

Г.М. Кнорринг
И.М. Фадин
В.Н. Сидоров

СПРАВОЧНАЯ



КНИГА

**для
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
ОСВЕЩЕНИЯ**

**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 отделение, 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 литер-турная. 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

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» подготовливался 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, имеющих 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 профессо-

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

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

S	— площадь, m^2	E_n	— нормируемые значения освещенности, лк
A, a	— длина, м	K_z	— коэффициент запаса
B, b	— ширина, м	K_p	— коэффициент пульсации освещенности, %
H, h	— высота, м	$K_{п и}$	— коэффициент пульсации светового потока источника света
h_p	— расчетная высота от условной рабочей поверхности до выходного отверстия светильника (фонаря), м	L	— яркость, $кд/м^2$
E	— освещенность, лк	L_n	— нормируемая яркость, $кд/м^2$
E_a	— освещенность в вертикальной плоскости, лк	l	— расстояние, м
E_r	— освещенность в горизонтальной плоскости, лк	$l_{св}$	— расстояние между светильниками, м
$E_{p н}$	— освещенность рабочей поверхности, лк	$N_{св}$	— число светильников
		P	— показатель ослепленности, мощности

P_d	— мощность ламп в светильнике		
Φ	— световой поток, лм		
Φ_a	— световой поток источника света		
U	— коэффициент использования светового потока	U_L	— коэффициент использования светового потока источника света по яркости (дорожного покрытия)
$U_{св}$	— коэффициент использования светового потока светильника	ρ	— коэффициент отражения
$U_{н с}$	— коэффициент использования светового потока источника света	$\rho_{ср}$	— средневзвешенный коэффициент отражения внутренних поверхностей помещения
U_E	— коэффициент использования светового потока источника света по освещенности (дорожного покрытия)	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 электро-

ламп. 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 производится 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) взрывоопасная 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-Ia — 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 поме-

щения, 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 электромашины помещения с турбогенераторами с водородным охлаждением при условии обеспечения электромашиного помещения вытяжной естественной вентиляцией; эти электромашины 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-Ia и В-II (исключение — проемы окон, заполненные стеклблоками); 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-Ia, 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-IIa — 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°C 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

Класс взрывоопасной зоны	Класс зоны помещения, смежного со взрывоопасной зоной другого помещения и отделенного от нее	
	стенной (перегородкой) с дверью, находящейся во взрывоопасной зоне	стенной (перегородкой) без проемов или с проемами, оборудованными тамбур шлюзами, или с дверями, находящимися вне взрывоопасной зоны
В-I В-Ia В-Iб В-II В-IIa	В-Ia В-Iб Невзрыво- и непожароопасная В-IIa Невзрыво- и непожароопасная	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 м² при общей площади помещения до 2000 м² или 10 % при общей площади помещения более 2000 м².

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 м² при общей площади помещения до 2000 м² или 10 % при общей площади помещения более 2000 м².

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-Ia, В-II, электродвигатели применяются как для взрывоопасной зоны класса В-Iг, а для

вентиляторов, обслуживающих взрывоопасные зоны классов В-Iб и В-IIa, — 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-Ia 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 % нижнего 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°C .

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

П-IIa — 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°C 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, пы-

лей 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), обслуживаемыми помещениями 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 одного из следующих условий: а) особой сырости; б) химически активной или органической среды, в) одновременно двух или более условий помещений с повышенной 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 не превышает 60%.

Влажными помещениями называются помещения, в которых пары или конденсирующая 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) $+35^{\circ}\text{C}$ (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 длительно 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 наружных работ) следует предусматривать, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение 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 на лестницах, служащих для эвакуации людей, при числе эвакуирующихся более 50 чел.;

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

в лестничных клетках жилых домов высотой 6 этажей и более;

в производственных 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 здания 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 м², должны быть отмечены световыми указателями, присоединенными к сети аварийного освещения.

Охранное освещение (при отсутствии специальных технических средств охраны) должно предусматриваться вдоль границ территорий, охраняемых 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.

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 надзор 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, но 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 светильников различают равномерное и локализованное 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 наиболее выгодного направления светового потока на рабочие поверхности, т. е. с учетом расположения технологического оборудования.

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

В условиях системы комбинированного освещения 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 изделиями.

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 блескости 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 нормами 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 накаливания.

Ксеноновые лампы типа ДКсТ допускаются для внутреннего освещения с разрешения Госинспекции и при условии, что горизонтальная освещенность на всех уровнях, где возможно длительное пребывание людей, не пре-

вышает 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 $+5^{\circ}\text{C}$; 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 заземленной нейтрали, не выше 220 В переменного тока при изолированной нейтрали 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 внутреннего и наружного освещения допускается напряжение не более 380 В, в том числе фазное напряжение системы 660/380 В с заземленной нейтралью при соблюдении следующих условий: ввод в светильник и пускорегулирующий аппарат следует выполнять 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 отдельными 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 питания 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, коэффи-

циент 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 (точный 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.

2.1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Согласно законам квантовой механики энергия электрона может иметь лишь определенный дискретный ряд значений $\epsilon_0, \epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n, \dots$, называемых уровнями энергии [4].

