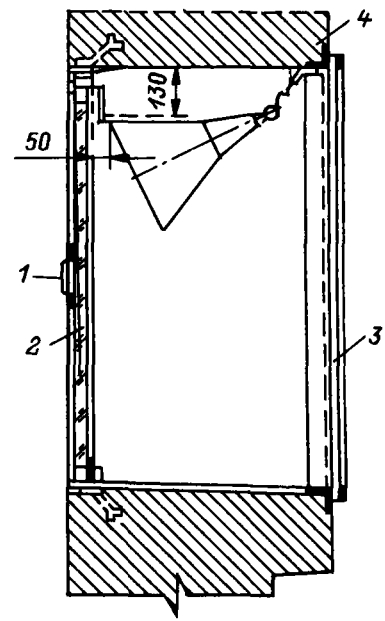


Рис 14.13. Освещение помещения светильником, установленным в стенной нише

1 — взрывоопасное помещение, *2* — иллюминатор, *3* — двухстворчатая дверца с жалюзи, *4* — стена

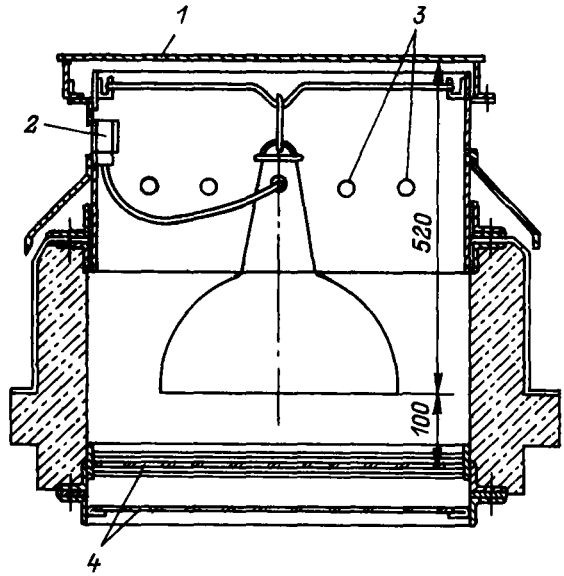


Рис 14 14 Освещение помещеиия светильником, установлеиным в потолочном фонаре *1* — откидная крышка, *2* — ответвительная коробка, *3* — отверстия для вентиляции, *4* — иллюминатор

обслуживания источник света осветительных приборов должен быть закрыт прозрачным колпаком, который демонтируется только с помощью специального инструмента (рис. 14.12);

через специально устроенные в стене ниши с двойиым остеклением и естественной вентиляцией ииш наружным воздухом (рис 14.13);

через фонари специального типа в потолке, которые имеют двойное остекление и естественную вентиляцию (рис 14.14);

находясь в коробах, продуваемых воздухом под избыточным давлеиием,

с помощью КОУ со щелевым световодом.

14.3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Техиическое обслуживаиие осветительных установок

Осиовной задачей технического обслуживания ОУ является сохранение в процессе эксплуатации количествениых и качественных показателей ОУ, предусмотрениых проектом, так как они определяют эффективность и комфортность освещения. В соответствии с этим техническое обслуживание заключается в своевременной чистке ОП и световых проемов, планово-предупредительном ремонте (ППР), направлением в основном на своевременную замену перегоревших ламп и других вышедших из строя электротехнических изделий [69]

При приемке ОУ в эксплуатацию на нее заводят журнал, содержащий сведения о типах используемых ОП, освещенности в контрольных точках, графиках ППР и периодического осмотра. Сроки периодического обслуживания ОУ приведены в табл. 14.14.

Снижение освещенности на рабочих местах обусловлено рядом причин, основными из которых являются следующие:

загрязнение ИС и осветительной арматуры ОП, а также стен и потолков помещений;

снижение КПД ОП из-за влияния окружающей среды на коэффициенты отражения и пропускания материалов светотехнической арматуры;

снижение световой отдачи ИС в процессе эксплуатации, а также перегорание отдельных ИС

Таблица 14 14

Сроки периодического обслуживания осветительных установок

Вид обслуживания	Периодичность, раз в месяц, не реже
Проверка освещенности	12
Измерение нагрузок и напряжений в отдельных точках электрической сети	12
Проверка состояния стационарного оборудования и электропроводки рабочего и аварийного освещения на соответствие номинальных токов расцепителей расчетным	12
Проверка исправности систем аварийного и эвакуационного освещения (аппаратов и сетей)	3
Испытание и измерение сопротивления изоляции проводов и кабелей РО и АО, проверка заземления ОП в помещениях	
с нормальной средой	12
в сырых с химически активной средой	6
Испытание изоляции стационарных трансформаторов с вторичным напряжением 12—42 В	12
То же, для переносных трансформаторов	1
Осмотр опор, кронштейнов и тросовых растяжек	6
Чистка ламп и осветительной арматуры ОП	По графику
Чистка стекол световых проемов в помещениях с выделением пыли, дыма, копоти	
незначительным	6
значительным	3
Окраска стен, потолков, оборудования	По графику

Определенное восстановление освещенности обеспечивают периодической чисткой ОП, сроки которой указаны в табл. 3.4 (от 18 до 2 в год) и зависят от состояния окружающей среды. Выделяют четыре вида чисток ОП общего освещения сухую чистку на месте установки без снятия ОП; мокрую чистку на месте установки без снятия ОП; сухую или мокрую чистку со снятием ОП около места его установки; мокрую чистку в мастерской.

Чистку ОП на месте их установки целесообразно сочетать с осмотром и мелким ремонтом. Особое внимание при осмотрах следует уделять наличию и прочности крепления стекол, решеток, сеток и рассеивателей, исправности уплотнений и замков, надежности контактных соединений. Чистку ОП совмещают с заменой перегоревших ламп и стартеров. При очистке ОП на месте их установки независимо от используемых способов очистки и средств доступа к светильникам следует произвести такие операции: отключить ОП от питающей сети или групповую линию от щитка, снять с ОП защитную сетку, экранирующую решетку или рассеиватель (если они имеются), извлечь ИС и положить их на рабочую площадку, проверить крепление комплектующих элементов ОП (ПРА, ЭУ и т д.) и состояние электрических контактов (если они доступны для работы без разборки всего ОП), очистить от пыли отражатель, установить на место ИС, предварительно очистив их от загрязнений (неисправные заменить новыми), очистить от пыли все снятые с ОП части и установить их на место, подключить ОП к питающей сети, если он имеет разъем.

При сложном доступе к ОП или трудно очищаемом загрязнении, а также при обнаружении непригодности ОП к дальнейшей эксплуатации его отсоединяют от питающей линии, снимают с места установки и заменяют резервным ОП.

Обслуживание ультрафиолетовой ОСУ длительного действия должно производиться одиовременно с обслуживанием ОУ При чистке ОП отключают от питающей сети, эритемные лампы моют теплой водой с мылом и вытирают насухо. При выполнении этих работ не-

обходимо пользоваться защитными очками

Чистку ОП местного освещения ежедневно должен осуществлять работающий при уборке своего рабочего места. Основные узлы ОП (лампу, патрон, отражатель) протирают мягкой влажной тряпкой, при этом ИС чистят в холодном состоянии. Остальные виды обслуживания (замену ИС, подтяжку шарнирных кронштейнов, а также ремонт) осуществляет только электротехнический персонал.

В практике эксплуатации ОУ применяют три способа замены ИС. индивидуальиый, групповой и смешанный При индивидуальном способе замену ИС производят по мере выхода их из строя. Этот способ наиболее целесообразно применять в ОУ, в которых выход из строя отдельного ИС приводит к резкому снижению освещенности или к увеличению коэффициента пульсации светового потока до значений выше допустимого для данного разряда зрительных работ при использовании РЛ При групповом способе замену всех ИС в ОУ, как отказавших, так и работающих, производят по истечении определенного времени. При этом такая замена возможна по нескольким схемам. По первой производят одновременную замену в ОУ всех ИС, а по второй — ее осуществляют частично, например заменяют каждую вторую, третью или четвертую лампу, т. е. как бы смещают для каждой подгруппы ламп начало их ввода в эксплуатацию. Это позволяет повысить эксплуатационную освещенность и тем самым понизить коэффициеит запаса, закладываемый при проектировании ОУ. В общем случае групповую замену наиболее целесообразно осуществлять для ОУ с ЛЛ, так как они относительно дешевы и к концу продолжительности горения их световой поток составляет примерно 60 % первоначального. Следует отметить, что часть замеиенных ЛЛ, еще пригодных к эксплуатации, может в дальнейшем быть использована для освещения вспомогательных помещений.

Как индивидуальный, так и групповой способы замены ИС имеют свои достоинства и недостатки, поэтому разработан смешанный способ, при котором в промежутке между групповыми заменами через определенное время производят замену ИС, вышедших из строя к этому моменту При этом способе обычно совмещают замену перегоревших ламп с чисткой ОП.

При подготовке к замене должен быть осуществлен входной контроль источников света, особенно ЛЛ, а при замене не допускается установка ИС несоответствующей мощности взамен вышедшего из строя.

На освещенность рабочих мест оказывает существенное влияние состояние окраски стен и потолка помещения В особенности заметно это влияние в ОУ с ОП рассеянного света. Своевременное возобновление окраски стен и потолка обеспечивает в ряде случаев повышение освещенности на 10—30 %. Стены, потолки и колонны производственных помещений следует окрашивать в светлые тона.

Измерение освещенности

Измерение освещенности производят при приемке в эксплуатацию вновь вводимых или реконструированных ОУ, при плановой проверке состояния ОУ, проводимой ежегодно, при внеочередных проверках состояния освещения.

После приемки в эксплуатацию новой или реконструированной ОУ на нее заводят журнал или паспорт состояния освещения. Измеренные значения освещенности при всех последующих проверках должны сравниваться с уровнями, предусмотренными проектом или отраслевыми нормами. Сопоставление должно производиться с учетом коэффициента запаса. В связи с тем что при ежегодных проверках перед измереиием освещенности, как правило, производят замену всех перегоревших ламп и чистку ОП, а при внеочередных проверках измерения обычно производят без предварительной подготовки ОУ, это должно быть зафиксировано в журнале или паспорте ОУ при оформлении результатов

Перед проверкой действующих ОУ необходимо обратить внимание на продолжительность их эксплуатации, так как срок службы ОУ определяется

прежде всего сроком службы ОП, который в среднем составляет 8—10 лет.

Применяемую аппаратуру, порядок подготовки, измерения и обработку результатов при проверке освещенности регламентирует ГОСТ 24940—81 «Здания и сооружения. Метод измерения освещенности», а яркости — ГОСТ 26824—86 «Здания и сооружения. Методы измерения яркости».

Для измерений рекомендуется применять люксметры типа Ю116 и Ю117. На рис. 14.15 представлена принципиальная электрическая схема люксметра Ю116. Переносный фотоэлектрический люксметр Ю116 общепромышленного назначения применяют для измерения освещенности, создаваемой ЛН и естественным светом. В комплект люксметра входит фотоэлемент *ФЭ* с насадками и измеритель. Фотоэлемент без насадок за счет переключения кнопок *Кн1* и *Кн2* обеспечивает два диапазона измерения: 0—30 и 0—100 лк. Для расширения диапазонов измерения и снижения косинусной погрешности применяют насадок К, выполненный в виде полусферы, в сочетании с одним из трех насадков (М, Р или Т), который размещают между фотоэлементом и насадком К. Насадок М, Р или Т совместно с насадком К образует поглотитель с коэффици-

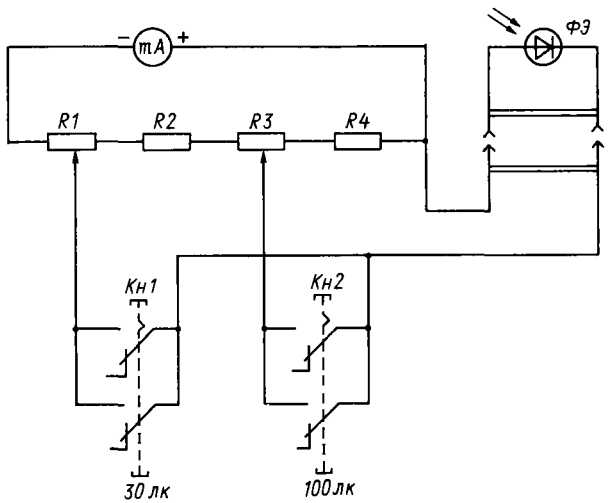


Рис 14 15 Принципиальная электрическая схема люксметра Ю116

Таблица 14 15

Значения поправочных коэффициентов спектрального перехода для различных типов люксметров

Тип лампы	Поправочный коэффициент для люксметров типа	
	Ю16, Ю17	Ю116, Ю117
ЛН	1,00	1,00
ЛЛ типа		
ЛБ	1,15	1,17
ЛД	0,88	0,99
ЛДЦ	0,95	0,99
ЛХБ	1,03	1,15
МГЛ типа		
ДРИ400	—	1,22
ДРИ1000	—	1,06
ДРИ3500	—	1,03
ДРЛ	1,20	1,09
ДНаТ	—	1,23

ентом ослабления 10, 100 или 1000 соответственно, что в сочетании с двумя кнопками дает 8 диапазонов измерений.

В связи с тем что люксметры тарируются, как правило, с помощью ламп накаливания, при измерениях необходимо учитывать поправочный коэффициент спектрального перехода, т. е. число, постоянное для люксметров конкретного типа, на которое надо умножить показание люксметра, чтобы перейти от освещенности, создаваемой нормированным ИС, к освещенности, создаваемой другим ИС, отличающимся от нормированного цветовой температурой или спектральным составом. Поправочные коэффициенты спектрального перехода для различных типов люксметров приведены в табл. 14.15.

Фактическая освещенность должна быть больше или равна нормируемой освещенности, умноженной на коэффициеит запаса ОУ. При несоблюдении этого соотношения либо осуществляют полную замену ламп, либо реконструируют ОУ. Полиая замена ламп наиболее эффективна в ОУ с ЛЛ, особенно когда продолжительность их горения превышает минимальную экономически целесообразную продолжительность горения

Средства доступа к осветительным приборам

Работы по обслуживанию ОП, требующие нахождения работающего от поверхиости пола, перекрытия или настила на расстоянии от 1 до 5 м, считаются работами, выполняемыми на высоте. Те же работы, выполняемые на высоте более 5 м, считаются верхолазными. К верхолазным работам предъявляются жесткие требования по обеспечению безопасности труда

При выполнении работ на высоте до 5 м наиболее широко используют лестницы-стремянки Л-380 (рис. 14.16) и лестницы с площадкой Л-312 (рис 14 17) Каждой лестнице, находящейся в эксплуатации, присваивается инвентарный номер. Рядом с номером указывают дату последнего механического испытания лестницы.

Для работы на высоте от 2 до 9 м широко применяют передвижные алюминиевые подмости ППА-8 (рис 14 18), состоящие из четырех секций. При полностью выдвинутых всех секциях подъем

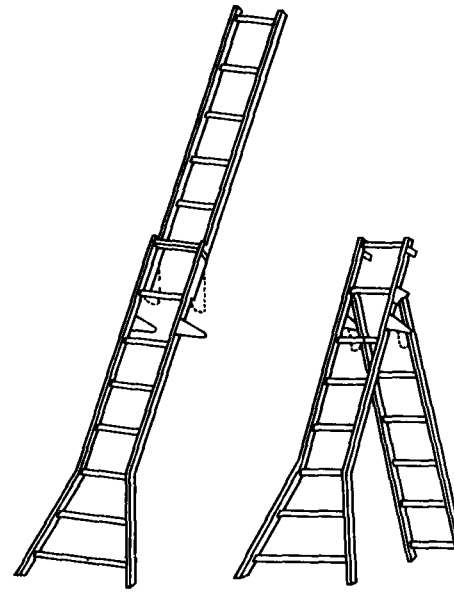


Рис 14 16 Лестница-стремянка Л-380

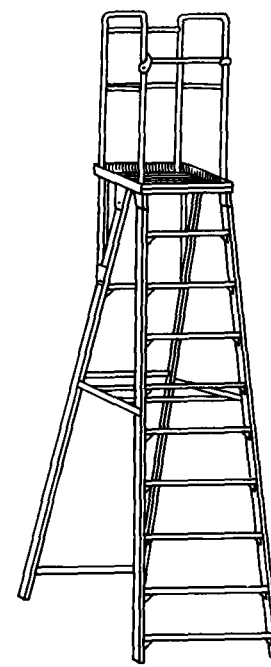


Рис 14 17 Лестница-площадка Л-312

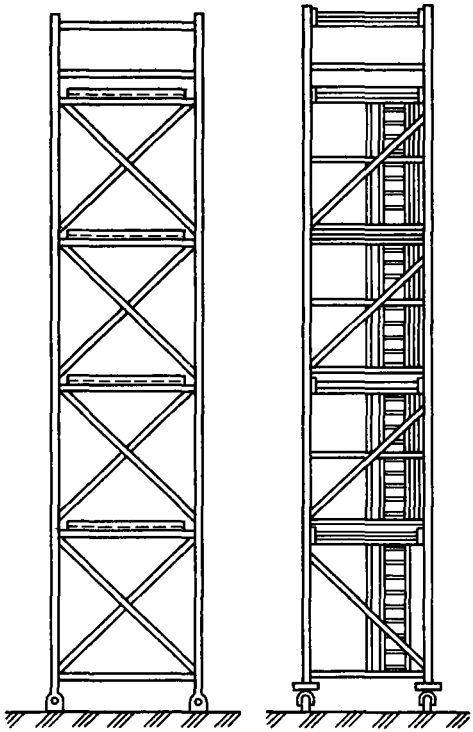


Рис 14.18 Передвижные алюминиевые подмости ППА-8

настила четвертой секции составляет 8,3 м. Нижняя секция подмостей опирается на колеса, поэтому на короткие расстояния подмости передвигают вручную, а на более длинные — буксируют. Габаритные размеры в рабочем положении 2000×1650×9000 мм, масса 265 кг, грузоподъемность 260 кг.