Этот набор «дозволенных» значений энергии называется энергетическим спектром атома. Самый нижний уровень энергии атома — наинижайшая, называется основным уровнем. Остальные уровни $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n, \dots$ 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

$$\nu_{mn} = \frac{\epsilon_m - \epsilon_n}{h},$$

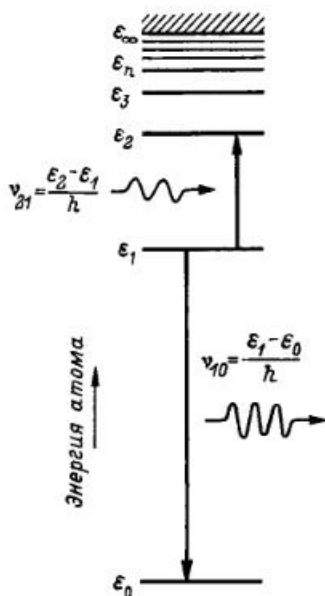


Рис 2.1 Энергетические уровни атома водорода

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 ($\epsilon_n > \epsilon_m$), 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

$$h\nu_{mn} = \epsilon_m - \epsilon_n.$$

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 $\epsilon_n - \epsilon_m = h\nu_{mn} = 1,9$ эВ.

Длина волны излучения связана с частотой ν соотношением $\lambda = c/\nu$ ($c = 3 \cdot 10^8$ 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

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

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 распределе-

ния 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-

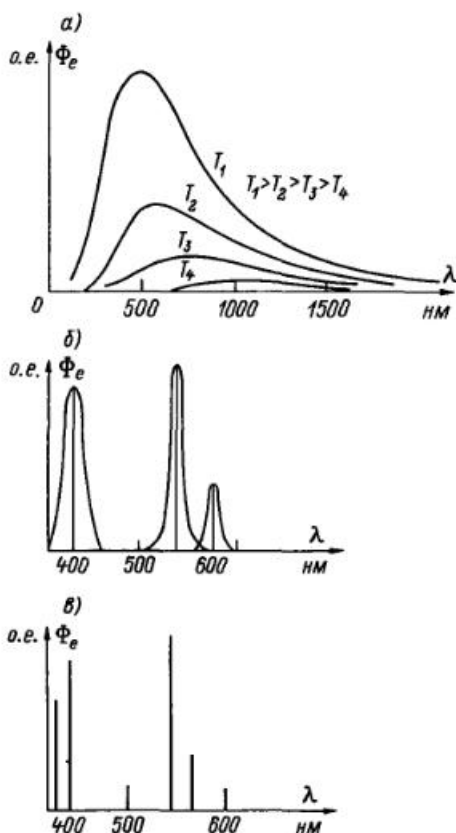


Рис. 2.2 Спектры излучения различных сред: а — абсолютно черного тела, б — полосовой спектр излучения; в — линейчатый спектр

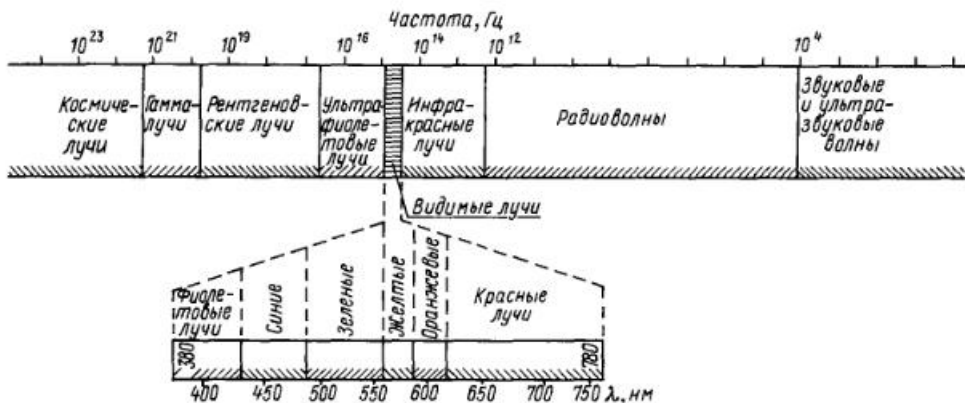


Рис. 2.3 Спектр электромагнитного излучения

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, попа-

дая 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.

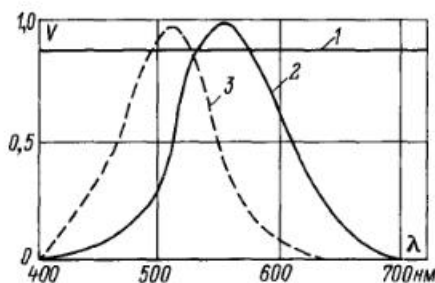


Рис 2.4 Кривые относительной спектральной чувствительности
1 — неселективный приемник, 2 — дневное зрение, 3 — ночное зрение

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 (Φ) — 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 освещивание, 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	$M_e = d\Phi_e/dS_1$	Освещивание, 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	$\Theta = \int_0^t I(t) dt$

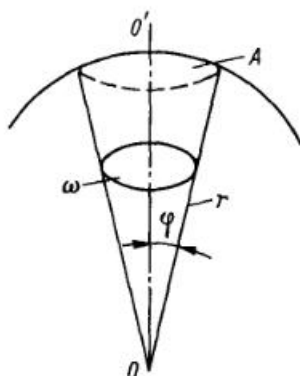


Рис 25 К определению телесного угла

он излучается (кадела \times стерадиан). Единица — люмен (лм).

Телесный угол (ω) — часть пространства, заключенная внутри конической поверхности (рис. 2.5). Измеряется отношением площади (A), вырезаемой из сферы произвольного радиуса, 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:

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

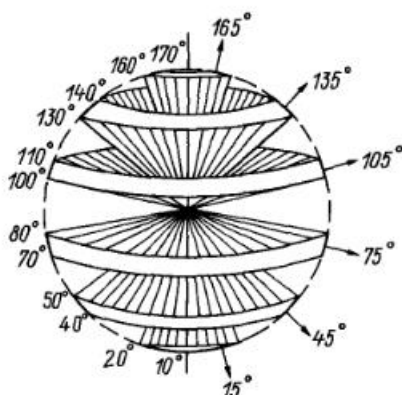


Рис 26 Зональные телесные углы (для десятиградусных зон)

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

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

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

Плоский угол α и соответствующий ему телесный угол связаны соотношением

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

Средние значения зональных телесных углов

Таблица 2.2

Полусфера излучения	Меридиональный угол α , °	$\alpha_{\text{ср}}$, °	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
Верхняя	80—90	85	1,091
	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

$$\begin{aligned} \omega_{12} &= \omega_2 - \omega_1 = \\ &= 2\pi (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2). \end{aligned} \quad (2.3)$$

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

Освещенность (E) — отношение светового потока (Φ) 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 м², т. е. 1 лк = 1 лм/м².

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/м²).

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/м²).

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 про-

странства, 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 —

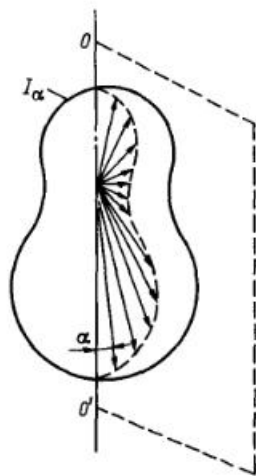


Рис. 2.7. Фотометрическое тело симметричного источника: OO' — ось симметрии, I_α — продольная кривая силы света

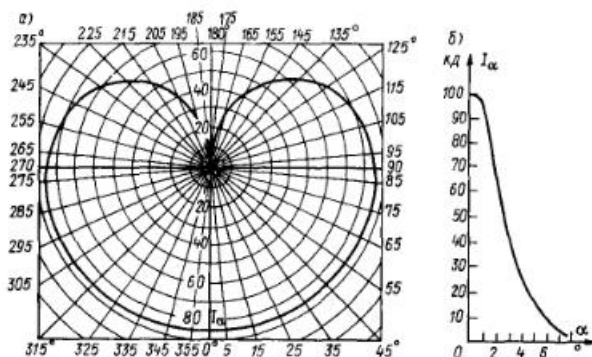


Рис 28 Меридиональные кривые силы света *a* — в полярной системе координат, *б* — в прямоугольной системе координат

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 зависимость вида

$$I_{\alpha} = I_0 \cos^m \alpha. \quad (2.4)$$

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

Для диффузного полушара с несветящей горизонтальной экваториальной плоскостью

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

Эта же формула дает экваториальную КСС диффузного полуцилиндра.

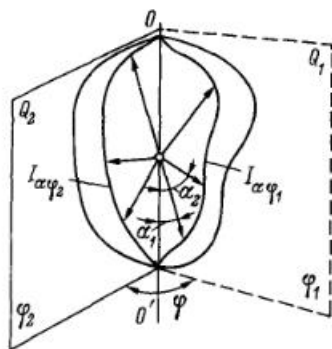


Рис 29 Фотометрическое тело несимметричного источника излучения

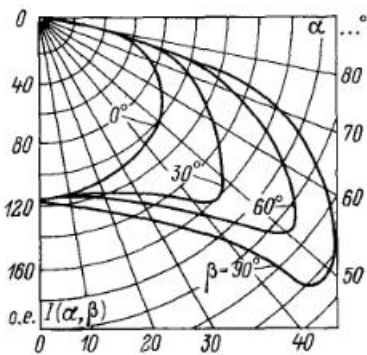


Рис 210 Семейство меридиональных кривых силы света несимметричного источника

Употребительна также формула

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

или практически эквивалентная ей формула

$$I_{\alpha} = I_0 \cos^{1.43} \alpha. \quad (2.7)$$

Для диффузного вертикального цилиндра с несветящимися торцами

$$I_{\alpha} = I_{90^{\circ}} \sin \alpha. \quad (2.8)$$

2.4. СВЕТОВОЙ ПОТОК И СИЛА СВЕТА

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

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

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)

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

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

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

Для круглосимметричных светильников, светораспределение которых задано кривой или таблицей, поток определяется умножением зональных телесных углов на силу света в направлении середины каждой из зон и суммированием произведений, так что

$$\begin{aligned} \Phi_{0-180} = & I_5 \omega_{0-10} + I_{15} \omega_{10-20} + \dots \\ & \dots + I_{175} \omega_{170-180}. \end{aligned} \quad (2.12)$$

Значения зональных телесных углов приведены в табл. 2.2.

Определение потока светильников с трубчатыми лампами, имеющих две плоскости симметрии, производится в следующем порядке.

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

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

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

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

Для верхней и нижней полусфер вычисления проводятся отдельно.

При косинусном распределении в продольной плоскости $K_f = 0,27$.

Если световая характеристика излучателя задана в энергетической системе единиц, то приведение потока излучения к световому потоку осуществляется с помощью функции $V(\lambda)$ — относительной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения (ГОСТ 8 332—78). Из определения 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 эффективности 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]:

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

где Φ_e — поток излучения.