Для обслуживания ОП в высокопролетных производственных зданиях используют самоходную шарнирную двухсекционную вышку Ш2СВ-18 (рис. 14.19), предназначенную для работ на высоте от 2 до 19 м. Ее особенностью является возможность перемещения люльки с рабочим и грузом массой 50—70 кг вдоль стен с обходом выступающих частей здания, так как максимальный поворот стрелы составляет 360°. Размеры вышки в транспортном положении 4270×1520×2810 мм, масса 7500 кг, грузоподъемность 150 кг. Привод механизмов вышки — электрический от сети переменного тока напряжением 380 В.

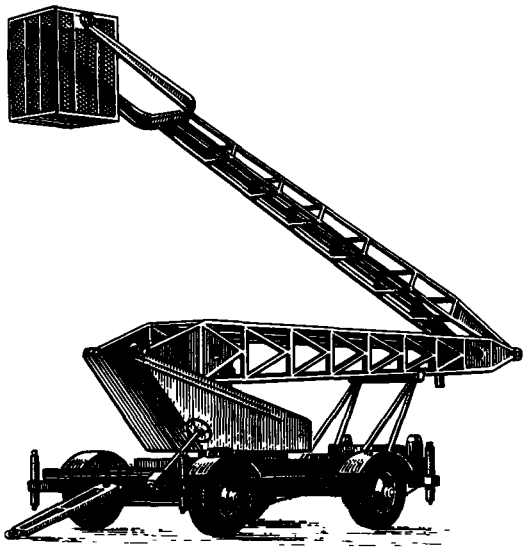


Рис 14 19. Самоходная шарнирная двухсекционная вышка Ш2СВ-18

При обслуживании ОП с самоходной вышки положение люльки должно быть таким, чтобы ОП находился в удобной зоне обслуживания. На рис. 14.20 показаны зоны досягаемости руками работающего по вертикали; эти зоны условно можно подразделить на верхнюю неудобную *1*, верхнюю менее удобную *2*, удобную *3*, нижнюю менее удобную *4* и нижнюю неудобную *5*. Кроме того, различают зоны досягаемости руками в пространстве: *а* — оптимальная, *б* — менее удобная при фиксированном поло-

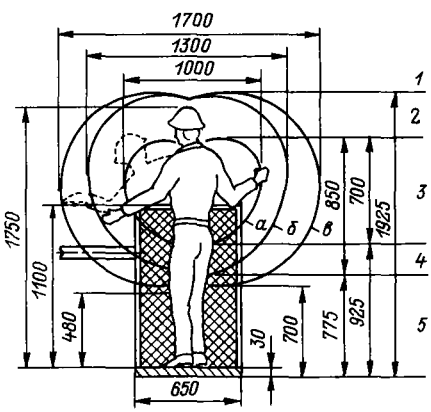


Рис 14 20 Рабочие зоны при выполнении работ в люльке самоходной вышки

Таблица 14 16

Технические данные средств доступа к осветительным приборам

Наименование средства	Грузоподъемность, кг	Высота рабочей площадки над полом, м		Размер площадки, мм	Габаритные размеры (длина, ширина, высота), мм		Масса, кг
		минимальная	максимальная		в рабочем положении	в положении транспортирования	
Лестница типа ЛСМУ-1 приставная	100	—	3,2*	—	1170*	750×220×2162	12,5
стремянка			3,1*			750×220×1081	
Лестница-площадка типа Л-312У1	100	—	3,0	500×600	2050	100×600×4100	28
Телескопический подъемник типа «Темп-У2»	120	3,9	7,0	540×610	2150×2500×8100	—	125
Подмости сборио-разборные типа ПСР-7	80	—	5,6	1800×1800	3950×3950×6800	—	450
Вышка монтажная типа ВМ-7У	80	1,8	5,6	1800×1800	4200×3200×6800	—	400

* Высота до верхней ступени в рабочем положении
** Размах опор в рабочем положении

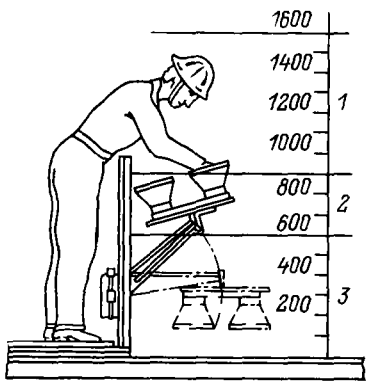


Рис 14 21 Рабочие зоны при обслуживании светильников со стационарных мостиков *1* — удобная зона; *2* — менее удобная зона, *3* — неудобная зона

жении ног, *в* — неудобная. При нахождении в люльке работающий в обязательном порядке должен иметь предохранительный пояс, которым он пристегивается к перилам люльки.

В производственных помещениях, оборудованных мостовыми кранами, участвующими в круглосуточном производственном процессе, а также в бескрановых пролетах, в которых доступ к ОП с помощью напольных и других передвижных средств невозможен или затруднен, для установки ОП и их обслуживания предусматривают специальные стационарные мостики, выполняемые из несгораемых материалов. Ширина мостиков не менее 0,6 м, а высота их ограждения не менее 1 м. ОП с кронштейнами размещают так, чтобы при обслуживании светильник в откинутом состоянии находился в зоне *1* или *2* (рис. 14.21).

В табл. 14.16 приведены технические данные средств доступа к ОП различных типов. Изготовитель — Новокузнецкий опытный завод электромонтажных механизмов (654020, Новокузнецк, ул. Защитная, 113а).

Утилизация разрядных ламп

В большинстве типов РЛ электрический разряд протекает в парах металлов, причем преимущественно используют пары ртути. Пары ртути, как и большинство ее химических соединений, обладают чрезвычайно высокой токсичностью. В соответствии с ГОСТ 12.1.005—88 пары ртути относят к веществам чрезвычайно опасным и их предельная допустимая концентрация в рабочей зоне не должна превышать 0,01 мг/м^3 В связи с этим возникают две проблемы, первая из которых связана с предотвращением поступления паров ртути в рабочую зону, например, при разрушении РЛ в процессе эксплуатации, а вторая — с предотвращением загрязнения окружающей среды, когда содержащие ртуть отработавшие или забракованные РЛ выбрасываются на свалки Общие требования безопасности при работах со ртутью регламентирует ГОСТ 12.3.031—83.

Предотвращение поступления паров ртути в рабочую зону достигается демеркуризацией, которая включает в себя три процедуры: механическую очистку загрязненных мест от видимых шариков ртути, химическую обработку загрязненных поверхностей и влажную уборку с целью тщательного удаления продуктов реакции ртути с химическими веществами. Механическую очистку производят стеклянными ловушками, которые оснащены резиновыми грушами. Очень мелкие капельки ртути с гладких поверхностей удаляют влажной фильтровальной или газетной бумагой. Из углублений и щелей ртуть извлекают при помощи полосок или кисточек из белой жести, медной или латунной проволоки или других; хорошо амальгирующих металлов.

Химическая обработка основана на окислении ртути с превращением ее в оксид или хлорид. Метод, основанный на взаимодействии ртути с 20 %-ным водным раствором хлорида железа, считается одним из наиболее простых и надежных. Обрабатываемую поверхность обильно смачивают раствором и несколько раз протирают щеткой для лучшего эмульгирования ртути, а затем оставляют до полного высыхания. После этого поверхность тщательно промывают сперва мыльным раствором, затем чистой водой. Следует учитывать, что раствор хлорида железа вызывает сильную коррозию металлического оборудования

Для предотвращения загрязнения окружающей среды отработавшие и отбракованные РЛ подвергают термической демеркуризации. Во ВНИИ Ресурсосбережения Госстроя СССР (141006, Московская обл., г. Мытищи, Олимпийский пр., 22) разработаны установки демеркуризации типов УДЛ-60, УДЛ-100, УДЛ-150 и УДЛ-750, которые могут перерабатывать соответственно 60, 100, 150 и 750 люминесцентных ламп в час или 300, 500, 750 и 3500 тыс. ламп в год. На этих установках также могут утилизироваться горелки разрядных ламп типов ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ и ДНаТ.

Ввиду большой производительности установок демеркуризации администрация заинтересованных предприятий совместно с советами народных депутатов и местными органами санитарного надзора решает вопрос о целесообразности создания этих установок на отдельных предприятиях, или для группы предприятий, или для города в целом. В соответствии с этим на предприятиях, где отсутствуют демеркуризационные установки, вышедшие из строя РЛ собирают, хранят в надежной таре и партиями отправляют на демеркуризацию.

Меры безопасности при обслуживании осветительных установок

Персонал, обслуживающий ОУ, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III, при этом он должен быть обучен приемам оказания первой помощи пострадавшему от электрического тока [70]. При обслуживании ОУ работающими должны использоваться электрозащитные средства, правила применения которых изложены в работе [71].

Работы, связанные с осмотром, чисткой и ремонтом элементов ОУ, а также с заменой ламп в ОП, производят со снятием напряжения с групповой сети или с отдельного светильника. При вы-

полнении работ со снятием напряжения с групповой сети необходимо:

произвести отключение и принять меры, предотвращающие подачу напряжения к месту работы вследствие ошибочиого или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры;

на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационной аппаратурой вывесить запрещающие плакаты;

проверить отсутствие напряжения на токоведущих частях, на которые должно быть наложено заземление для защиты работающих от поражения электрическим током;

наложить заземление.

Подробно порядок перечисленных действий в установках с напряжением до 1000 В регламентируется в [72].

Обслуживают элементы ОУ с лестниц или подмостей, при этом при вывертывании ЛН или РЛВД из светильника эту операцию производят, когда лампы находятся в холодном состоянии. При обслуживании ПРА разрядных ламп до отсоединения ПРА от общей схемы ОП производят разрядку конденсаторов независимо от наличия разрядных резисторов.

Установку и съем ОП, щитков и других устройств ОУ массой более 10 кг выполняют двумя работающими или одним, но только с помощью соответствующих приспособлений.

Обслуживание ОП, расположенных на потолке машинных залов и крупных цехов, с тележки мостового крана должно осуществляться не менее чем двумя работающими, причем один из них должен иметь группу по электробезопасности не ниже III. Один рабочий должен обслуживать ОП, а другой — следить за соблюдением первым правил безопасности. На выполнение данных работ ремонтным персоналом ему выдается наряд-допуск. Само обслуживание ОП производят непосредственно с настила тележки или с установленных на настиле стационарных подмостей. Передвигать мост или тележку крана крановщик может только по команде производителя работ. При передвижении мостового краиа работающие должны находиться в кабине или на настиле моста. Когда работающие находятся на тележке, передвижение моста и тележки запрещается. С троллейных проводов при подъеме на тележку работающего должно быть снято напряжение.

Новые и вышедшие из строя РЛ хранят отдельно в надежной таре. Вышедшие из строя РЛ периодически вывозят для утилизации.

При обслуживании ОУ производят в установленные сроки замер сопротивления изоляции групповых линий или отдельных ее участков, как правило, с помощью мегаомметра. Измерения осуществляют на отключенных линиях, с которых снят заряд путем предварительного их заземления. Заземление с линии снимают только после подключения к ней мегаомметра. При измерениях запрещается прикасаться к токоведущим частям, к которым подключен мегаомметр После измерения необходимо снять с токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

При разрушении в работающем светильнике колбы РЛВД или колбы совместно с горелкой необходимо отключить групповую линию и вызвать обслуживающий персонал. Это необходимо из-за того, что при разрушении колбы РЛВД, например типа ДРЛ, ее горелка является мощным источником УФ-излучения, которое вредно воздействует на орга низм человека. В случае разрушения колбы и горелки в атмосферу производственного помещения поступают пары таких вредных веществ, как ртуть, натрий и т д.

Глава пятнадцатая

ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТОВ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

15.1. СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЗАДАНИЯ

Состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на новое строительство, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений отраслей народного хозяйства, отраслей промышленности и видов строительства регламентируются СНиП [74].

Разработка проектов электрического освещения регламентируется стандартами системы проектной документации для строительства (СПДС), издаваемыми Госстроем СССР, и Единой системой конструкторской документации (ЕСКД). В табл. 15.1 приведен перечень стандартов СПДС и ЕСКД, требования которых подлежат учету при выполнении электротехнического раздела рабочей документации. Объем и содержание проектной документации для промышленных электроустановок регламентируются нормами ВНИПИ «Тяжпромэлектропроект». В табл. 15.2 приведен перечень нормативных материалов этой организации по составу и оформлению проектной документации, а также адреса, по которым можно заказать необходимую документацию из перечня.

Заказчик выдает подрядной организации утвержденное задание на проектирование. Состав задания на проектирование устанавливается с учетом специфики отрасли народного хозяйства, вида строительства [74].

Вместе с утвержденным заданием на проектирование заказчик выдает проектной организации: утвержденный акт о выборе площадки (трассы) для строительства; архитектурно-планировочное задание; сведения о существующей застройке, подземных и наземных сооружениях и коммуникациях и их техническом состоянии; технические условия на присоединение проектируемого предприятия, здания или сооружения к источникам снабжения, инженерным сетям и коммуникациям; материалы по ранее проводимым инженерным изысканиям; исходные данные для разработки решений по организации строительства и составления сметной документации; данные технических проектов на машины и оборудование с длительным циклом разработки и т. п. [74, 75].

Проектирование осветительных установок осуществляется на основании решений, принятых в утвержденных технико-экономических обоснованиях (ТЭО) или технико-экономических расчетах (ТЭР). Стадия ТЭО (ТЭР) служит для обоснования целесообразности данного строительства. На стадии ТЭО (ТЭР) определяется техническая реализуемость освещения проектируемого объекта, ориентировочная электрическая мощность осветительных установок, стоимость осветительных установок.

В ТЭО (ТЭР) определяются стадии и порядок разработки проектно-сметной документации: в одну стадию — рабочий проект (РП) или в две стадии — проект (П) и рабочая документация (Р). Стадии проектно-сметной документации определяются инстанцией, утверждающей ТЭО (ТЭР), с учетом необходимости дальнейшей детализации и уточнения основных технических решений.

Для предприятий, зданий и сооружений, строительство которых будет осуществляться по типовым и повторно применяемым проектам, проекты реконструкции действующих установок и проекты технически несложных объектов выполняются чаще всего в одну стадию: разрабатывается рабочий проект (РП) со сводным сметным расчетом. Для крупных, сложных и уникальных объектов строительства ведется двухстадийное проектирование. Заданием для выполнения проектов осветительных установок являются строительные планы и разрезы здания с указанием назначе-

Таблица 15.1

Перечень стандартов СПДС и ЕСКД, требования которых подлежат учету при выполнении электротехнического раздела рабочей документации

Обозначение	Название
	Стандарты СПДС
ГОСТ 21.001—77 СПДС	Общие положения
ГОСТ 21.002—81 СПДС	Нормоконтроль проектно-сметной документации
ГОСТ 21.101—79 СПДС	Основные требования к рабочим чертежам
ГОСТ 21.102—79 СПДС	Общие данные по рабочим чертежам
ГОСТ 21.103—78 СПДС	Основные надписи
ГОСТ 21.104—79 СПДС	Спецификации
ГОСТ 21.105—79 СПДС	Нанесение на чертежи размеров, надписей, технических требований и таблиц
ГОСТ 21.106—78 СПДС	Условные обозначения трубопроводов санитарно технических систем
ГОСТ 21.107—78 СПДС	Условные изображения элементов зданий, сооружений и конструкций
ГОСТ 21.108—78 СПДС	Условные графические изображения и обозначения на чертежах генеральных планов и транспорта
ГОСТ 21.109—80 СПДС	Ведомости потребности в материалах
ГОСТ 21.110—82 СПДС	Спецификация оборудования
ГОСТ 21.111—84 СПДС	Ведомости объемов строительных и монтажных работ
ГОСТ 21.201—78 СПДС	Правила оформления внесения изменений в рабочую документацию
ГОСТ 21.202—78 СПДС	Правила оформления привязки проектной документации
ГОСТ 21.203—78 СПДС	Правила учета и хранения подлинников проектной документации
ГОСТ 21.403—80 СПДС	Обозначения условные графические в схемах Оборудование энергетическое
ГОСТ 21.502—78 СПДС	Схемы расположения элементов сборных конструкций
ГОСТ 21.603—80 СПДС	Связь и сигнализация Рабочие чертежи
ГОСТ 21.607—82 СПДС	Электрическое освещение территории промышленных предприятий Рабочие чертежи
ГОСТ 21.608—84 СПДС	Внутреннее электрическое освещение Рабочие чертежи
	Стандарты ЕСКД
ГОСТ 2.001—70 ЕСКД	Общие положения
ГОСТ 2.101—68	Виды изделий
ГОСТ 2.102—68 ЕСКД	Виды и комплектность конструкторских документов
ГОСТ 2.105—79	Общие требования к текстовым документам
ГОСТ 2.108—68	Спецификации
ГОСТ 2.109—73	Основные требования к чертежам
ГОСТ 2.110—68 ЕСКД	Патентный формуляр
ГОСТ 2.113—78	Групповые и базовые конструкторские документы
ГОСТ 2.201—80 ЕСКД	Обозначение изделий и конструкторских документов
ГОСТ 2.301—68	Форматы
ГОСТ 2.302—68	Масштабы
ГОСТ 2.303—68	Линии
ГОСТ 2.304—81	Шрифты чертежные
ГОСТ 2.305—68 ЕСКД	Изображения — виды, разрезы, сечения
ГОСТ 2.306—68	Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах

Продолжение табл 15 1

Обозначение	Название
ГОСТ 2 307—68 ЕСКД	Нанесение размеров и предельных отклонений
ГОСТ 2 308—79	Указания на чертежах допусков форм и расположения поверхностей
ГОСТ 2 309—73	Обозначения шероховатости поверхностей
ГОСТ 2 310—68	Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки
ГОСТ 2 311—68	Изображение резьбы
ГОСТ 2 312—72 ЕСКД	Условные изображения и обозначения швов сварных соединений
ГОСТ 2 313—68 ЕСКД	Условные изображения и обозначения швов неразъемных соединений
ГОСТ 2 314—68	Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий
ГОСТ 2 315—68	Изображения упрощенные и условные крепежных деталей
ГОСТ 2 316—68	Правила нанесения на чертежи надписей, технических требований и таблиц
ГОСТ 2 321—84 ЕСКД	Обозначения буквенные
ГОСТ 2 410—68	Правила выполнения чертежей металлических конструкций
ГОСТ 2 701—76	Схемы, виды и типы Общие требования к выполнению
ГОСТ 2 702—75	Правила выполнения электрических схем
ГОСТ 2 708—81	Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники
ГОСТ 2 709—72	Система обозначений цепей в электрических схемах
ГОСТ 2 710—81	Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах
ГОСТ 21 721—74 ЕСКД	Обозначения условные графические в схемах Обозначения общего применения
ГОСТ 2 722—68 ЕСКД	Обозначения условные в графических схемах Машины электрические
ГОСТ 2 723—68	Обозначения условные графические в схемах Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители
ГОСТ 2 725—68 ЕСКД	Обозначения условные графические в схемах Устройства коммутирующие
ГОСТ 2 726—68 ЕСКД	Обозначения условные графические в схемах Токосъемники
ГОСТ 2 727—68	Обозначения условные графические в схемах Разрядники, предохранители
ГОСТ 2 728—74	Обозначения условные графические в схемах Резисторы, конденсаторы
ГОСТ 2 729—74	Обозначения условные графические в схемах Приборы электроизмерительные
ГОСТ 2 730—73	Обозначения условные графические в схемах Приборы полупроводниковые
ГОСТ 2 732—68	Обозначения условные графические в схемах Источники света
ГОСТ 2 742—68	Обозначения условные графические в схемах Источники тока электрохимические
ГОСТ 2 743—82 ЕСКД	Обозначения условные графические в схемах Элементы цифровой техники
ГОСТ 2 745—68	Обозначения условные графические в схемах Электронагреватели, устройства и установки электротермические

Окончание табл 15 1

Обозначение	Название
ГОСТ 2 747—68 ЕСКД	Обозначения условные графические в схемах Размеры условных графических обозначений
ГОСТ 2 748—68	Обозначения условные графические электростанций и подстанций в схемах электроснабжения
ГОСТ 2 750—68 ЕСКД	Род тока и напряжения, виды соединения обмоток, формы импульсов
ГОСТ 2 751—73 ЕСКД	Обозначения условные графические в схемах Электрические связи, провода, кабели и шины
ГОСТ 2 752—71 ЕСКД	Обозначения условные графические в схемах Устройства телемеханики
ГОСТ 2 754—72 ЕСКД	Обозначения условные графические электрического оборудования и проводок на планах
ГОСТ 2 755—74 ЕСКД	Обозначения условные графические в схемах Устройства коммутационные и контактные соединения
ГОСТ 2 756—76	Обозначения условные графические в схемах Воспринимающая часть электромеханических устройств

Таблица 15 2

Перечень нормативных материалов ВНИПИТяжпромэлектропроект по составу и оформлению проектной документации

Шифр (по архиву ВНИПИ ТПЭП)	Наименование, год выпуска
	Общие работы
ВСН381-85 *	Инструкция о составе и оформлении электротехнической документации (рабочей) для промышленного строительства, 1985
А231	Требования к строительной части рабочих чертежей электропомещений и кабельных сооружений промышленных предприятий, 1987
М09-485	Руководство по внедрению ГОСТ 21 103—78 «СПДС Основные надписи» 1979
М09-487	Руководство по оформлению чертежей в соответствии со стандартами СПДС (ГОСТ 21 201—78 «СПДС Правила внесения изменений в рабочую документацию»), 1979
М09-488	Руководство по выбору форм проектной документации для выполнения работ по электроснабжению и подстанциям, 1980
М09-489	Руководство по выбору форм проектной документации для выполнения работ по линиям электропередачи и электрифицированному транспорту, 1981
М09-555	Пособие по выбору форм проектной документации общего применения, 1985
М09-540	Руководство по внедрению ГОСТ 2 710—81 «ЕСКД Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах», 1982
М09-557	Пособие по оформлению проектной документации для строительства за границей, 1985
М09-550	Пособие по составлению спецификаций и ведомостей, 1985
М09-553	Рекомендации по поводу кабелей и проводов к шкафам, ящикам и осветительным сетям, 1985
Н125-70	Маркировка электрооборудования, 1970
Н160-74	Схемы подключения и кабельные журналы, 1974
Н211-74	Молниезащита и внешние заземляющие контуры промышленных зданий и сооружений, 1974
Н214-70	Объем проектной документации и исходные данные для проектирования электрической части промышленных предприятий (1-я редакция), 1970
Н225-75	Сети Электропривод Силовые установки Осветительные установки Формы проектной документации, 1975
	Электроснабжение и подстанции
М3662	Руководство по выполнению расчетов токов короткого замыкания в сетях промышленных предприятий, 1979

Окончание табл 15 2

Шифр (по архиву ВНИПИ ТПЭП)	Наименование, год выпуска
М3977	Руководство по проектированию релейной защиты и автоматики систем электроснабжения промышленных предприятий, 1978
М4071	Схемы и расчеты релейной защиты электродвигателей напряжением выше 1000 В для промышленных предприятий, 1985
	Электропривод и силовое электрооборудование
М145-67	Сети напряжением по 1000 В Расчеты электрических нагрузок, 1967
Н189-70	Электроприводы напряжением до 1000 В Расчеты сопротивлений, 1970
	Конструкторские работы
В553-81	Руководство по составу и оформленню рабочих чертежей заземления и зануления электроустановок промышленных предприятий, 1981
Н179-71	Внецеховая кабельная сеть Строительное задание, 1971
Н192-71	Внецеховая кабельная сеть Прокладка кабелей, 1971
Н218-71	Прокладка кабелей методом трасс, 1971
Н301-74	Расположение электрооборудования в электропромышленных и щитовых помещениях и строительные задания, 1974
Н302-74	Прокладка цеховой модульной силовой распределительной сети, 1974
Н304-73	Рабочие чертежи ошиновок машин и аппаратов шинами коробчатого сечения (главные приводы прокатных станов и т п), 1973
Н308-73	Токоподводы к напольным тележкам, 1973
Н310-73	Рабочие чертежи цеховых троллейных линий, 1973

* Инструкция действует с учетом требований СНиП 1 02 01-85 и изменения № 1 к ГОСТ 21 109—80

Примечание Нормативные материалы распространяет ВНИПИТяжпромэлектропроект (105187, Москва, Е-187, Щербаковская ул , 57а), за исключенем материалов с шифром Н301 и более, которые распространяет Украинский институт «Тяжпромэлектропроект» (310072, Харьков-72, пр Ленина, 56) и материала В553-81, распространяемого Волгоградским отделением ВНИПИТяжпромэлектропроект (400066, Волгоград, ул Порт-Саида, 18)

ния помещений (АР), планы и разрезы с указанием размещения производственного оборудования и его эксплуатации (технологические чертежи), чертежи размещения технологических трубопроводов, чертежи металлических (КМ) и железобетонных конструкций (КЖ), чертежи, показывающие в плане и разрезе отопительные и вентиляционные (ОВ), а также водопроводные устройства. В скобках указаны шифры чертежей, принятые при системе параллельного проектирования специализированными организациями.

При наличии оборудования, требующего встроенного или местного освещения, не поставляемого комплектно с механизмами, необходимы установочные чертежи этого оборудования.

Необходимы также сведения об условиях среды в помещениях в соответствии с требованиями ПУЭ (см. гл. 1 настоящей книги), должны быть документированы классы пожаро- и взрывоопасных помещений с указанием для последних групп и категорий опасной среды. Должны иметься также исчерпывающие сведения об источниках питания, имеющихся в зоне застройки.

Для зданий со сложной конструкцией должны быть представлены сведения о наличии и размерах технологических площадок, проходов в фундаментах, подвалов.

Во всех случаях проектировщик должен быть обеспечен сведениями о технологических процессах и характере зрительной работы, выполняемой в помещениях

Для проектирования наружного освещения необходим генеральный план с нанесением зданий, всех дорог, про-

ездов, озеленения, заборов, воздушных и подземных линий электроснабжения, связи и всех других подземных коммуникаций.

Для проектирования светоограждений должно быть получено задание соответствующего территориального управления ГВФ.

На стадии рабочий проект (РП) выбираются конкретные варианты выполнения электрического освещения проектируемого объекта, производится светотехнический расчет для всех помещений проектируемого объекта (освещенность, электрическая мощность), выбирается конкретный тип осветительных установок, решаются вопросы электроснабжения осветительных установок, определяется их стоимость. Стадия РП используется для рассмотрения в экспертных и утверждающих инстанциях.

При двухстадийном проектировании на первой стадии решаются такие вопросы устройства осветительных установок, как выбор системы освещения, типов источников света, освещенности, способов питания освещения, выявляются установленная и потребляемая мощность, определяется ориентировочная стоимость монтажа ОУ При этом глубина и детализация проработки разных вопросов может изменяться в значительных пределах в зависимости от полноты данных для проектирования. Более подробные указания по объему проектных материалов на первой стадии двухстадийного проектирования ОУ приводятся в ведомственных инструкциях и нормалях.

На первой стадии проектирования выполняются, по существу, те же операции, что и в рабочем проекте, но в предварительном, эскизном виде. На планах основных помещений фрагментарно намечаются места установки светильников и щитков, число и тип светильников, но планы эти не оформляются начисто, а группируются в так называемый черновой том, хранящийся у организации-автора. Число светильников, щитков и объем оборудования подсчитываются по планам и таблице показателей (поскольку для сметы необходимо разделение по типоразмерам), кабельные изделия для питающей сети учитываются по данным расчета сечений и обмера трасс, потребности во всех остальных изделиях, таких, как провода и кабели групповой сети, выключатели и т. д., определяются по укрупненным показателям с использованием проектов-аналогов.

По требованию организации-заказчика проводятся технико-экономические расчеты для обоснования принимаемых решений На второй стадии двухстадийного проектирования разрабатывается рабочая документация в объеме, соответствующем рабочему проекту, за исключением решения основных принципиальных положений устройства ОУ, выявленных на первой стадии. Составляется план освещаемого объекта, указывается тип, число, место и способ монтажа осветительных приборов (установок), приводятся конкретные решения по электроснабжению осветительных установок (тип проводки, способ прокладки проводов, электротехнический расчет проводов, кабелей, распределительных устройств и т. п.), определяется способ обслуживания ОУ. Для крупных объектов определяется штат обслуживающего персонала, необходимого для эксплуатации осветительных установок Определяется стоимость ОУ. Целью стадии «рабочая документация» является проведение всех расчетов, необходимых для производства, монтажа ОУ и их электроснабжения.

Подробно материал о составе и оформлении электротехнических рабочих чертежей для промышленного строительства, состав документации по стадиям проектирования и условные обозначения приведены в [75].

15.2. РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

При одностадийном проектировании в рабочем проекте электрического освещения решаются все принципиальные вопросы по светотехнической и электрической части осветительной установки, разрабатываются чертежи и другие материалы, необходимые для монтажа освещения, и составляется смета стоимости монтажа.

В состав проектной документации рабочего проекта входят: пояснительная записка (только при необходимости особого пояснения или обоснования отдельных решений); заказные спецификации электрооборудования и материалов, задания монтажно-заготовительному участку; планы осветительной установки, характерные разрезы (для зданий сложной строительной конструкции); таблица условных обозначений; схемы или планы-схемы питающей сети (если требуется); строительные задания; схемы дистанционного управления или другие специальные схемы (при наличии таковых); нетиповые установочные чертежи.

Отдельным томом по установленным формам даются задания на индивидуальное изготовление щитов, пультов и т. д.

Заказные спецификации составляются раздельно на изделия, поставляемые подрядчиком (изделия заводов монтажных организаций, электроустановочные изделия, кроме штепсельных соединений с плоскими контактами, прокат черных металлов, трубы всех типов, металлорукава), и на все остальные изделия, которые поставляются заказчиком.

Отдельная спецификация составляется на изделия монтажно-заготовительного участка, в ней указываются типовые работы или номера нетиповых чертежей, по которым должны выполняться изделия, и эти чертежи прилагаются (типовые чертежи к проекту не прилагаются) На оборудование и материалы для изготовления изделий монтажно-заготовительным участком составляются отдельные ведомости. Для мелких объектов это оборудование и материалы могут включаться в общие спецификации

Основным документом светотехнического проекта является план осветительной установки; раздельно разрабатываются рабочие чертежи внутреннего и наружного освещения (ГОСТ 21 608—84 и 21.607—82 соответственно). Необходимо отметить общие моменты при выполнении рабочих чертежей·

при выполнении планов неизбежно использование не только графических снмволов для ряда изделий, но и определенного комплекса условных приемов выполнения и расположения надписей и цифр (табл. 15.3) в соответствии с ГОСТ 21.608—84,

изображаемые на планах схемы являются однолинейными, и их чтение невозможно без засечек, указывающих число проводников в линии (рис. 15 1), из схемы рис. 15.1, *а* ясно, что раздельно включаются левые и правые светильники, рис. 15.1, *б* — верхние и нижние, рис 15 1, *в* — верхние и нижние, но штепсельная розетка не включается вообще; схема рис 15.1, *г* при наличии только засечек может быть прочтена различно, поэтому здесь понадобилось дополнительно отметить одинаковыми цифрами светильники и управляющие ими выключатели;

перегрузка светотехнических чертежей линиями и надписями приводит к необходимости все прокладываемые по общей трассе группы линий одного вида освещения объединять в одну линню (рис. 15.2)

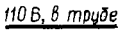
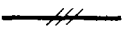
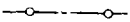
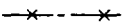
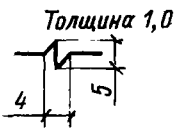
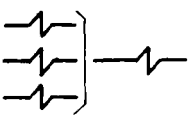
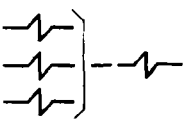
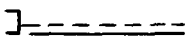
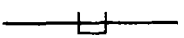
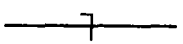
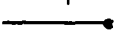
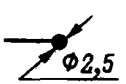
В этом случае приобретает значение четкая нумерация групп для каждого участка. Схему рис. 15.2, *а* следует понимать так, что головной участок линии состоит из двух кабелей трехжильного (группы 1 и 3 с общим нулем) и четырехжильного (группы 2, 4, 6 с общим нулем) Общий нулевой провод могут иметь только группы разных фаз.

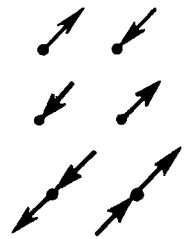
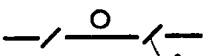
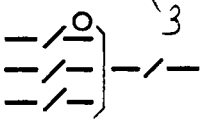
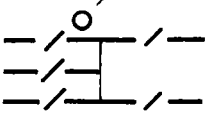
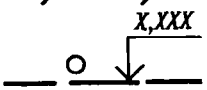
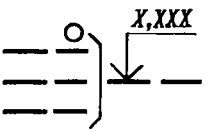
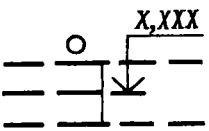
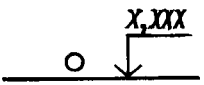
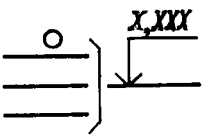
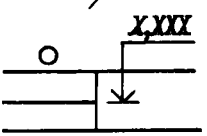
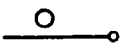
Повсеместное указание групп важно для равномерной загрузки фаз. При щитках, не нмеющих заводской нумерации групп (а также в проектах наружного освещения), непосредственно указываются фазы присоединения

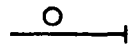
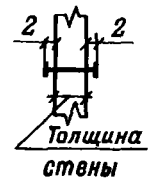
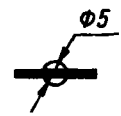
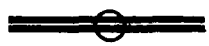
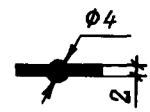
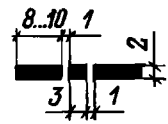
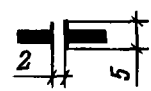
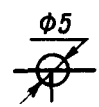
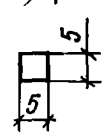
При проектировании зданий, ряд помещений которых (хотя бы разного назначения) нмеет одинаковые светотехнические решения, рекомендуется широкое применение системы «элементов плана», при которой план каждого проектирующегося помещения дается отдельно один раз под шифром ЭП-N, на общем же плане этажа показываются только вводы в такие помещения, обозначенные тем же шифром; имеет значение тщательно продуманный текст примечаний к планам. В них указываются итоговые

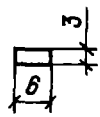
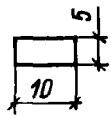
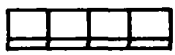
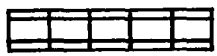
Таблица 15 3

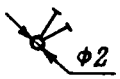
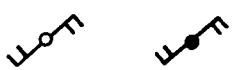
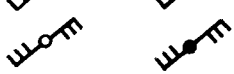
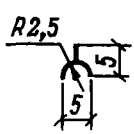
Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах (ГОСТ 21.614—88)

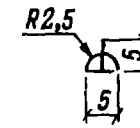
Наименование	Изображение	Размеры, мм
1 Линия проводки Общее изображение		Толщина 1,0
Допускается указывать над изображением линии проводки род тока, напряжение, материал, способ прокладки, отметку проводки и т п.		
Пример Цепь постоянного тока напряжением 110 В		То же
Допускается число проводников в линии указывать засечками		
Пример Линия, состоящая из трех проводников		
1 1 Линии цепей управления		
1 2 Линия сети аварийного, эвакуационного и охранного освещения		
1 3 Линия напряжением 36 В и ниже		
1 4 Линия заземления и зануления		
1 5 Заземлители		
1 6 Металлические конструкции, используемые в качестве магистралей заземления, зануления		
2 Прокладка проводов и кабелей		
2 1 Открытая прокладка одного проводника		
2 2 Открытая прокладка нескольких проводников		
2 3 Открытая прокладка одного проводника под перекрытием		
2 4 Открытая прокладка нескольких проводников под перекрытием		
2 5 Прокладка на тросе и его кольцевое закрепление		
2 6 Проводка в лотке		
2 7 Проводка в коробе		
2 8. Проводка под плинтусом		
2 9 Конец проводки кабеля		