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

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

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

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

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. 23	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. 23	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:

$$\begin{aligned} \Phi &= \int_{0,38}^{0,78} \Phi_{e\lambda}(\lambda) K(\lambda) d\lambda = \\ &= K_m \int_{0,38}^{0,78} \Phi_{e\lambda}(\lambda) V(\lambda) d\lambda = K_m \Phi_{\lambda, \text{гр}} \end{aligned}$$

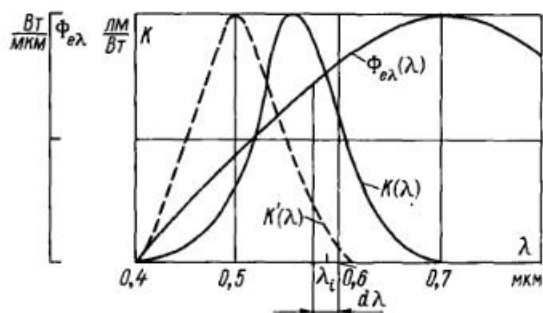


Рис 2.11 Переход от энергетических единиц к световым

где $\Phi_{\text{эгр}}$ — эффективный поток излучения для газа от данного источника.

Учитывая, что поток излучения $\Phi_e =$

$$= \int_0^{\infty} \Phi_{e\lambda}(\lambda) d\lambda, \text{ можно найти}$$

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

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

где отношение интегралов называют КПД глаза или коэффициентом использования глазом излучения данного источника (κ_r), который показывает, какую долю в общем потоке излучения составляет световой поток; $\Phi_{e\lambda}(\lambda) = \Phi_{e\lambda}(\lambda) / \Phi_{e\lambda_{\text{max}}}$ — относительное распределение спектральной плотности потока излучения; $\Phi_{e\lambda_{\text{max}}}$ — максимальная 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 источника κ_r нет в литературе, то его определяют после построения кривых $\Phi_{e\lambda}(\lambda)$ и $\Phi_{e\lambda}(\lambda) V(\lambda)$; отношение площади под кривой $\Phi_{e\lambda}(\lambda) V(\lambda)$ к площади под кривой $\Phi_{e\lambda}(\lambda)$ и будет κ_r .

Из приведенного примера можно сделать вывод, что перевод любой вели-

чины из энергетической системы в световую можно осуществить по формулам: $\Phi = 680 \Phi_e \kappa_r$; $L = 680 L_e \kappa_r$; $E = 680 E_e \kappa_r$.

2.5. ОСВЕЩЕННОСТЬ И СИЛА СВЕТА

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

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

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

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

$$E_r = \frac{I_\alpha \cos^3 \lambda}{h^2 K} = \frac{I_\alpha h}{r^3 K} =$$

$$= \frac{I_\alpha \cos \alpha \sin^2 \alpha}{d^2 K}, \quad (2.17)$$

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

Пример 2.3. Точечный источник, имеющий КСС типа изображенной на рис. 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 оси симметрии источника.

Решение. При $d/h = 1$ $\alpha = 45^\circ$; по КСС $I_{\alpha=45^\circ} = 82$ кд;

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

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

$$E_r = \frac{\Phi_p}{1000} \frac{I_a \cos^3 \alpha}{h^2 K}, \quad (2.18)$$

где Φ_p — расчетный световой поток ис-

точника 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_0	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\cos^2 \alpha$	$\cos^3 \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	α_0	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\cos^2 \alpha$	$\cos^3 \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$
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	0,819	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						

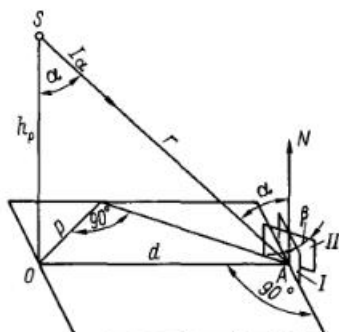


Рис 2.12 Освещенность точки

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

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

Освещенность в точке A , принадлежащей вертикальной плоскости I , той же, что и в примере 2.3: $E_I = E_r \text{tg } \alpha = 3,2 \cdot 1 = 3,2$ лк. Для точки A , принадлежащей вертикальной плоскости II , расположенной под углом β к

OA , $E_{II} = E_r \frac{|OA| \text{tg } \beta}{h}$; пусть $\beta = 10^\circ$;

$\text{tg } 10^\circ = 0,176$,

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

Пример 2.4. Определить горизонтальную и вертикальную освещенность от светильника 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.

Решение. Определяется угол α :

$$\text{tg } \alpha = \frac{12}{7} = 1,71, \alpha = 59,7^\circ.$$

По КСС НКУ01 (см. рис. 9.20) для $\alpha = 59,7^\circ$ 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

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

Вертикальная освещенность в точке A

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

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

Решение. Определяются углы α и β в направлении расчетной точки A :

$$\text{tg } \beta = 10/6 = 1,66; \beta = 59^\circ;$$

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

$$= 11,7 \text{ м;}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{d}{h} = \frac{11,7}{6,5} = 1,8; \alpha = 61^\circ.$$

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

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

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

Если с увеличением α происходит возрастание I_α , то в пределах определенных значений d можно получить постоянную или даже возрастающую с увеличением d освещенность.