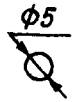
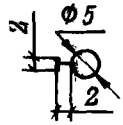
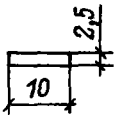
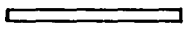
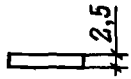
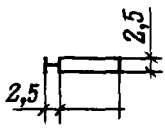
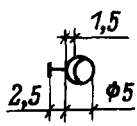
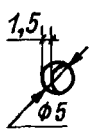
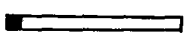
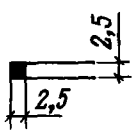
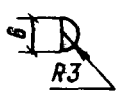
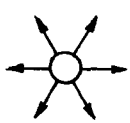
Наименование	Изображение	Размеры, мм
3 Вертикальная проводка 3 1 Проводка уходит на более высокую отметку или приходит с более высокой отметки 3 2 Проводка уходит на более низкую отметку или приходит с более низкой отметки 3 3 Проводка пересекает отметку, изображеиную на плане, сверху вниз или снизу вверх и не имеет горизонтальных участков в пределах данного плана		
4 Проводка в трубах Общее изображение		
4 1 Проводка в трубе, прокладываемой открыто		
4 2 Проводка в трубах, прокладываемых открыто		
4 3 То же, при необходимости показа габаритов группы труб		
4 4 Проводка в трубе, прокладываемой под перекрытием, площадкой, с указанием отметки заложения		
4 5 Проводка в трубах, прокладываемых под перекрытием		
4 6 То же, при необходимости показа габаритов группы труб		
4 7 Проводка в трубе, прокладываемой скрыто (в бетоне, грунте и т п), с указанием отметки заложения		
4 8 Проводка в трубах, прокладываемых скрыто		
4 9. То же при необходимости показа габаритов группы труб		
4 10 Прокладка в трубе от отметки трассы вверх		
4 11 То же, вниз		

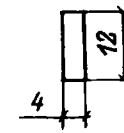
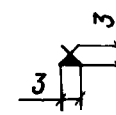
Наименование	Изображение	Размеры, мм
4 12 Конец проводки в трубе		
4 13 Проводка в патрубке сквозь стену		
4 14 То же, сквозь перекрытие		
4 15 Разделительное уплотнение в трубах для взрывоопасных помещений		
4 16 Проводка гибкая в металлорукаве, гибком вводе		
5 Прокладка шин и шинопроводов Общее изображение		Толщина 2,0
5 1 Шина, проложенная на изоляторах		
5 2 Пакет шин, проложенных на изоляторах		Толщина 1,0
5 3 Шина или шинопровод на стойках		
5 4 То же, на подвесах		То же
5 5 То же, на кронштейнах		
5 6 Троллейная линия		
5 7 Секционирование троллейной лиинии		
5 8 Компенсатор шинный троллейный		
6 Изображения коробок, щитков, ящиков с аппаратурой, шкафов, щитов, пультов		
6 1 Коробка ответвительная		
6 2 Коробка вводная		

Наименование	Изображение	Размеры, мм
6 3 Коробка протяжная, ящик протяжной		См п 6 2
6 4 Коробка, ящик с зажимами		
6 5 Ящик магистральный рабочего освещения		
6 6 Щиток групповой рабочего освещения		То же
6 7 То же, при выполнении на графопостроителе		» »
6 8 Щиток групповой аварийного освещения		» »
6 9 Щиток лабораторный		» »
6 10 Ящик с аппаратурой		
6 11 Шкаф, панель, пульт, щиток одностороннего обслуживания, пост местного управления		
6 12 Шкаф, панель двустороннего обслуживания		
6 13 Шкаф, щит, пульт из нескольких панелей одиостороинего обслуживания		
Пример Щит из четырех шкафов		
6 14 Шкаф, щит, пульт из нескольких панелей двустороннего обслуживания		
Пример Щит из пяти шкафов		
6 15 Щит открытый		
Пример Щит из четырех шкафов		
7 Изображения выключателей, переключателей и штепсельных розеток		
7 1 Выключатель Общее изображение		
7 2. Выключатель для открытой установки		
однополюсный		То же
однополюсный сдвоенный		» »
одиополюсный строенный		» »

Наименование	Изображение	Размеры, мм
двухполюсный		См п 7 1
трехполюсный		То же
7 3 Выключатель для скрытой установки со степенью защиты от IP20 до IP23		
однополюсный		
однополюсный сдвоенный		
однополюсный строенный		То же
двухполюсный		» »
7.4 Переключатель на два направления без нулевого положения		
однополюсный		» »
двухполюсный		» »
трехполюсный		» »
7 5 Штепсельная розетка Общее обозначение		
Штепсельная розетка открытой установки		
двухполюсная		То же
двухполюсная сдвоенная		» »
двухполюсная с защитным контактом		» »
трехполюсная с защитным контактом		» »
7 6 Штепсельная розетка для скрытой установки со степенью защиты от IP20 до IP23		
двухполюсная		» »
двухполюсная сдвоенная		» »

Наименование	Изображение	Размеры, мм
двухполюсная с защитным контактом		См п 7 5
трехполюсная с защитным контактом		То же
7 7 Блоки с выключателями и двухполюсной штепсельной розеткой для открытой установки со степенью защиты от IP20 до IP23		
один выключатель и штепсельная розетка		
два выключателя и штепсельная розетка		То же
три выключателя и штепсельная розетка		» »
7.8 Блоки с выключателями и двухполюсной штепсельной розеткой для скрытой установки со степенью защиты от IP20 до IP23		
один выключатель и штепсельная розетка		» »
два выключателя и штепсельная розетка		» »
три выключателя и штепсельная розетка		» »
8 Изображение светильников и прожекторов при раздельном изображении на плане оборудования и электрических сетей		
8 1 Светильник с лампой накаливания Общее изображение		
8 2 Светильник с люминесцентной лампой Общее изображение		
8 3 Светильник с разрядной лампой высокого давления		
8 4 Прожектор, например, с лампой накаливания Общее изображение		
8 5 Светильник с лампой накаливания для аварийного освещения		
8 6 Светильник с люминесцентной лампой для аварийного освещения		
8 7 Светильник с лампой накаливания для специального освещения (световой указатель), например, для запасного выхода		
9 Изображение светильников и прожекторов при совмещенном изображении на плане оборудования и электрических сетей		

Наименование	Изображение	Размеры, мм
9 1 Светильник с лампой накаливания Общее изображение		
9 2 Светильник с лампой накаливания на тросе		То же
9 3 Светильник с лампой накаливания на кронштейне, на стене здания, сооружения для наружного освещения		
9 4 Светильник с люминесцентными лампами		
9 5 Светильники с люминесцентными лампами установленными в линию		
9 6 Светильник с люминесцентной лампой на кронштейне для наружного освещения		
9 7 Светильник с разрядной лампой высокого давления на кронштейне для наружного освещения		
9 8 Светильник с разрядной лампой высокого давления на опоре для наружного освещения		
9 9 Люстра		То же
9 10 Светильник — световод щелевой		
9 11 Прожектор		
9 12 Группа прожекторов с направлением оптической оси в одну сторону		
9 13 Группа прожекторов с направлением оптической оси во все стороны		

Наименование	Изображение	Размеры, мм
9 14 Светофор сигнальный (на три лампы)		
9 15 Патрон ламповый		
стенной		
подвесной		
потолочный		То же

Примечание В пп 7 2, 7 4 и 7 5 светлые элементы электрооборудования — со степенью защиты IP20 — IP23, а залитые элементы — со степенью защиты IP44 — IP55

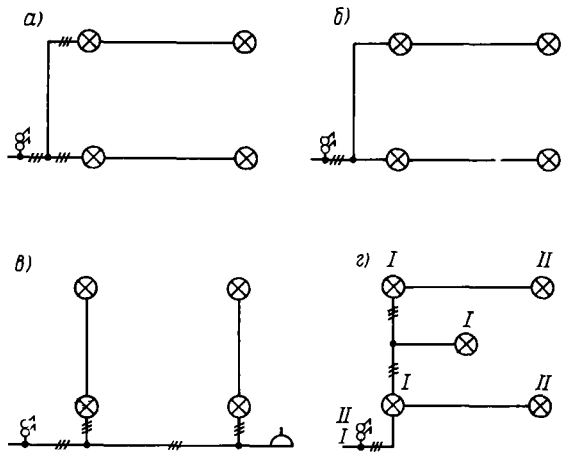


Рис. 15 1 Использование системы засечек

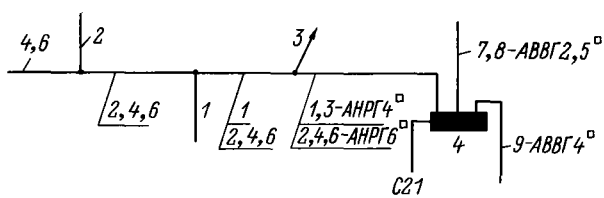


Рис 15 2 Элементы оформления планов осветительной установки

данные: напряжение сети, ссылка на условные обозначения, сведения о заземлении и по возможности максимум данных, общих для осветительной установки, чтобы не загромождать плана надписями (например, род проводки во всех помещениях и т. п.).

15.3. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ВНУТРЕННЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Состав и правила оформления рабочих чертежей внутреннего электрического освещения помещений зданий и сооружений устанавливаются ГОСТ 21.608—84.

К рабочим чертежам внутреннего электрического освещения относятся: чертежи, предназначенные для производства электромонтажных работ (основной комплект рабочих чертежей марки ЭО); чертежи конструкций и деталей, предназначенные для установки электрического оборудования (при отсутствии типовых чертежей).

Основной комплект рабочих чертежей марки ЭО допускается объединить с основным комплектом рабочих чертежей силового электрического оборудования или с другими основными комплектами электротехнических рабочих чертежей. Объединенному основному комплекту рабочих чертежей тоже присваивается марка.

В основной комплект рабочих чертежей марки ЭО включают: общие данные по рабочим чертежам; планы расположения электрического оборудования и прокладки электрических сетей; принципиальные схемы питающей сети; принципиальные схемы дистанционного управления освещением; схемы подключения комплектных распределительных устройств на напряжение до 1000 В; кабельный журнал для питающей сети (при необходимости); чертежи установки электрического оборудования (при отсутствии типовых чертежей).

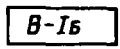
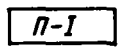
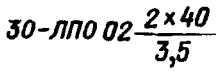
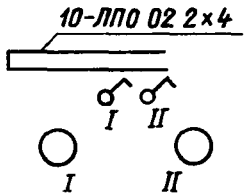
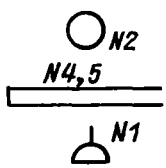
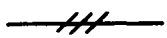
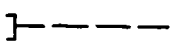
Рабочие чертежи внутреннего электрического освещеиия допускается оформлять как отдельные документы с присвоением им базовой марки основного комплекта и добавлением через точку порядкового номера документа, обозначаемого арабскими цифрами, например общие данные по рабочим чертежам (ЭО1.1), принципиальная схема питающей сети (ЭО1.2) и т. д. Общие данные по рабочим чертежам выполняют в соответствии с ГОСТ 21.102—79, причем ГОСТ 21.608—84 устанавливает дополнительные требования: ведомость спецификаций не составляют; в общих указаниях приводят итоговые данные (полезную площадь освещаемых объектов, установленную мощность освещения, число светильников). Для жилых домов итоговые данные не приводят.

Планы расположения электрооборудования выполняют по ГОСТ 2.702—75 (без перечня элементов) с учетом требований ГОСТ 21.608—84. На планы расположения наносят: строительные конструкции и технологическое оборудование в виде упрощенных контуров сплошными тонкими линиями; наименование помещений; классы взрывоопасных и пожароопасных зон, категорию и группу взрывоопасных смесей для взрывоопасных зон по ПУЭ; нормируемую освещенность для каждого помещения, тип, мощность, расположение для светильников или рядов светильников с привязкой к элементам строительных конструкций или координатным осям здания (сооружения); комплектные распределительные устройства на напряжение до 1000 В, относящиеся к питающей сети (распределительные щиты, щиты станций управления, распределительные ящики и шкафы управления, вводно-распределительные устройства и их обозначения); понижающие трансформаторы; выключатели, штепсельные розетки (в жилых домах — включая розетки для электроплит и других бытовых электроприемников); линии питающей, групповой сети и сети управления освещением, их обозначения, сечения, а при необходимости марку и способ прокладки (порядок записи условных обозначений на планах расположения электрического оборудования внутреннего освещения по ГОСТ 21.608—84 приведен в табл. 15.4).

Пример оформления плана расположения электрооборудования для произ-

Таблица 15 4

Примеры записи условных обозначений на планах расположения электрического оборудования внутреннего освещения

Наименование	Обозначение
1 Нормируемая освещенность от общего освещения	300 лк
2 Обозначение классов взрыво- и пожароопасных зон по «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ)	
класс взрывоопасной зоны, категория и группа взрывоопасной смеси	
класс взрывоопасной зоны	
класс пожароопасной зоны	
3 Сведения о светильниках	
количество-тип $\frac{\text{количество ламп} \times \text{мощность, Вт}}{\text{высота установки, м}}$	
количество-тип светильников в линии	
4 Соответствие выключателей управляемым ими светильникам	
5 Цифры у светильников и штепсельных розеток, указывающие номера групп, к которым присоединяются светильники, линии светильников или штепсельные розетки	
6 Количество проводов в линии (например, три)	
7 Разделительное уплотнение на трубах во взрывоопасных зонах	
8 Трос и концевое крепление троса	
9 Обозначение способов прокладки, марок проводников и сечений групповой сети в помещении:	
а — марка проводников,	
б — сечение, мм^2,	а-б-в
в — способ прокладки	
10 Надписи на линиях питающей сети	
а — номер линии,	
б — марка и сечение проводников,	
в — способ прокладки	а-б-в
11 Надписи на линиях групповой сети	
а — номер группы,	
б — марка и сечение проводников,	
в — способ прокладки	а-б-в

Примечания 1 По п 3 допускается не указывать число светильников при небольшом их числе в помещении, число ламп для одноламповых светильников, высоту установки для потолочных покрытий светильников

2 По пп 9—11 для отдельных участков линий допускается указывать не все, а только необходимые данные

водственного здания приведен на рис. 15.3.

При наличии в здании одинаковых по размеру помещений (участков помещений) с одинаковыми техническими решениями освещения электрическое оборудование, электрические сети и другие элементы на планах расположения допускается изображать не для всех, а для части помещений. Допускается также приводить фрагменты планов расположения для отдельных типовых помещений

Принципиальные схемы питающей сети, схемы дистанционного управления и схемы подключения комплектных распределительных устройств на напряжение до 1000 В выполняют в однолинейном изображении в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД на выполнение электротехнических схем и с требованиями ГОСТ 21 608—84

Принципиальные схемы питающей сети допускается выполнять с учетом расположения электрического оборудования по частям и этажам здания. Пример оформления принципиальной схемы питающей сети объекта в однолинейном изображении приведен на рис. 15 4, а принципиальной схемы питающей сети многоэтажного здания — на рис. 15.5.

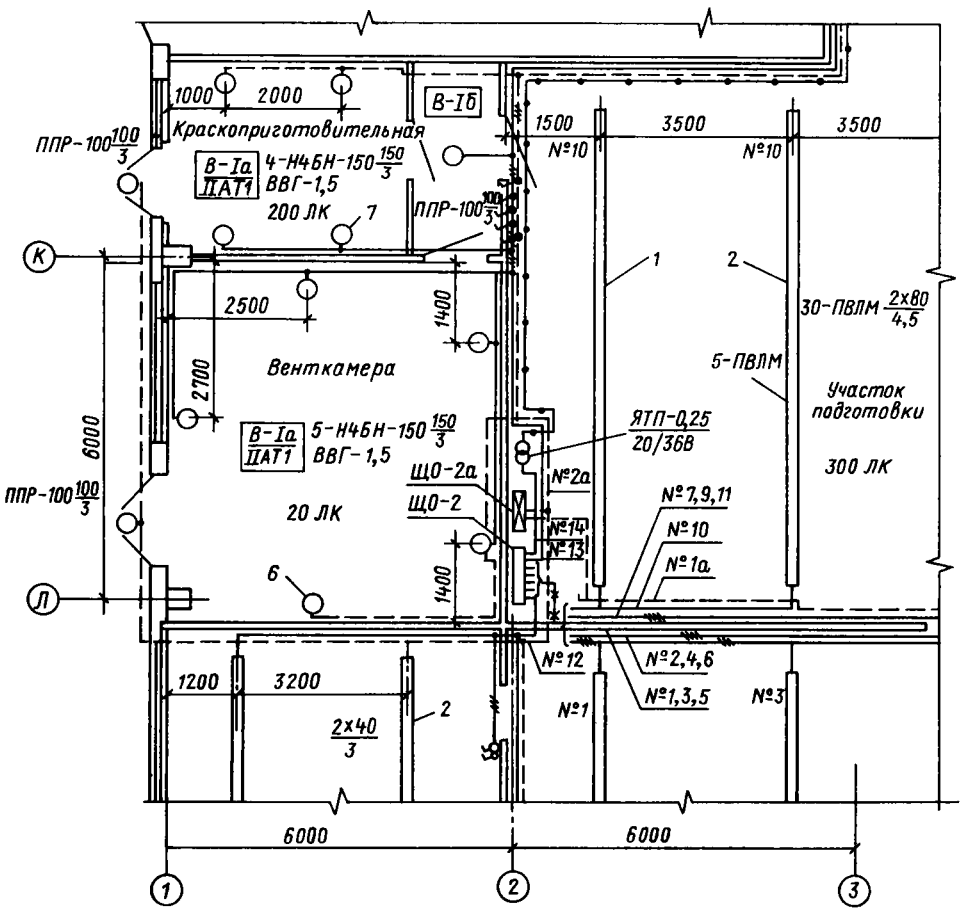
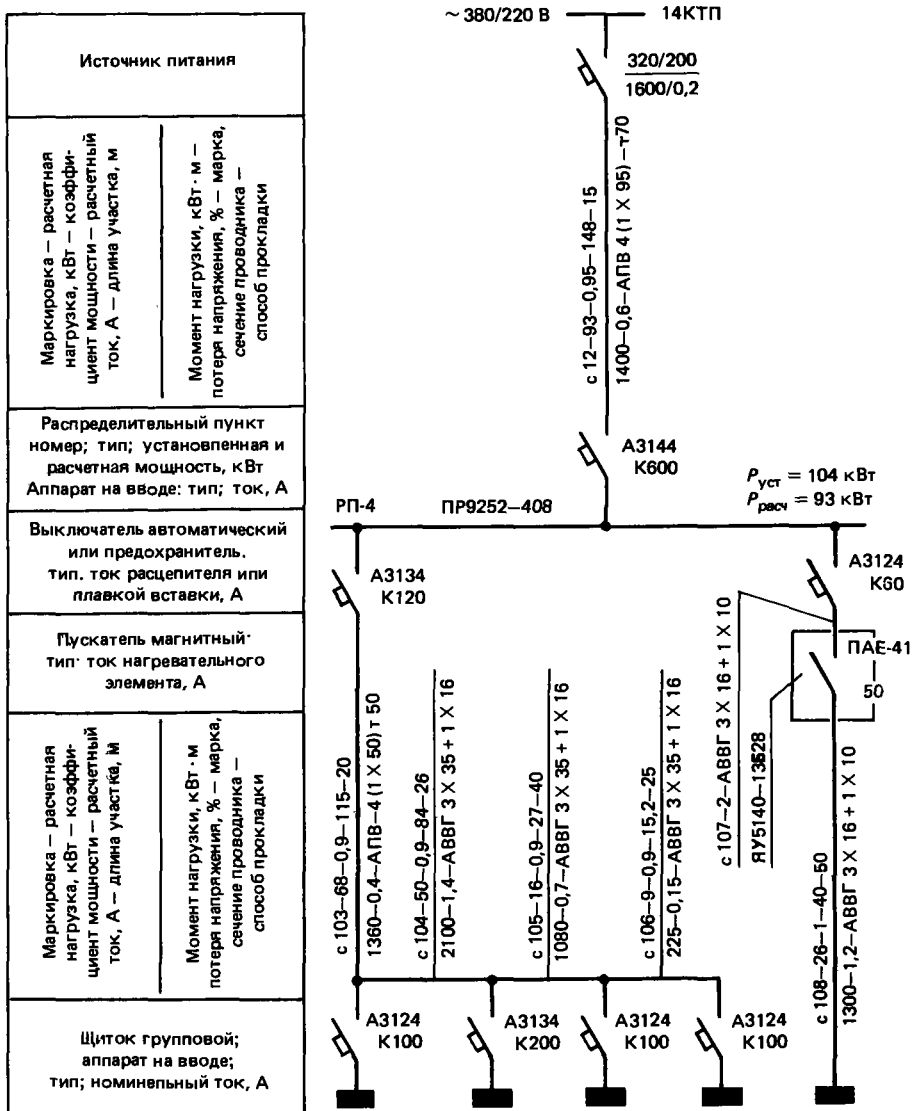


Рис 15 3. Пример оформления плана расположения электрооборудования и проводки для производственного здания



Номер по схеме расположения на плане	ЩО–5	ЩО–6	ЩО–7	ЩО–8	ЩО–12
Установленная мощность, кВт	20	37	8	10	29
Потеря напряжения до щитка, %	1,0	2,4	3,1	3,25	1,8

Рис. 15 4. Пример оформления плана питающей сети

Допускается не выполнять принципиальные схемы питающей сети при числе групповых щитков не более четырех и при условии, что все сведения о питающей сети приведены на плане расположения.

Кабельный журнал для питающей сети выполняется по форме, приведен-

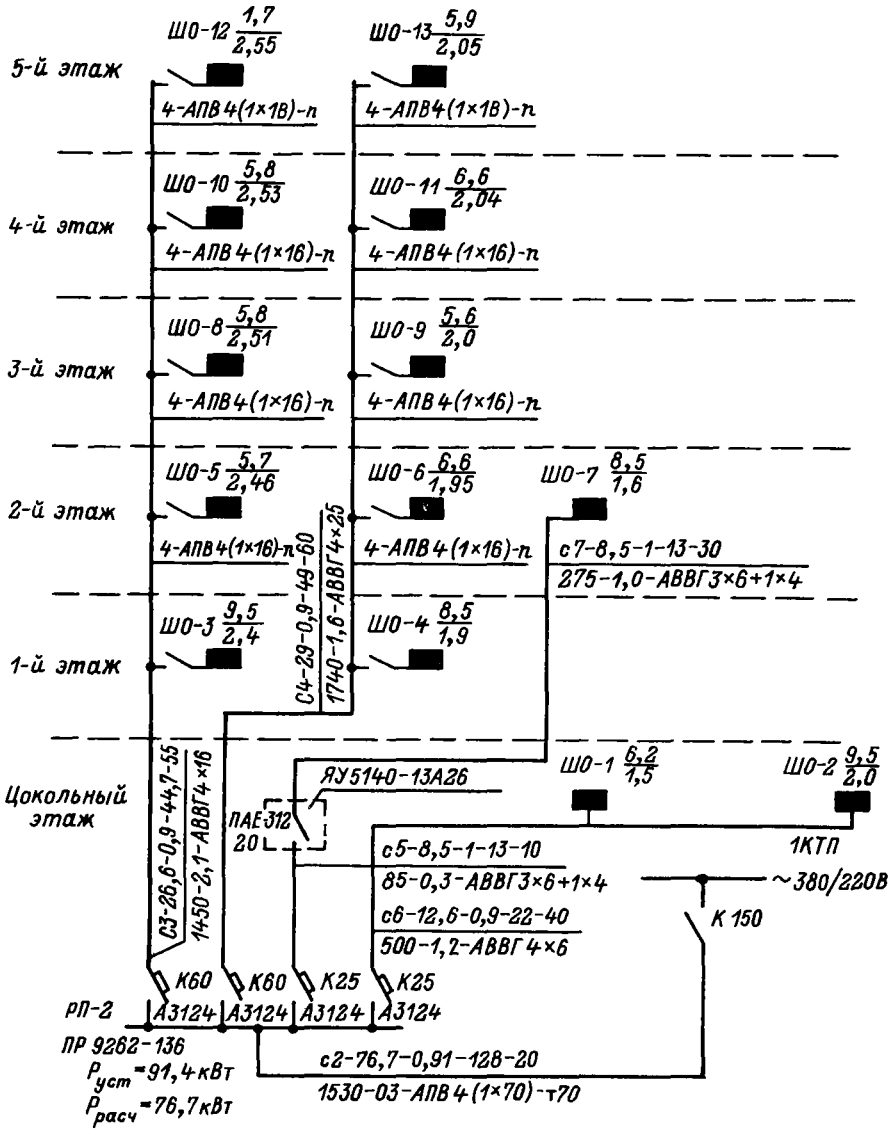


Рис 15 5. Пример оформления принципиальной схемы питающей сети многоэтажного здания

ной в ГОСТ 21.608—84. Кабельный журнал для питающей сети допускается не заполнять, если все данные, содержащиеся в журнале, указаны на принципиальной схеме питающей сети.

Чертежи установки электрического оборудования должны содержать общие виды конструкций крепления оборудования, необходимые узлы и спецификацию по ГОСТ 21.104—79.

15.4. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ НАРУЖНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Состав и правила оформления чертежей электрического освещения территории промышленных предприятий устанавливаются ГОСТ 21.607—82.

К рабочим чертежам освещения территории относятся: рабочие чертежи,

предназначенные для производства электромонтажных работ (основной комплект рабочих чертежей марки ЭН); эскизные чертежи общих видов нетиповых конструкций, предназначенных для установки осветительных приборов и электрооборудования.

В основной комплект рабочих чертежей марки ЭН входят план освещения территории; ведомость опор и прожекторных мачт с устаиовленными на них осветительными приборами и электрооборудованием, схемы питания и управления освещением территории; чертежи нетиповых узлов установки осветительных приборов и электрооборудования.

Общие данные по рабочим чертежам выполняют в соответствии с ГОСТ 21.102—79 и 21.607—82, причем рабочие чертежи освещения территории допускается оформлять отдельными документами с присвоением им базовой марки основного комплекта и добавлением через точку порядкового номера докумен-

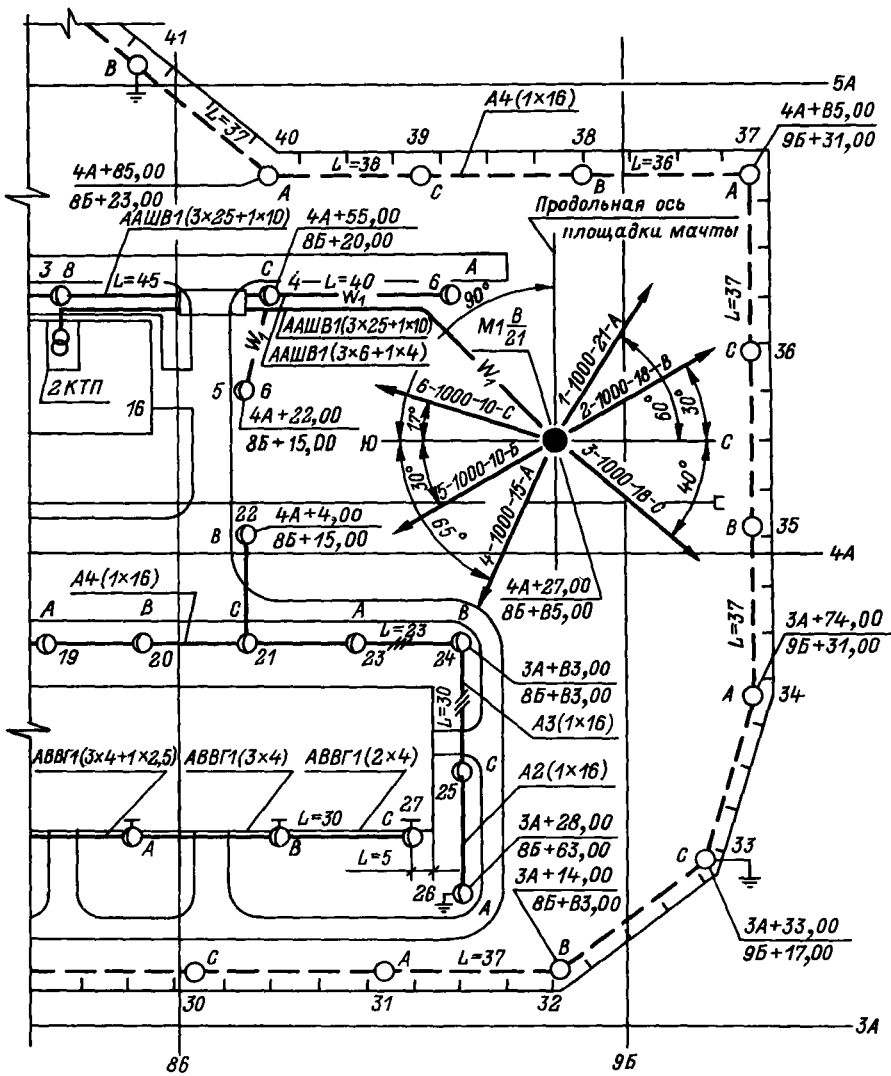


Рис 15 6 План освещения территории

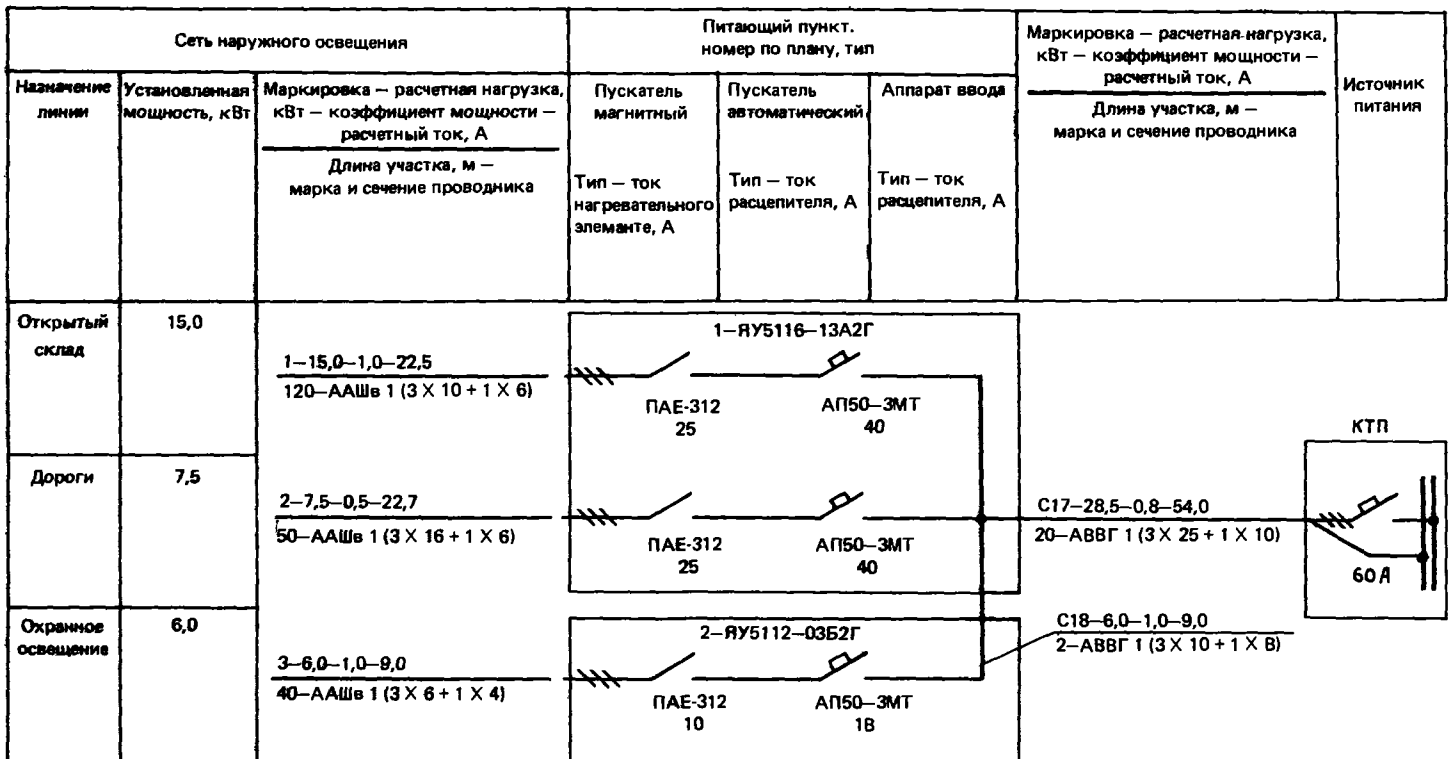


Рис 15 7. Схема питания освещения территории

та, например общие данные по рабочим чертежам (ЭН1 1), план освещения территории (ЭН1.2).

Для разработки плана освещения территории в качестве подосновы используют чертежи генерального плана, фрагменты плана освещения территории выполняют в масштабе 1:200 или 1:500.

На плане освещения территории указывают: опоры с установленными на них светильниками и опоры для прокладки воздушных линий; светильники, установленные на зданиях или сооружениях и подвешенные на тросах; мачты и вышки с прожекторами; электротехнические устройства, от которых питается освещение территории; сети освещения территории и сети управления освещением территории (при дистанционном управлении); заземляющие и другие необходимые устройства; трубные переходы над дорогами для прокладки кабелей; позиции опор, прожекторных мачт (вышек); буквенно-цифровые обозначения источников питания и управления, фазы сети, к которым подключают светильники и прожекторы; привязочные размеры для опор, прожекторных мачт (вышек); расстояния между осями опор (в метрах).

Привязочные размеры для опор, прожекторных мачт (вышек) указывают с привязкой к строительной координатной сетке, к осям дорог, наружной поверхности стен здания и сооружения или к другим ориентирам на территории.

Если опоры на прямолинейных участках сети расположены последовательно на одинаковом расстоянии друг от друга, то расстояние между ними указывают только по концам участков. На рис. 15.6 приведен пример оформления плана освещения территории.

Составляется ведомость опор и прожекторных мачт с установленными на них осветительными приборами, примеры выполнения такой ведомости приводятся в ГОСТ 21.607—82.

К схемам питания и управления освещением территории относятся: принципиальные схемы питания освещения территории; принципиальные схемы дистанционного управления освещением территории; схемы подключения комплектных распределительных устройств до 1000 В (при дистанционном управлении).

На схемах указывают (ГОСТ 21.607—82 и 2.702—75): аппараты защиты и управления, относящиеся к освещению территории, установленные на источниках питания и комплектных распределительных устройствах напряжением 1000 В; линии сети питания освещения территории, буквенно-цифровые обозначения (при необходимости) источников питания, комплектных распределительных устройств; номинальный ток аппаратов защиты и управления, расчетные данные, сечения проводников и назначение линий сети освещения территории. Пример оформления схемы приведен на рис. 15 7.

15.5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Определение экономической эффективности новой техники в электротехнической промышлениости производится в соответствии с «Инструкцией по определеиию экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в электротехнической промышлениости» [76] и разъяснениями к ней [77].

В большинстве случаев технико-экономические расчеты при проектировании сводятся к определению экономического эффекта ($Э$) от производства и применения новых (усовершенствованных) видов осветительных установок или к выбору наиболее эффективных ОУ и необходимых для их создания источников света, осветительных приборов и комплектующих изделий на базе выбранных критериев эффективности.