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

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 различия (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. 31) 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

**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

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	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 периодическое при постоянном пребывании людей в помещении	—	VIII	а			—	75
			б			—	50
			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»

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 разлива 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, деаэрационная, 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*

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, компрессорных, 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, маляные, 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 56 СНиП II-4-79

Пр и м е ч а н и е 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.

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	VIIIa	—	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 Плавно-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

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниро ванной	общей
22 Точечная конденсаторная сварка, точная пайка	IIв	2000	500
Сборочные цехи			
23 Очень точная сборка (монтаж микросхем, микро- элементов, 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 бло- ков, 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, сто- лярного, окончательной обработки древесных плит	—	—	200
31 Станки круглопильные, стружечные, слесарные установки, прессование и обрезка древесных плит	IVб	—	200
32 Общее освещение отделений сушки шпона, сор- тировки пиломатериалов, изготовления стружки	—	—	150
33 Общее освещение модельных цехов, отделений раскрой, ребросклеивания, механических, обойки и мон- тажа мебели, окрашивания, лакировки и т п	—	—	300
34 Станки кромкофуговальные, ребросклеивающие, деревообрабатывающие, верстаки, раскрой и пошив тканей, окончательная обработка и отделка древесных плит	IIIв	750	300
35 Станки шлифовальные, ленточные, кромко- шлифовальные, 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 валь- цах	Vа	300	200
41 Вулканизация резиновых изделий	Vа	200	150
42 Работа на каландрах	IVб	500	200
43 Раскрой кордной ткани на станках	IVв	400	300*
Механическая обрезка рукавов			
44 Раскрой резины на полосы, сборка рукавов, сты- ковка полос, изготовление браслетов, сборка шин, комп- лектация покрышек камерами	Vа	300	200
45 Оплетение и навивка нитей Наложение на рукава свицовой оболочки	IVв	400	200
46 Изготовление ремней и транспортных лент	IVб	500	200
47. Участок обработки гуммированных изделий (об- точка, шлифовка и контроль качества поверхности)	IVа	750	300
48 Экструзия и коагуляция нитей из латекса, вулка- низация нитей, разработка и упаковка готовой продукции	IVб	500	200

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниро ванной	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 производстве резиновой обуви	IIIa	—	500
51 Раскрой деталей резиновой обуви, вставка фурнитуры, лакирование	IVб	500	200
52 Контроль обрезиненного корда, раскрой корда	IIIa	2000	500
Производство пластмасс			
53 Изготовление и обработка пластмасс			
а) темных	IVa	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	IIIa	750	300
63 Помещение мойки светильников	IVб	—	200
Легкая промышленность			
Трикотажное производство			
64 Машины мотальные и бобиноперемоточные	IIa	—	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 б и выше), краеобметочные, круглочулочные автоматы (до 18-го класса), плоскофанговые автоматы и полуавтоматы для штучных изделий верхнего трикотажа, перчаток, беретов (класса б 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)	IIIa	—	400*
68 Аппараты для крашения трикотажного полотна, чулочных изделий и пряжи в бобинах	VI	—	200****
69 Браковочно-накатная машина	IIIa	2000	—
70 Машины для отделки трикотажного полотна, декантовочные, для разрезания и расправки полотна, сушильные для сушки пряжи, чулочно-носочные формовочные, аппараты для крашения пряжи в мотках	Va	—	300****

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбини- рованной	общей
71 Машины ворсовальная и стригальная	IVa	—	300
72 Рабочее место браковки изделий	IIIa	2000	500
Производство искусственного меха			
73 Машины чесальные, отделочные для укладки ворса щетками, стригальные	IVa	—	400*
74 Линия отделки меха, браковочные столы	IIIa	—	600*
75 Художественные мастерские и мастерские для нанесения рисунка на шаблоны	IIb	—	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	Vb	—	200**
79 Мешалки планетные и бегуны	Va	—	200
80 Швейные и обметочные машины	IIIb	1000	—
81 Участки нанесения покрытий	—	—	—
а) общее освещение по участкам	—	—	150
б) пастоназные устройства	Vb	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	IVa	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	IVa	750	300
89 Машины ленточная и шлифовальная	IIIr	500*	300*
90 Сортировочные столы	IVa	1000*	—
91 Освещение экструзионно-тиснильного участка производства пленочных поливинилхлоридов материалов	—	—	300
92 Отделочные узлы машин для нанесения лицевого слоя и многоцветных гравировальных печатных машин	IVb	500	—
93 Освещение участков подготовки тканей, нанесения покрытий производства плащевых тканей	—	—	200
94 Агрегат «Доуса»	Vb	200	—
95 Освещение участков производства искусственно-го 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 шпрендинг-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	IVa	1000*	—
98 Зона ножевого вала, выхода ткани и самоконтроля	IVb	500	—
99 Ручная обработка каракуля	IVb	600*	—
100 Освещение участков производства подошвенной резины	—	—	150
а) вулканизации	—	—	200
б) обработки сырья, контроля	—	—	300
в) обрезки заусениц, изготовления низа обуви	—	—	300
101 Зона вырубki деталей на штампах-полуавтоматах	—	400	—
102 Вулканизационные прессы (поверхность матриц), двойные машины, сортировка и контроль подошвенной резины	—	750	—
103 Машины для выравнивания деталей низа обуви	IVa	1000*	—
104 Освещение участков производства обувного картона и деталей из него	—	—	200
а) подготовительного	—	—	150
б) мокрого размола	—	—	150
105 Освещение участков производства многослойного картона	—	—	300
а) отлива	—	—	100
б) сушки и пролежки	—	—	200
в) каландрование, контроля и сортировки	—	—	150
106 Освещение участков производства однослойного картона	—	—	150
107 Разрез полотна на листы	Vb	—	200**
108 Формовка задников	—	—	—
а) рабочая зона автомата	Vb	200	—
б) зона матриц полуавтомата	Vb	—	200**
109 Зона выгрузки и контроль продукции на прессах отлива картона типа «Пашке»	Va	—	200
110 Вырубка заготовок на прессах	IVa	500*	—
111 Шерфовка заготовок	IVb	—	300*
112 Сортировка деталей	IVa	750	300
113 Освещение участков производства пласткожи	—	—	150
а) подготовки и обработки сырья	—	—	200
б) вальцовочного и сушильного	—	—	200
114 Сортировка сырья	Va	—	200
115 Сортировка пласткож и изделий вырубки	IVa	1000*	—
116 Освещение участков производственного регенерата	—	—	150
а) сырья, вальцовки, контроля и сортировки	—	—	200
б) девулканизации	—	—	200
117 Сортировка и очистка сырья, вальцы дробильные	Va	—	200
118 Вальцы листовальные	IVa	750	—
119 Брекер-вальцы и рафинировочные, сортировка, маркировка и опудривание регенерата	IVa	1000*	—
Швейные фабрики			
120 Приготовление лекал	IIIb	—	500***
121 Столы настила и раскрой ткани, стегальные машины, ручная утюжка	IIIa	—	600*