Экономический годовой эффект от производства и применения новых видов электротехнических изделий долговременного применения рассчитывается по формуле [76]:

$$Э_г = Ц_б\beta - (Ц_н + E_н \Delta K) + \frac{И'_б - И'_н - E_н (K'_н - K'_б)}{P_{ам} + E_н}, \quad (15.1)$$

где $Ц_б$ — оптовая цена базового изделия; $Ц_н$ — оптовая цена нового изделия, определяемая в соответствии с методикой ценообразования; ΔK — дополнительные капитальные затраты, связанные с созданием и организацией производства нового (усовершенствованного) электротехнического изделия; $\beta = \beta_1\beta_2$ — коэффициент приведения базового изделия к новому по производительности (работе) β_1 и долговечности

$$\beta_2;\ \beta_1 = П_н/П_б;\ \beta_2 = \frac{1/T_б + E_н}{1/T_н + E_н};$$

$П_б$, $П_н$ — годовые объемы производительности (работы) при использовании базового и нового изделия; $T_б$, $T_н$ — сроки службы базового и нового изделия (в соответствии с ТУ, стандартами); $И'_б$, $И'_н$ — годовые эксплуатационные издержки потребителя при базовом и новом электротехническом изделии в расчете на объем работы, производимой с помощью нового изделия; $K'_б$, $K'_н$ — сопутствующие капитальные затраты на эксплуатацию базового и нового электротехнического изделия в расчете на объем работы нового изделия; $P_{ам}$ — коэффициент отчислений на амортизацию при использовании потребителем одного базового и одного электротехнического изделия.

Коэффициент долговечности β_2 рассчитывается как величина, обратная сроку службы, а текущие ($И'_б$, $И'_н$) и сопутствующие капитальные затраты ($K'_б$, $K'_н$) принимаются с учетом морального износа, постоянного для каждого вида электротехнического оборудования. Для светотехнической подотрасли принимают $P_{ам} = 0{,}2155$. Нормальный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений $E_н = 0{,}15$.

В процессе проектирования при выборе варианта установок внутреннего и наружного освещения наиболее часто в качестве критерия эффективности рассматривается минимум приведенных затрат [78], при этом используются два варианта технико-экономического расчета:

1) производится комплексное сопоставление различных вариантов зданий и сооружений, при котором учитывается стоимость строительства и эксплуатации всех составных частей объекта, в том числе электрического освещения,

2) сравниваются между собой различные варианты только ОУ, а остальные составляющие стоимости строительства и эксплуатации здания или сооружения (строительная, технологическая, санитарно-технологическая и др.) не рассматриваются.

Вариант 1. При комплексных технико-экономических расчетах полные приведенные затраты определяются по формуле

$$Q_п = 0{,}15\Sigma K + \Sigma Э, \qquad (15.2)$$

где ΣK и $\Sigma Э$ — соответственно сумма капитальных затрат и эксплуатационных расходов для светильников разных типов и с лампами разной мощности, используемых в ОУ рассматриваемого помещения или здания.

Эксплуатационные расходы для светильников определенного типа и мощности ламп определяются по формуле

$$Э = N\left[\frac{T(A+a)n}{\tau} + \frac{\alpha Tpqn + 100(Б+M) + 0{,}1\alpha pCn + 1000mB}{1000}\right] \qquad (15.3)$$

Капитальные затраты для светильников данного типа и мощности ламп определяются по формуле

$$K = N(An + Б + M + 0{,}01\alpha pCn), \qquad (15.4)$$

где A — цена одной лампы, руб.; a — стоимость работ по замене одной лампы, руб.; $Б$ — цена одного осветительного прибора, руб.; B — стоимость одной чистки одного осветительного прибора, руб.; C — стоимость монтажа электротехнической части ОУ, приходящаяся на 1 кВт установленной мощности ламп и потерь в ПРА (для установок с газоразрядными лампами), руб/кВт; M — стоимость монтажа, руб.: для внутреннего освещения — монтажа одного светильника; для наружного освещения — стоимость изготовления и установки одной опоры и монтажа на ней светильников; N — число ОП (при расчете эксплуатационных расходов — число светильников); q — тариф на электроэнергию, руб/(кВт·ч); p — мощность одной лам-

пы, Вт; m — число чисток ОП в год; n — число ламп в одном светильнике; τ — номинальный срок службы ламп, ч.

Значения коэффициента α для установок с разными источниками света приведены в табл. 15.5.

Для установок внутреннего освещения, содержащих светильники различных типов и с лампами разной мощности капитальные затраты K и годовых эксплуатационных расходов $Э$ определяются отдельно для светильников каждого типа и мощности, а затем суммируются.

Вариант 2. При сравнении между собой только ОУ определение приведенных затрат приводится следующим образом.

Для установок внутреннего освещения затраты на светильники данного типа и мощности определяются по общей расчетной формуле

$$Q = N\left[\frac{T(A+a)n}{\tau} + \frac{\alpha Tpqn + 150An + 250(Б+M) + 1000mB}{1000}\right]. \quad (15.5)$$

Для ОУ, содержащих светильники разных типов и с лампами разной мощности, приведенные затраты определяются отдельно для светильников каждого типа или мощности, а затем суммируются

Для установок наружиого освещения приведенные затраты на светильники или прожекторы данного типа и мощности определяются по формуле

$$Q = N\left[\frac{T(A+a)n}{\tau} + \frac{\alpha Tpqn + 150An + 250Б + 170\delta + 1000mB}{1000}\right] + \lambda, \quad (15\,6)$$

где коэффициенты δ, λ для ОП с разными источниками света принимаются по табл. 15.5.

Для ОУ, в которых используются светильники разных типов с лампами разной мощности и опоры нескольких типов или с различным числом установленных на них светильников, приведен-

Таблица 15 5

Значение коэффициентов α, δ, λ, μ

Вид освещения	Источник света	Коэффициент			
		α	δ	λ	μ
Внутреннее освещение	ЛН ЛЛ РЛВД	1,03 1,23 1,14	—	—	—
Наружное освещение	ЛН ЛЛ РЛВД	1,05 1,26 1,16	M/n M/n M/n	—	—
Наружное освещение прожекторами и светильниками с лампами типа ДКсТ	ЛН, ДКсТ РЛВД	1,03 1,13	$M_{пр}$ $M_{пр}$	$0{,}17(N_м M_м + N_в M_в)$	—
Охранное освещение прожекторами	ЛН	1,03	$M_{пр}$	—	$0{,}17M_п$

Примечание В таблице $M_п$ — стоимость изготовления и установки одной промежуточной опоры без прожекторов, руб (для охранного освещения, выполненного прожекторами, и при воздушной сети охранного освещения), $M_{пр}$ — стоимость монтажа на мачте или вышке одного прожектора или светильника с ксеноновыми лампами типа ДКсТ, руб , $M_м$ — стоимость изготовления и установки одной мачты для прожекторов или светильников с ксеноновыми лампами типа ДКсТ, руб , $M_в$ — стоимость изготовления и установки одной вышки для прожекторов или светильников с ксеноновыми лампами типа ДКсТ, руб

ные затраты подсчитываются отдельно для каждой группы однотипных решений, а затем суммируются.

Для ОУ, содержащих прожекторы разных типов и мощности, общие приведенные затраты определяются суммированием приведенных затрат на ОУ всех типов и мощностей, а стоимость мачт и вышек в формуле (15.6), указанная в табл. 15.7, учитывается только один раз

Технико-экономическое сопоставление вариантов освещения улиц в городах и населенных пунктах, освещения дорог и охранной зоны на территориях промышленных предприятий удобно проводить по затратам, приведенным к 1 км длины освещаемой трассы (улицы, дороги, охранной зоны).

Приведенные затраты для 1 км трассы подсчитываются по формуле

$$Q=\frac{1000T(A+a)n/\tau}{L}+$$

$$+\frac{\alpha Tpqn+150An+250Б+}{L}\frac{+1706+1000mB}{}+\mu. \qquad (15.7)$$

Коэффициент μ учитывается только для охранного освещения, выполненного прожекторами с лампами накаливания и при воздушной сети охранного освещения. Значения коэффициента приведены в табл. 15.5.

При расчете приведенных затрат входящие в формулу (15.7) величины определяются следующим образом [78]:

номинальный срок службы ламп τ принимается по данным стандартов, технических условий или каталогов об источниках света;

продолжительность режима максимума осветительной нагрузки T (часов в год) рекомендуется принимать по табл. 15.6;

тариф на электроэнергию q принимается по расценкам электроснабжающих организаций; при отсутствии таких данных стоимость 1 кВт·ч рекомендуется приинимать (в рублях): для промышленных предприятий — 0,15; колхозов, совхозов и других сельскохозяйственных предприятий — 0,1; предприятий торговли, общественного питания — 0,2; жилых домов без электроплит, общежитий, уличного освещения — 0,4;

число чисток ОП в год (m) принимается по СНиП II-4-79 (см. гл. 3 данной книги) или по отраслевым нормам искусственного освещения;

цена лампы (A) и осветительных приборов ($Б$) принимается по действующим прейскурантам или данным заводов-изготовителей без каких-либо начислений и транспортных расходов,

стоимость монтажа СП, изготовления и монтажа опор наружного освещения (M), изготовления и монтажа одной промежуточной опоры без прожекторов ($M_п$), монтажа на мачте или вышке одного прожектора или светильника с лампами типа ДКсТ ($M_{пр}$), изготовления и установки одной мачты или вышки для прожекторов ($M_м$) или ($M_в$) принимается по ценникам на электромонтажные и строительные работы без каких-либо начислений,

стоимость монтажа электрической части ОУ, приходящаяся на лимит установленной мощности (C), принимается по усредненным данным, выявленным проектными организациями на основании разработанных проектов и составленных к ним смет, при этом из смет исключается стоимость ОП и его монтажа, стоимость ламп, а также все начисления и транспортные расходы;

стоимость чистки одного светильника (B) и замены одной лампы (a) принимается по данным эксплуатационных организаций; при отсутствии таких данных для установок внутреннего освещения рекомендуется пользоваться ориентировочными данными приведенными в табл. 15.7.

Существует другой подход к технико-экономическим расчетам [79, 80, 81]. В качестве критерия выбора наиболее эффективных ОУ, ИС, ОП при таком подходе выступает стоимость вырабатываемой в ОУ световой энергии [C_1, руб/(Млм·ч)] при одновременном учете таких показателей, как удельные затраты труда и материалов (на 1 Млм·ч) в процессе производства необходимых для этих ОУ светотехнических изделий.

Таблица 15.6

Длительность режима максимума нагрузки некоторых осветительных установок T

Назначение ОУ	Вид освещения	Режим работы	Географическая широта	Значение T, ч/год
Внутреннее освещение производственных предприятий:				
помещения с естественным освещением	Рабочее и аварийное	1 смена	Южнее 50° с ш	700
			От 50 до 60° с ш.	730
			Северней 60° с ш	850
		2 смены		2250
		3 смены		4150
		3 смены, непрерывная работа предприятия		4800
помещения без естественного освещения	Эвакуационное	1, 2 и 3 смены		4800
	Рабочее и аварийное	1 смена		2150
		2 смены		4300
		3 смены		6500
		3 смены, непрерывная работа предприятия		8760
Наружное освещение территорий промышленных предприятий:	Эвакуационное	1, 2 и 3 смены		8760
включаемое ежедневно	Рабочее и аварийное	До 24 ч	Любая	2100
		До 1 ч		2450
		Всю ночь		3600
включаемое в рабочие дни		То же		3500
		До 24 ч		1750
		До 1 ч		2060
		Всю ночь		3000
Наружное освещение городов, поселков и сельских населенных пунктов	Охранное	То же		3500
		До 24 ч		1950
		До 1 ч		2350
		Всю ночь		3500

Приинмаемые в этом случае в качестве базовых показатели технологичности ОП K_M, K_T, K_C, отиесеиные к 1 Млм·ч световой эиергии, достаточио полио отражают соотиошение затрат и эффективности (производительиости) оцениваемых ОП:

$$K_M = M/(\Phi_{оп}t) = M/Q; \quad (15.8)$$

$$K_T = T/(\Phi_{оп}t) = T/Q; \quad (15.9)$$

$$K_C = C/(\Phi_{оп}t) = C/Q, \quad (15.10)$$

где M — материалоемкость, кг/шт; C — себестоимость, руб/шт; T — трудоемкость, нормо-ч/шт; $\Phi_{оп}$ — световой поток ОП, полезио используемый потребителем в ОУ, лм; t — ресурс работы ОП, ч; Q — полезно используемая потребителем световая энергия, вырабатываемая светильником за его ресурс, Млм·ч;

$$Q = \Phi_{оп}t = \Sigma\Phi_л\eta Ut = \Sigma\Phi_л\Pi_{с\,э}t, \quad (15.11)$$

где $\Phi_л$ — сумма номииальных световых потоков ламп, установленных в ОП; η — КПД осветительного прибора; U — коэффициент использования светового потока ОП в ОУ, %; $\Pi_{с\,э} = \eta U$ — показатель светотехиической эффективности ОП.

Таблица 15.7

Ориентировочная стоимость чистки одного светильника и замены одной лампы в установках внутреннего освещения, руб.

Средства доступа к светильникам для обслуживания	Стоимость одной чистки, руб., светильника с источниками света		
	ЛН	РЛВД	ЛЛ
Лестницы, стремянки	0,4	0,5	0,6
Напольные передвижные подъемные устройства (вышки)			
несамоходные	0,5	0,6	0,75
самоходные	0,6	0,8	1,0
Мостовые технологические краны и кран-балки с прицепными мостиками при их технологической загрузке до:			
25 %	0,75	1,0	1,25
40 %	0,9	1,2	1,5
60 %	1,2	1,6	2,0
Ремонтные мостовые краны и кран-балки с прицепными мостиками	0,7	0,9	1,1
Стационарные мостики, галереи, площадки	0,3	0,4	0,5

Примечание Стоимость замены одной лампы определяется умножением стоимости чистки светильника на 0,7

Приняв в качестве главных технико-экономических характеристик ОП количество и стоимость полезно используемой световой энергии Q, вырабатываемой ОП за ресурс, определяют приведенные к 1 кВт мощности, потребляемой ОП данного типа, световую энергию (Q), цену (а не себестоимость) ОП ($Ц_1$) и удельную стоимость 1 Млм·ч полезной световой энергии (C_1):

$$Q_1 = (1000 / P_{оп})\, Q; \qquad (15.12)$$

$$Ц_1 = (1000 / P_{оп})\, Ц_{оп}; \qquad (15.13)$$

$$C_1 = Ц_{оп} / Q, \qquad (15.14)$$

где $Ц_{оп}$ — прейскурантная цена ОП.

Очевидно, что $Ц_{оп}$ должна зависеть от эффективности ОП, определяемой в основном значением Q_1, и этот важный фактор следует учитывать как при конструировании ОП, так и при выборе ОП, необходимых для решения светотехнических задач в процессе проектирования ОУ.

Кроме приведенных здесь методов оценки экономической эффективности известны работы, предлагающие упрощенные методы расчета экономической эффективности ОУ в целом [82, 83, 84, 85, 86], а также отдельных типов ламп и осветительных приборов [87, 88, 89, 90, 91], которые могут быть использованы при выборе наиболее эффективного варианта ИС, ОП и ОУ.

ПРИЛОЖЕНИЕ

КОНСТРУКЦИИ СВЕТИЛЬНИКОВ

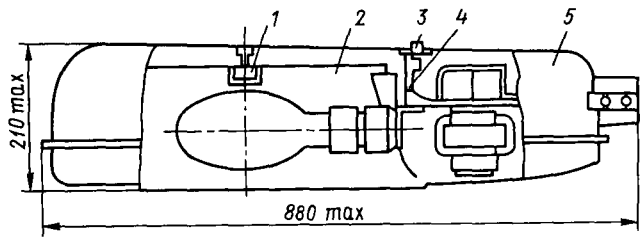


Рис П.1 Конструкция светильников типа РКУ01-250-007-У1 и РКУ1-250-009 У1
1 — замок, *2* — отражатель, *3* — панель с ПРА и компенсирующими конденсаторами; *4* — скоба с патроном, *5* — корпус

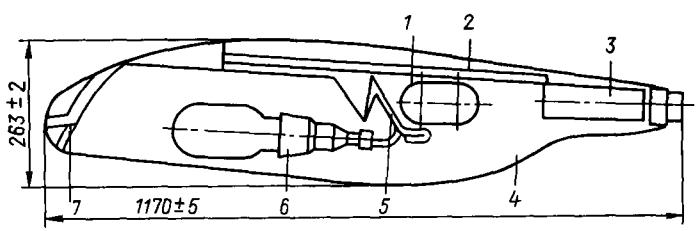


Рис П 2 Конструкция светильников типа РКУ01-250-011-У1
1 — ПРА и компенсирующие конденсаторы, *2* — несущая планка, *3* — труба, *4* — корпус, *5* — скоба, *6* — патрон, *7* — зеркальный отражатель

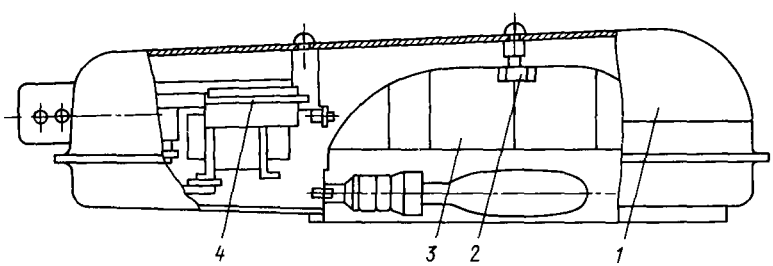


Рис П 3 Конструкция светильников типа ЖКУ01-250-004-У1 и ЖКУ01-400-002-У1
1 — корпус; *2* — скоба с патроном, *3* — алюминиевый отражатель, *4* — панель с ПРА