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниро- ванной	общей
122 Работы на швейных машинах (прямострочных, челночных, специального назначения) Контроль и приемка готовой продукции	IIa	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	IVa	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	IVa	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	IIIa	2000	—
133 Контроль и сортировка деталей верха обуви и сборка заготовок	IIIa	2500*	—
134 Освещение участков сборки обуви и приготовления красок	—	—	300
135 Обработка деталей	IVa	1000*	—
136 Приклеивание, крепление подошв и каблуков гвоздями или винтами, отделка верха и низа обуви	IVa	750	—
137 Участки ремонта электрооборудования и механических узлов обувных машин	IVa	750	300
138 Пришивание рантов и подошв, приготовление красок	IIIa	2000	—
139 Крепление резинового низа вулканизацией	IVa	—	300
140 Заделка дефектов и контроль качества готовой продукции	IIIa	2500*	—
Меховое производство			
141 Освещение по цеху подготовки сырья	—	—	300
142 Приемка сырья и подбор производственных партий	IIIa	2500*	—
143 Освещение сырьейно-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	IVa	—	300
149. Освещение участка отделки волосяного покрова	—	—	300
150 Межоперационный контроль	IIIa	2500*	—
151 Глажение волосяного покрова	IVa	750	—

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниро- ванной	общей
152 Освещение участка изготовления меха на ткане- вой основе	—	—	150
153 Двоение	IVa	—	300
154 Сортировка и расценка меха	IIIa	2500*	—
155 Освещение участка меховых скроев одежды, го- ловных уборов, воротников	—	—	300
156 Приемка полуфабрикатов	IIIa	2000	—
157 Сортировка, межоперационный контроль и конт- роль качества сырья	IIIa	2500*	—
158 Вырубка и раскрой меха, кожи, подкладки, сши- вание, 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 прес- сование кожи	IVa	750	300
173 Сортировка и маркировка кож	IIIa	2500*	—
174 Освещение в помещениях клеварочного произ- водства 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 раз-

личными 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-

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, ядохнмиков, удобрений. Цехи гальванических покрытий и гальванопластики различных отраслей промышленности с применением электролиза	1,8	1,5
2 Производственные 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 и 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, горнодобывающих предприятий, шахт, рудников, железнодорожных станций и прилегающих к ним улиц и дорог	—	1,5	1,4
б) промышленных предприятий (кроме указанных в п. «а») и общественных зданий	—	1,5	1,3
5 Улицы, площади, дороги, территории жилых районов и выставок, парки, бульвары	—	1,5	1,3

П р и м е ч а и я. 1. Коэффициенты запаса установлены с учетом числа чисток заполнений 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 и 4; по пп. 2б, 3 — 2 и 2, по п. 4а — 4 чистки светильников по пп. 4б, 5 — 2 чистки светильников.

2 Значения коэффициентов запаса следует снижать:

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

б) при односменной 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 коэффициента запаса следует принимать наибольшее его снижение

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

Коэффициент запаса предусматривается только для общего освещения независимо от выбранной системы освещения. В табл. 3.4 приведены значения коэффициента запаса по освещенности для ОУ искусственного освещения.

3.2. КАЧЕСТВО ОСВЕЩЕНИЯ

СНиП II-4-79 регламентирует 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 за-

висимости 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-

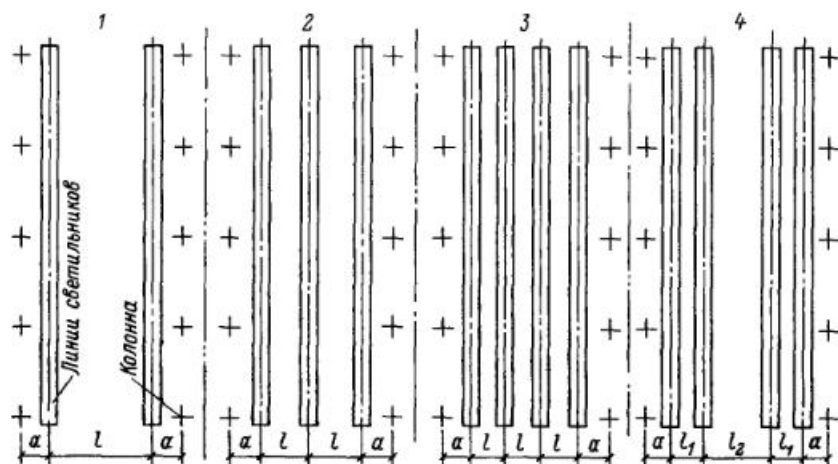


Рис 31 Схемы размещения линий светильников с люминесцентными лампами
1—3 — равномерное размещение линий по помещению, 4 — линии смещены к стенам

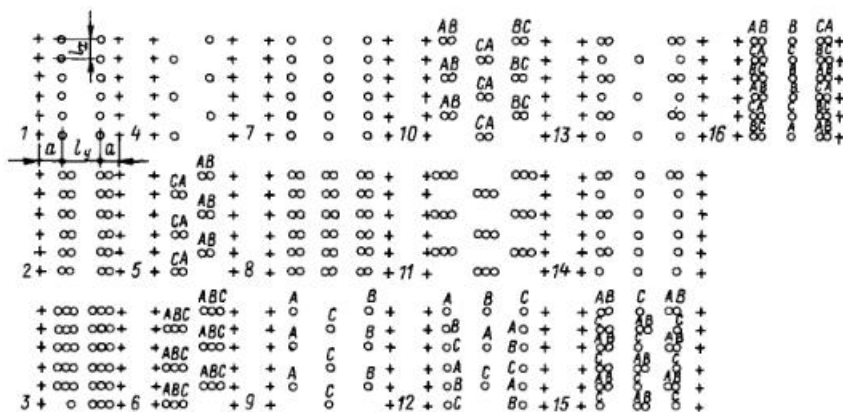


Рис 3.2 Схемы размещения светильников с разрядными лампами высокого давления (ДРЛ, МГЛ и ДНаТ)

1—6 двухрядное расположение светильников, 7—16 — трехрядное расположение светильников, «+» — колонна, «О» — светильник, А, В, С — 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 длинной 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.

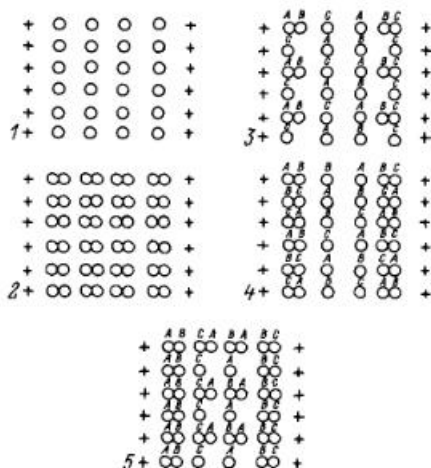


Рис 3.3 Схемы четырехрядного размещения светильников с разрядными лампами высокого давления (ДРЛ, МГЛ и ДНаТ)

«+» — колонна, «О» — светильник, А, В, С — 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 блестящих 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 про-

мышленных ОУ должен находиться в пределах от 20 до 80 единиц.

Объекты повышенной яркости (светильники, светящиеся 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 включа-

емые 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 светильниками 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 Помещения без естественного света, разряды работ		
Ia, Ib, Ic, IIa, IIb	500	200
IIb, IIIa	400	150
Ic, IIc, IIIb, IIIc, IV, Va, Vb	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, например, при протяженных рабочих местах (пряильные 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 пряильных, 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 требова-

ние 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 освещенность 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 м².

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 невозможна 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 разря-

дов 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, светильники 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_p в зависимости от разряда зрительной работы и системы освещения при освещении помещений разрядными лампами, питаемыми переменным током частотой 50 Гц, не должен превышать следующие значения:

Разряд зрительной работы	I, II	III	IV—VIIIa
Значение K_p , %			
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 VIIa 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, VIIa

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 VIIa 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

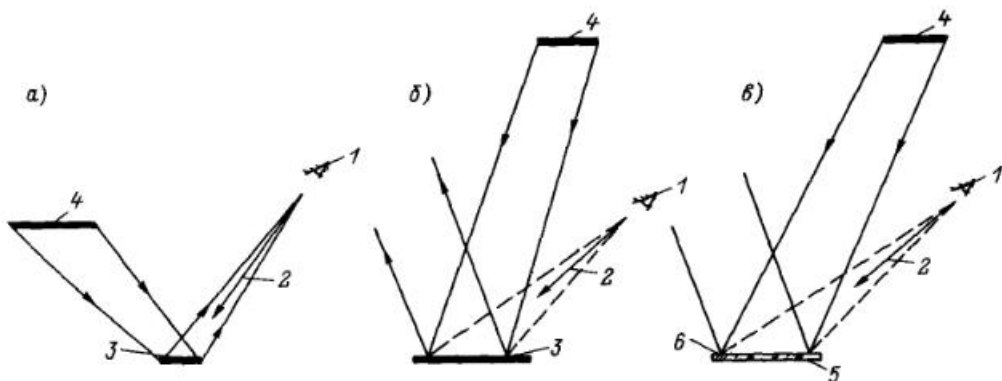


Рис 34 Рекомендуемые схемы взаимного расположения светильника, рабочей поверхности и работающего, обеспечивающие снижение отраженной блескости поверхностей, обладающих зеркальным и смешанным отражением