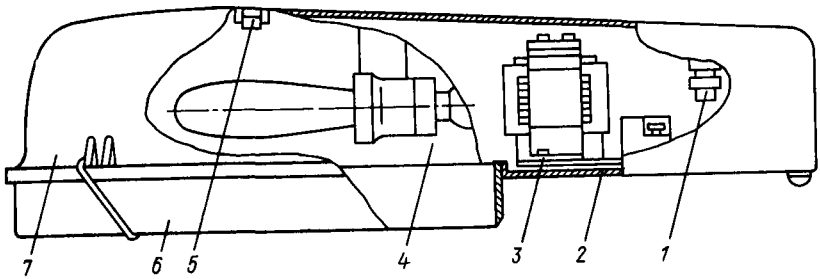


Рис П 4 Коиструкция светильников типа ЖКУ02-400-003-УХЛ1 и ЖКУ02-400-004-УХЛ1
1 — хомуты крепления светильника к опоре, *2* — ПРА, *3* — крышка, *4* — отражатель с патроном, *5* — замок, *6* — козырек с защелками, *7* — корпус

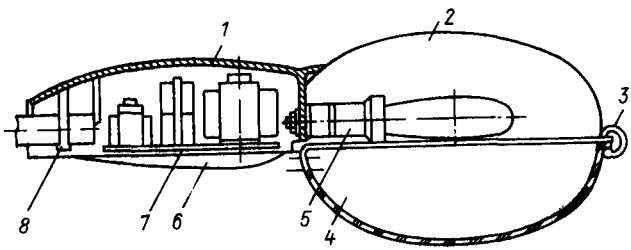


Рис П.5. Коиструкция светильников серий РКУ03, ГКУ03, ЖКУ03
1 — алюминиевый корпус, *2* — корпус-отражатель, *3* — защелки, *4* — защитное стекло, *5* — патрои, *6* — крышка, *7* — панель с ПРА и компеисирующими кондеисаторами, *8* — хомут крепления

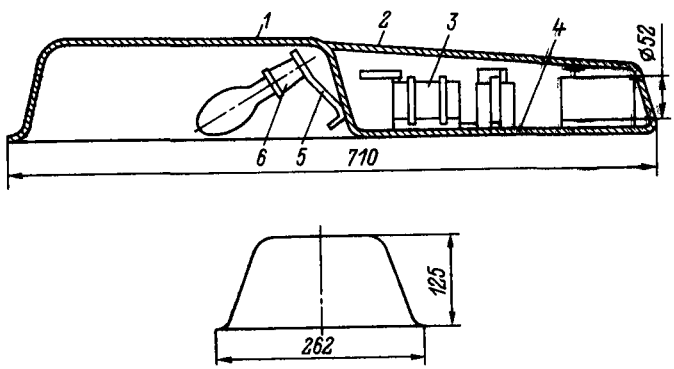


Рис П.6. Конструкция светильиков типа РКУ06-125-001-У1
1 — корпус-отражатель; *2* — корпус, *3* — ПРА; *4* — компенсирующие кондеисаторы, *5* — кроиштейи, *6* — патрон

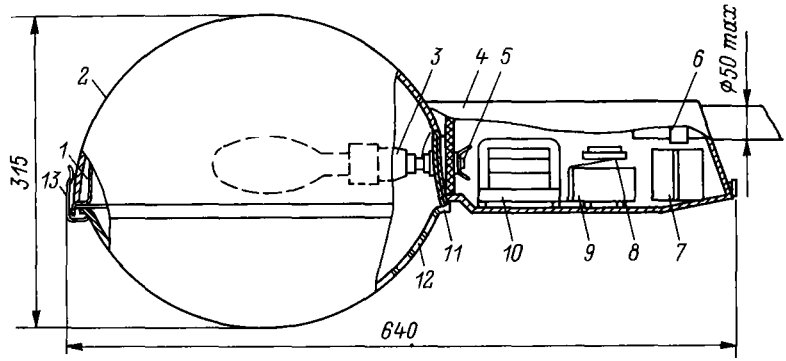


Рис П 7 Конструкция светильников серий РКУ07, ЖКУ07, модификация 001

1 — отражатель, *2* — корпус, *3* — патрои, *4* — корпус электротехнического отсека, *5* — штуцер, *6* — узел крепления, *7* — компенсирующие конденсаторы, *8* — зажимы, *9* — импульсное зажигающее устройство, *10* — ПРА, *11* — уплотнительное кольцо, *12* — защитное стекло; *13* — замки

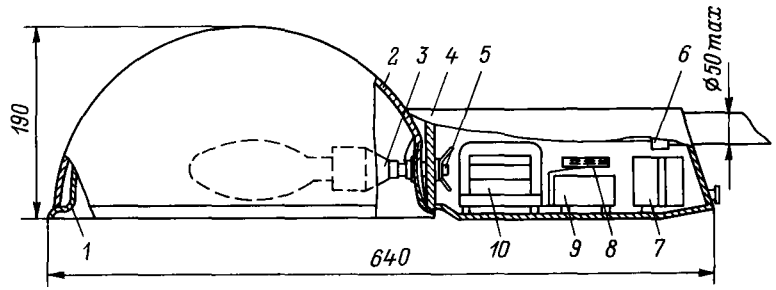


Рис П 8 Конструкция светильников типа РКУ07, ЖКУ07, модификация 002

1 — 10 — то же, что на рис П 7

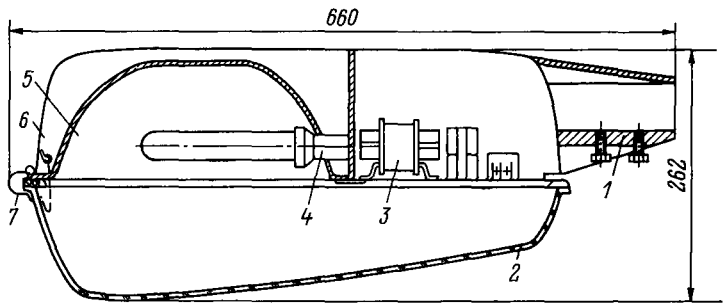


Рис. П 9. Конструкция светильников типа ЖКУ08-150-001-УХЛ1

1 — консоль, *2* — защитное стекло, *3* — ПРА, *4* — патрои, *5* — алюминиевый отражатель, *6* — корпус, *7* — защелки

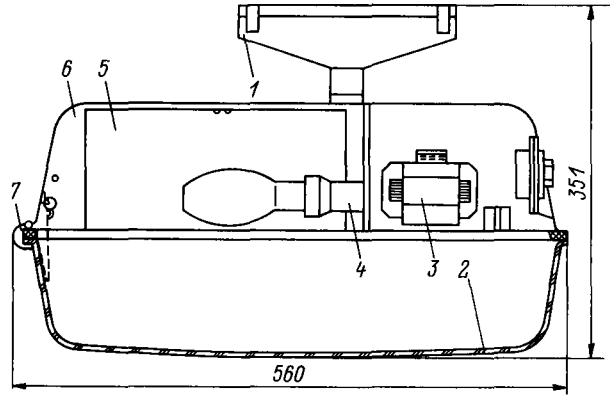


Рис П 10 Конструкция светильников типа РСУ08-250-001-У1

1 — подвеска, *2* — защитное стекло, *3* — ПРА, *4* — патрон, *5* — алюминиевый отражатель, *6* — корпус, *7* — защелки

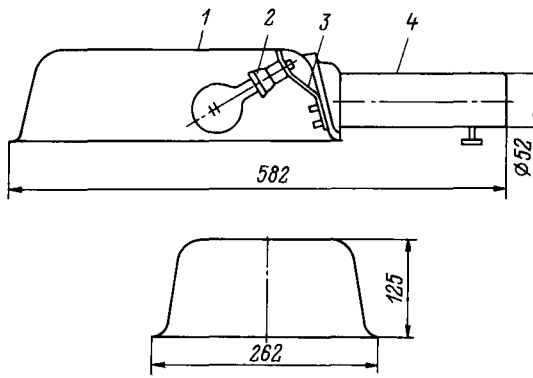


Рис П 11 Конструкция светильников типа НКУ01

1 — корпус-отражатель, *2* — патрои, *3* — кроштейн, *4* — консоль

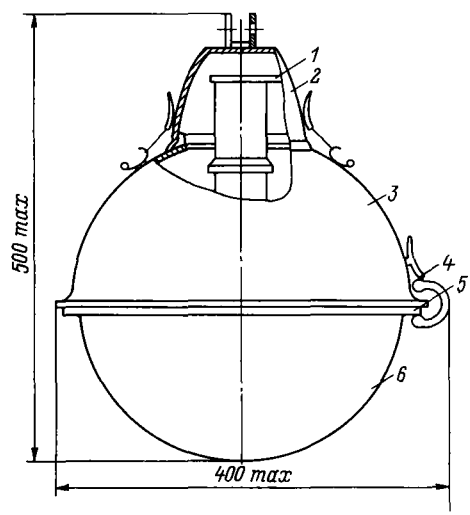


Рис П 12 Конструкция светильников типа СЗПР-250МН

1 — патрон; *2* — колпак; *3* — корпус отражатель *4* — замки, *5* — прокладка, *6* — рассеиватель

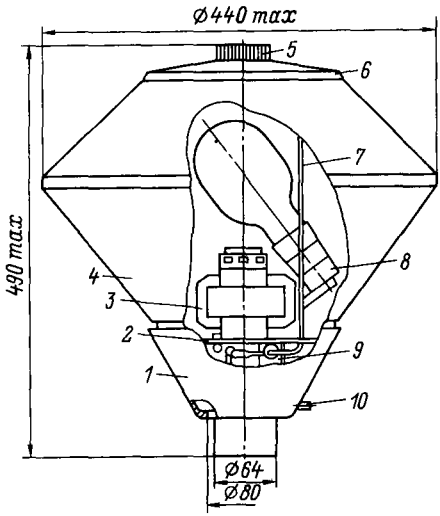


Рис П 13 Конструкция светильников типа РТУ01-250/С53-01-У1

1 — алюминиевый корпус; *2* — панель, *3* — ПРА, *4* — рассеиватель, *5* — гайка, *6* — верхняя крышка, *7* — стойка, *8* — патрон, *9* — конденсаторы, *10* — установочные винты

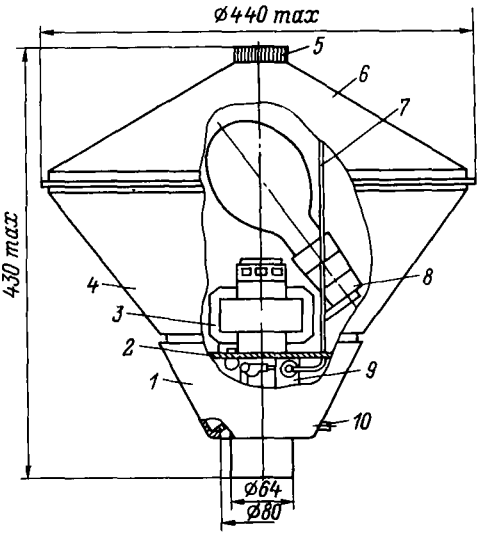


Рис П 14 Конструкция светильников типа РТУ01-250/С53-02-У1

1 — алюмииевый корпус, *2* — панель, *3* — ПРА, *4* — рассеиватель, *5* — гайка, *6* — отражатель, *7* — стойка; *8* — патрон, *9* — коиденсаторы, *10* — установочные винты

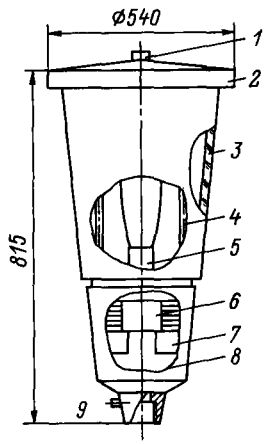


Рис П 15 Конструкция светильников типа РТУ02

1 — гайка, *2* — отражатель крышка, *3* — рассеиватель; *4* — стойка, *5* — патрои, *6* — ПРА, *7* — компенсирующие конденсаторы, *8* — корпус, *9* — винт

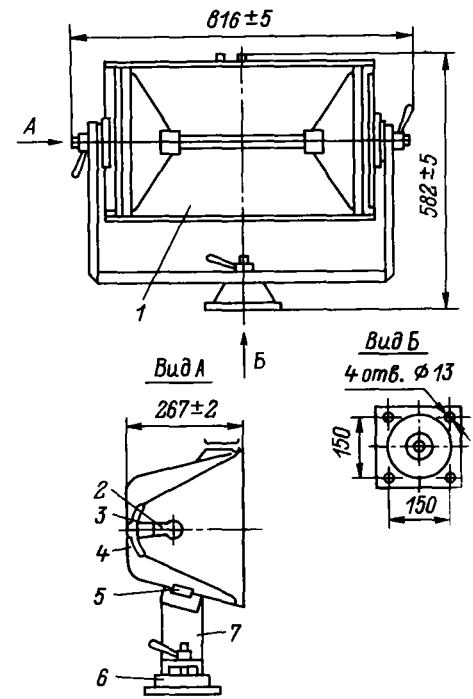


Рис П.16 Конструкция светильников типа ИСУ02-5000/К23-01-ХЛ1

1 — отражатель, *2* — зажимы; *3* — панель, *4* — корпус, *5* — узел подключения, *6* — основание, *7* — скоба

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Правила** устройства электроустановок/Минэнерго СССР.— 6-е изд; перераб и доп М Энергоатомиздат, 1985

2 **СНиП II-4-79.** Естественное и искусственное освещение/Госстрой СССР М Стройиздат, 1980

3 **Правила** устройства электроустановок —7-е изд, проект//Светотехника 1989. № 3 С 1—5

4 **Гуторов М. М.** Основы светотехники и источники света. Учеб пособие для вузов — 2-е изд, доп и перераб. М: Энергоатомиздат, 1983

5 **Пособие** по расчету и проектированию естественного, искусственного и совмещенного освещения М Стройиздат, 1985

6 **Афанасьева Е. И., Тульчин И. К.** Снижение расхода электроэнергии в электроустановках зданий М. Энергоатомиздат, 1987

7 **Справочная** книга по светотехнике / Под ред Ю Б Айзенберга М Энергоатомиздат, 1983

8 **Лесман Е. А.** Освещение административных зданий и помещений Л Энергоатомиздат, 1985 (Б-ка светотехника; Вып 13)

9 **Ишанин Г. Г.** Приемники излучения оптических и оптико-электронных приборов Л. Машиностроение, 1986

10 **Классификатор** ЕСКД/Класс 67 Трансформаторы Конденсаторы Аппараты электрические высоковольтные, устройства комплектные высоковольтные (на напряжение свыше 1000 В) Источники света. Приборы и комплексы световые. Электромагниты М. Госстандарт, 1986.

11 **Афанасьева Е. И., Скобелев В. М.** Источники света и пускорегулирующая аппаратура· Учебник для техникумов —2-е изд., перераб М. Энергоатомиздат, 1986

12. **Дадонов В. Ф., Прытков А. А.** Выпускаемые компактные люминесцентные лампы//Светотехника 1988 № 9. С 7—9

13 **Ефимкина В. Ф., Сафронов Н. Н.** Светильники с газоразрядными лампами высокого давления М. Энергоатомиздат, 1984 (Б-ка светотехника, Вып 8)

14 **Айзенберг Ю. Б., Бухман Г. Б.** О классификации и допусках на кривые силы света светильников // Светотехника 1978 № 6 С 6—10

15 **Кущ О. К., Уткин В. Н.** К расчету осветительной установки на микроЭВМ//Светотехника. 1986 № 4 С 18

16 **Крайко А. А., Кущ О. К.** Использование метода Монте-Карло в светотехнических расчетах//Светотехника 1986 № 10 С 14

17 **Головин В. С., Гордеев Е. А., Зимина Е. А.** Расчет освещенности забоя мощных экскаваторов на ЭВМ//Светотехника 1987 № 8 С 19—21

18. **Кнорринг Г. М.** Справочник для проектирования электрического освещения Л Энергия, 1968

19 **Международный** светотехнический словарь —3-е изд. М Рус. яз, 1986

20 **Справочная** книга для проектирования электрического освещения/Под ред Г М Кнорринга Л Энергия, 1976.

21 **Мешков В. В., Епанешников М. М.** Осветительные установки М. Энергия, 1972

22 **Кроль Ц. И., Мамсурова Е. И.** Определение слепящего действия осветительных установок в производственных помещениях//Светотехника 1979. № 1 С 1—6

23 **Кроль Ц. И., Мясоедова Е. И.** Методы расчета показателей ослепленности в осветительных установках внутреннего освещения производственных зданий//Светотехника 1972 № 5 С 19—24

24 **Перова Н. С., Ундасынов Г. Н., Федюкина Г. В.** Оценка слепящего действия осветительных установок общественных зданий по дискомфорту//Светотехника 1979 № 11 С 6—8

25 **Науман В. В., Обросова Н. А., Островский Н. А.** Современные методы оценки слепящего действия установок уличного освещения//Светотехника 1972 № 6. С. 1—4

26. **Матвеев А. Б., Терешкевич С. Г.** Расчет коэффициента ослепленности от большой светящей поверхности//Светотехника 1981 № 4 С. 8

27 **Матвеев А. Б., Мамсурова Е. И., Терешкевич С. Г.** Расчет яркости адаптации//Светотехиика. 1980 № 5. С. 8—11

28 **Епанешников М. М., Сидорова Т. Н.,**

Ундасынов Г. Н. Методы расчета показателя дискомфорта установок внутреннего освещения общественных зданий//Светотехника. 1972. № 3. С 21—26

29. **Алексеев П. К., Васильев Н. И.** О количественной оценке дискомфорта установок внутреннего освещения//Светотехника 1981. № 3 С 12.

30. **Перова Н. С., Ундасынов Г. Н.** Упрощенный метод оценки слепящего действия по дискомфорту//Светотехника. 1978. № 11 С 20

31 **Епанешников М. М., Сидорова Т. Н.** Методы расчета цилиндрической освещенности в установках внутреннего освещения общественных зданий // Светотехника. 1972 № 4 С 26—29.

32 **Лесман Е. А.** Некоторые упрощения расчета цилиндрической освещенности с учетом отраженной составляющей//Светотехника 1978 № 1. С. 23

33 **Свиридов Ю. И.** Расчет коэффициента пульсации в осветительных установках с газоразрядными источниками света//Светотехника 1967 № 6 С 10—15

34 **Гусева Л. С., Смирнов Г. К., Фаермак М. А.** Пульсации освещенности с лампами типов ДРИ и ДНаТ//Светотехника. 1984 № 10 С 1—3

35. **Клыков М. Е., Овсепьянц Е. Г., Шкуро Н. М.** Пульсации светового потока источников света и методы ее уменьшения//Светотехника 1985 № 2 С. 18—20.

36 **Уткин В. Н.** К расчету коэффициента пульсации освещенности//Светотехника 1987. № 7 С 12.

37 **Уткин В. Н.** Метод расчета коэффициента пульсации в установках с газоразрядными лампами//Светотехника. 1984 № 5 С 12, 13

38 **Дадиомов М. С.** Прожекторное освещение — 3-е изд , перераб и доп. Л. Энергия, 1978

39 **Освещение** открытых пространств/Н. В. Волоцкий, М С. Дадиомов, Л Д. Николаева, Р И. Пашковский, Н Н. Фирсанов Л Энергоиздат, 1981

40. **Дегтярев В. О., Корягин О. Г., Фирсанов Н. Н.** Осветительные установки железнодорожных территорий М · Транспорт, 1987.

41 **Ванштейн Н. А.** Применение ЭВМ для построения условных изолюкс осветительных приборов//Светотехника 1974 № 6. С 18—21

42. **Бокова К. Н., Фирсанов Н. Н.** Расчет освещенности в наружных осветительных установках//Светотехника. 1978 № 4. С 10—12.

43 **Степанов В. Н.** Аппроксимация кривых силы света прожекторов//Светотехника 1982 № 4. С 13—14

44. **Степанов В. Н.** Способ расчета освещенности от прожектора на ЭВМ//Светотехника 1982. № 9 С 16

45 **Карачев В. М., Митин А. И.** Комплексный расчет показателей наружного освещения улиц на ЭВМ//Светотехника 1988. № 7. С 17—19

46. **Бузин А. А., Буйный А. Е., Шурыгин В. В.** Расчет изолюкс прожекторов на малых и больших ЭВМ//Светотехника. 1978 № 6 С 21.

47. **Бузин А. А., Буйный А. Е., Шурыгин В. В.** О расчете изолюкс прожекторов на ЭВМ//Светотехника. 1979 № 2. С. 12

48. **Руководство** по проектированию прожекторного освещения: Пояснительная записка, изолюксы на условной плоскости и горизонтальной плоскости для $H = 10$ м. Л ЛО ВНИПИТяжпромэлектропроект, 1982

49 **Профилактическое** ультрафиолетовое облучение людей Методические указания (проект)//Светотехника. 1989 № 5. С 1—5

50. **Клюев С. А.** Материалы по электрической части осветительных установок Указания по защите осветительных сетей//Светотехника. 1986 № 7 С 22—24

51 **Киреев Н. Н., Семенихин Н. И.** К вопросу автоматического управления освещением зданий//Светотехника 1984 № 6 С 20

52. **Малкина И. Д.** Ящики для дистанционного управления освещением//Светотехника 1988 № 3. С. 25—27.

53. **СН 357-77.** Инструкция по проектированию силового и осветительного оборудования промышленных предприятий М Стройиздат, 1977.

54. **СН 543-82.** Инструкция по проектированию электрооборудования общественных зданий массового строительства. М : Стройиздат, 1982.

55. **СН 544-82.** Инструкция по проектированию электрооборудования жилых зданий М.. Стройиздат, 1982

56. **СН 81-80.** Инструкция по проектированию электрического освещения строительных площадок· М : Стройиздат, 1980

57. **Рябов М. С., Циперман Л. А.** Электрическая часть осветительных установок. М.—Л.: Энергия, 1966.

58. **Лукин Ю. И.** Таблицы моментов для проводов промежуточных сечений//Светотехника. 1986. № 5. С 25, 26

59. **Федоров С. Г.** Поправочные коэффициенты для проводов промежуточных сечений//Светотехника. 1988. № 10 С. 24

60. **Клюев С. А.** Повышение коэффициента мощности в осветительных установках с разрядными лампами высокого давления//Светотехника. 1986. № 9 С 25—26.

61. **Электрические** кабели, провода и шнуры: Справочник/Н. И Белоруссов, А. Е Саакян, А И. Яковлева, Под ред Н И Белоруссова.—5-е изд., перераб и доп. М : Энергоатомиздат, 1988

62 **Беляев А. В.** Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сетях 0,4 кВ Л. Энергоатомиздат, 1988.

63. **Коптев А. А.** Монтаж цеховых электрических сетей напряжением до 1 кВ: Справочник электромонтажника / Под ред. А. Д. Смирнова и др М · Энергоатомиздат, 1988.

64. **Пикман И. Я.** Электрическое освещение взрывоопасных и пожароопасных зон —

2-е изд., перераб и доп. М Энергоатомиздат, 1985.

65. **Пирогов Е. В., Зевин М. Б.** Монтаж электроустановок во взрывоопасных зонах М.: Энергоатомиздат, 1987

66. **Розеиталь Э. С.** Электроустановочные устройства. М.. Энергоатомиздат, 1987

67. **Электромонтажные** устройства и изделия: Справочник/Главэлектромонтаж Минмонтажспецстроя СССР.— 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1988.

68. **Указатель** отраслевого каталога «Электротехника СССР». М.: Информэлектро, 1988.

69. **Азалиев В. В., Варсанофьева Г. Д., Кроль Ц. Е.** Эксплуатация осветительных установок промышленных предприятий — М Энергоатомиздат, 1984 (Б-ка светотехника, Вып. 9).

70. **Инструкция** по оказанию первой помощи пострадавшим в связи с несчастными случаями при обслуживании энергетического оборудования/Упр. по технике безопасности и пром. санитарии Минэнерго СССР М.: Энергоатомиздат, 1987.

71 **Правила** применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках/ПО Союзтехэнерго Минэнерго СССР.— 8-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1987

72 **Правила** техники безопасности при эксплуатации электроустановок/Упр. по технике безопасности и пром санитарии Минэнерго СССР.— 2-е изд , перераб. и доп — М. Энергоатомиздат, 1987.

73 **Правила** технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей — 4-е изд., перераб. и доп. М · Энергоатомиздат, 1986

74. **СНиП I.02.01-85.** Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений/ЦИТП Госстроя СССР, 1986

75. **ВСН 381-85.** Инструкция о составе и оформлении электротехнической рабочей документации для промышленного строительства/Минмонтажспецстрой СССР, 1985

76. **Инструкция** по определению экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в электротехнической промышленности М. Минэлектротехпром, 1979.

77. **Разъяснение** по применению отдельных положений инструкции по определению экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в электротехнической промышленности М.· Минэлектротехпром, 1984

78 **Клюев С. А.** Технико-экономические расчеты при проектироваии осветительных установок//Светотехника 1981 № 7 С 23—27.

79 **Айзенберг Ю. Б., Пыжов М. М., Сарычев Г. С.** Важнейшие направления комплексного повышения эффективности осветительных установок и светотехнического производства//Светотехника 1978 № 12 С 1—4.

80 **Айзенберг Ю. Б.** О базовых показателях технологичности светильников//Светотехника 1982. № 6 С 18—19.

81. **Айзенберг Ю. Б.** Некоторые общие принципы системного подхода к конструированию световых приборов//Светотехника 1982 № 10 С. 15

82 **Лесман Е. А.** Упрощенное определение приведенных затрат осветительных установок//Светотехника. 1980 № 10 С 26—27

83 **Лесман Е. А.** Об упрощенном способе сравнения установок общего равномерного освещения//Светотехника, 1986 № 7 С. 20

84 **Викторова Л. Г.** Новые методические материалы по расчетам экономического эффекта//Светотехника, 1986. № 9. С. 10—12

85. **Викторова Л. Г.** Совершенствование методов определения экономической эффективности новой техники//Светотехника. 1988 № 7 С. 8—10

86 **Развитие** методики технико-экономических расчетов при проектировании освещения промышленных предприятий/А И Воробьев, В. П Засорина, Л М Зальцбург, С А Клюев // Светотехиика. 1979 № 4. С 18—21.

87 **Буйный А. Е., Намитоков К. К., Шурыгин В. В.** Упрощенный способ сравнения вариантов освещения светильниками с лампами ДРЛ и ДРИ//Светотехника. 1984 № 5. С 15—16.

88. **Трембач В. В., Хоанг Ван Ныонг.** О технико-экономической эффективности применения зеркальных ламп накаливания//Светотехника. 1986 № 5 С 6.

89 **Перова Н. С., Ундасынов Г. Н., Шумкова Г. А.** О технико-экономической целесообразности ламп типа ДРИ в общественных зданиях//Светотехника. 1986 № 12. С 12

90. **Лесман Е. А., Медведский Н. И.** Упрощение технико-экономических сопоставлений установок внутреннего освещения с лампами накаливания и люминесцентными лампами//Светотехника. 1978 № 6 С 18—21

91 **Кунге Я. А., Ощепков Б. А., Риммлер Г. Е.** Технико-экономическое сравнение прожекторных установок с различными источниками света//Светотехника. 1978 № 7 С 21.

92. **Герсонская В. И.** Таблицы удельной мощности для светильников прямого света с типовыми кривыми силы света//Светотехника. 1986 № 8 С 19—22

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3
Основные сокращения 5
Основные обозначения . . . . . —

Глава первая. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ 7

1 1. Исходные данные для проектирования . . . . . —
1 2 Классификация взрывоопасных зон . . . . . —
1.3. Классификация пожароопасных зон 11
1 4 Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током 12
1 5 Виды и системы освещения 13
1 6. Общие требования к электрическому освещению и порядок его расчета 15
1 7 Порядок расчета электрического освещения 17

Глава вторая. ОСНОВЫ СВЕТОТЕХНИКИ 18

2.1 Физические основы работы источников света . . . . . —
2 2. Световые величины и их единицы 20
2.3. Светораспределение излучателей 23
2 4 Световой поток и сила света 25
2.5. Освещенность и сила света 27

Глава третья. НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК . . . 30

3 1. Выбор освещенности . . . . . —
3.2. Качество освещения 43
3.3 Особенности освещения производственных и складских зданий 45
3 4. Особенности освещения помещений жилых, общественных и вспомогательных зданий 51

Глава четвертая. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЛАМПЫ 61

4 1 Номенклатура показателей качества электрических ламп . . . . . —
4.2. Лампы накаливания 64
Галогенные лампы накаливания 74
4 3. Разрядные лампы 74
Принцип действия и классификация разрядных ламп . . . . . —
Люминесцентные лампы 75
Ртутные дуговые лампы высокого давления 80
Металлогалогенные лампы 83
Натриевые лампы 85
Ксеноновые лампы 86
4 4. Выбор типа ламп для осветительных установок 87
Общие положения . . . . . —
Выбор типа ламп для ОУ в помещениях производственных зданий . . . 88
Выбор типа ламп для ОУ в помещениях общественных зданий 91

Глава пятая. СВЕТОВЫЕ ПРИБОРЫ И КОМПЛЕКСЫ 93

5 1 Классификация и характеристики световых приборов и комплексов . . . —
Классификация световых приборов и комплексов . . . . . —
Светотехнические характеристики световых приборов . . . . . —
Конструктивно-эксплуатационные параметры светильников 96
5 2 Условное обозначение светильников 105
5.3. Светильники для производственных помещений 106
Светильники с лампами накаливания для нормальных и тяжелых условий среды . . . . . —
Светильники с люминесцентными лампами для нормальных и тяжелых условий среды 109
Светильники с лампами накаливания и люминесцентными лампами для взрывоопасной среды 111
Светильники с разрядными лампами высокого давления 113
Светильники местного освещения 119
Переносные световые приборы 122
5 4 Светильники для общественных зданий . . . . . —
Светильники с лампами накаливания 124
Светильники с люминесцентными лампами . . . . . —
Светильники с разрядными лампами высокого давления 129
5 5. Светильники для жилых помещений 130
5.6 Световые комплексы 133

Глава шестая. РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ. МЕТОД КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ЕГО УПРОЩЕННЫЕ ВАРИАНТЫ 137

6 1 Методы расчета и область их применения . . . . . —
6 2. Метод коэффициента использования 138
6 3 Упрощенные варианты метода коэффициента использования 143
Расчет освещенности по удельной мощности . . . . . —
Расчет с помощью графиков Гурова и Прохорова 151
Расчет по удельному числу светильников и условной удельной мощности 152

Глава седьмая. ТОЧЕЧНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ОСВЕЩЕННОСТИ 157

7.1 Кривые силы света светильников . . . . . —
7 2 Расчет горизонтальной освещенности от круглосимметричных точечных излучателей 159
Построение пространственных изолюкс горизонтальной освещенности . . . 160
Расчет освещенности 164
7.3. Расчет горизонтальной освещенности от несимметричных точечных излучателей 166
7.4 Расчет горизонтальной освещенности от линейных светящих элементов 168
Общий случай расчета освещенности от линейных светящих элементов —
Упрощенный способ расчета освещенности от линейных светящих элементов 169
Способ построения линейных изолюкс 174
7 5 Расчет освещенности от светящих поверхностей равномерной яркости . . . 175
7.6 Освещение наклонных поверхностей и освещение наклоненными светильниками 176
7.7. Учет отраженной составляющей освещенности 178
7 8 Общий случай расчетов освещенности от круглосимметричных точечных излучателей точечным методом . . . . . —

Глава восьмая. РАСЧЕТ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСВЕЩЕНИЯ . . . 181

8 1 Общие соображения . . . . . —
8 2 Расчет показателя ослепленности . . . . . —
8 3 Показатель дискомфорта 190
8 4 Цилиндрическая освещенность 194

Расчет цилиндрической освещенности по индексу помещения 196
Расчет цилиндрической освещенности по горизонтальной освещенности 197
8 5 Коэффициент пульсации 198

Глава девятая. НАРУЖНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ 202

9 1 Общие сведения о проектировании наружного освещения . . . . . —
9.2 Наружное освещение светильниками 204
Выбор высоты и расположения светильников . . . . . —
Расчет по средней освещенности . . . . . —
Расчет по наименьшей освещенности светильников с круглосимметричной КСС 220
Светильники с некруглосимметричной КСС 223
Консольные светильники с некруглосимметричными КСС 226
9.3 Прожекторное освещение 230
Выбор высоты установки прожекторов 233
Выбор угла наклона прожекторов 238
Расчет методом светового потока и по удельной мощности 240
Расчет прожекторного освещения точечным методом . . . . . —

Глава десятая. УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 245

10.1 Классификация установок . . . . . —
10 2 Облучательные установки длительного действия 248
10 3. Фотарии 250
10 4 Портативные облучатели 251
10 5 Эксплуатация облучательных установок 252

Глава одиннадцатая. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ 253

11 1 Вводная часть . . . . . —
11 2 Напряжение осветительных сетей . . . . . —
11 3 Классификация электроустановок по требуемой надежности электроснабжения 257
11 4 Схемы питания осветительных установок 259
11 5. Групповые осветительные сети 262
11 6 Защита осветительных сетей 265
11 7 Заземление и зануление в осветительных установках 269
11 8 Управление освещением 271

Глава двенадцатая. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ . . . 274

12 1 Расчетные электрические нагрузки осветительных установок . . . . . —
12.2 Выбор сечения проводников и тросов по механической прочности . . . 276
12 3 Выбор сечения проводников по нагреву 277
12 4 Расчет осветительной сети по потере напряжения 299
Сопротивление проводников . . . . . —
Расчет по потерям напряжения двухпроводных сетей без учета индуктивности 301
Расчет двухпроводных сетей с индуктивностью 305
Расчет сетей трехфазного тока 306
Расчет двухфазных (трехфазных) сетей с нулевым проводом 308
Расчет сетей со стальными проводами . . . . . —
Упрощенные расчеты сетей по потерям напряжения 309
12 5 Выбор сечения проводников по условиям срабатывания аппаратов защиты 322
12 6 Особенности расчета сетей с разрядными лампами 324
12 7 Выбор сечения нулевых проводников 327
12 8 Расчет сетей дистанционного управления 328
Сети управления переменного тока без индуктивности . . . . . —
Сети управления переменного тока с индуктивностью 329
Сети управления постоянного тока 330

Глава тринадцатая. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ 331

13.1 Комплектные устройства . . . . . —
13 2 Шинопроводы, кабели, провода и шнуры 341
13 3 Электроустановочные устройства 348
Аппараты защиты . . . . . —
Выключатели и переключатели 351
Светорегуляторы 354
Колодки клеммные светотехнические 355
Патроны для электрических ламп 356
13.4 Пускорегулирующие аппараты для разрядных ламп 357
13.5 Электромонтажные изделия 361
Трубы и изделия для электропроводок в трубах . . . . . —
Изделия для крепления кабелей, проводов, труб, тросов и шинопроводов 365
Коробки для осветительных электропроводок 366
Изделия для крепления светильников 370

Глава четырнадцатая. МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК 377

14.1. Монтаж осветительных установок . . . . . —
Выбор осветительных электропроводок . . . . . —
Особенности монтажа отдельных видов осветительных электропроводок 382
Монтаж электроустановочных устройств и светильников 387
Меры безопасности при монтаже осветительных установок 391
14 2 Особенности монтажа осветительных установок в пожаро- и взрывоопасных зонах 393
14 3 Эксплуатация осветительных установок 400
Техническое обслуживание осветительных установок . . . . . —
Измерение освещенности 402
Средства доступа к осветительным приборам 404
Утилизация разрядных ламп 407
Меры безопасности при обслуживании осветительных установок . . . . —

Глава пятнадцатая. ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТОВ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК 409

15 1. Стадии проектирования и задания . . . . . —
15 2 Рабочий проект 414
15 3 Рабочие чертежи внутреннего электрического освещения 424
15 4 Рабочие чертежи наружного электрического освещения 428
15 5. Технико-экономические расчеты при проектировании осветительных установок 431

Приложение. **КОНСТРУКЦИИ СВЕТИЛЬНИКОВ** 437

Список литературы 442