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

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

Ограничение отраженной блескости выбором.						
№ пп.	Характеристика работы	источника света	светильника	яркости светящейся поверхности светильника местного освещения, ($\text{кд}/\text{м}^2 \cdot 10^3$)	расположения светильников местного освещения относительно рабочей поверхности и работающего	соотношения между яркостью объекта различения и фоном
1	С металлическими и пластмассовыми непрозрачными поверхностями (например, различие шарпан, рисок и других дефектов на поверхности изделий и деталей)	Люминесцентные лампы	Перекрытый рассеивателем	2,5—4	Светящая поверхность светильника должна зеркально отличаться от рабочей поверхности в направлении глаз работающего (рис. 3.4, а)	Яркость объекта различения меньше яркости фона
2	С темными поверхностями пластмасс, керамики и других материалов (например, вываление дефектов на грампластинках или черных резинотехнических изделиях)	Лампы накаливания	Прямого света, без рассеивателя	70—100	Зеркальное отражение светящейся 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 поверхностями, обладающими смешанным отражением (например, работы тушью и чтение текста на глиняной бумаге)	Любой	Любой	Не нормируется	То же (рис. 3.4, в)	Любое
4	Различение диффузно отражающих объектов на диффузном фоне сквозь слой прозрачного материала (например, различение показаний измерительных приборов, сборка изделий под прозрачными колпачками, работы с изделиями, покрытыми лаком, различение линий чертежа сквозь кальку)	Любой	Любой	Не нормируется	Зеркальное отражение светящейся поверхности светильника от слоя прозрачного материала не должно совпадать с линией 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. 36.

На рис. 34 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 химичке 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 посредние 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 м² площади комнаты. В спальнях комнатах должны быть установлены штепсельные розетки для подключения светильников местного освещения, предназначенных для чтения. Следует предусматривать не менее одной штепсельной розетки на 10 м² 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 освещенности 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 указанных в табл. 3.7, — по табл. 3.8.

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, препаративные	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)	400	—	40	10
	по кулинарии	300	—	40	15
	Пол	200	—	25	15
29 Спортивные залы	В, 2	75	—	—	—
30 Снарядные, инвентарные, хозяйственные кладовые	Г, 0,8	50	—	—	—
31 Крытые бассейны	Г, на поверхности воды	150	—	60	15
32 Актные 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
	Пол	150	—	90	—
35 Рекреации	Пол	150	—	90	—

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	7, 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, комплектующие 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
съёмочный 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

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

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 обогрева 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					

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 Коридоры 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

Рекомендуемые значения показателя дискомфорта в зависимости 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 линии 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.

Конкретные 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, барельефов)

Таблица 39

Рекомендуемые значения цилиндрической освещенности в зависимости от насыщенности помещений светом

Насыщенность 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
Нормальная (зрительные залы клубов, конференц-залы, выставочные залы, картинные галереи, торговые залы крытых рынков, фойе цирков и т.п.)	75

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 яр-

кости, 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 разря-

да в газе, парах металлов или в газовой среде, содержащей пары 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 ($\text{кд}/\text{м}^2$); световые характеристики ламп

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 зеркализированным 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 характеризующие 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, номинальные 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 однородностью 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 та-

кую 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 определяют 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 номи-

нальное, 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—

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				
B125-135-15	130	15	135	9,0	61	105	50	E27/27			
B215-225-15	220		120	8,0							
B220-230-15	225										
B230-240-15	235										
B235-245-15	240	25	260	10,4							
B125-135-25	130		220	8,8							
B215-225-25	220		230	9,2							
B220-230-25	225										
B220-230-25	225	240	225	9,0							
B230-240-25	235										
B235-245-25	240	40	490	12,2		61			110	50	E27/27
B125-135-40	130		520	13,0							
BK125-135-40	130		430	10,8							
B215-225-40	220		475	11,9							
BK215-225-40	220		430	10,8							
B220-230-40	225		475	11,9							
BK220-230-40	225		420	10,5							
B230-240-40	235		470	11,8							
BK230-240-40	235		420	10,5							
B235-245-40	240		810	13,5							
B125-135-60	130		60	890	14,8						
BK125-135-60	130			730	12,2						
B215-225-60	220	800		13,3							
BK215-225-60	220	730		12,2							
B220-230-60	225	235	800	13,3							
BK220-230-60	225		710	11,8							
B230-240-60	235		790	13,1							
BK230-240-60	235		710	11,8							
B235-245-60	240	75	960	12,8							
B125-225-75	220		1030	13,7							
BK125-225-75	220		960	12,8							
B215-225-75	225		960	12,8							
B220-230-75	225	100	940	12,5							
B230-240-75	235		1540	15,4							
B125-135-100	130		1675	16,8							
BK125-135-100	130		1380	13,8							
B215-225-100	220	150	1500	15,0							
BK215-225-100	220		1380	18,8							
B220-230-100	225		1500	15,0							
BK220-230-100	225		1360	13,6							
B230-240-100	235	200	1485	14,9							
BK230-240-100	235		1360	13,6							
B235-245-100	240		2420	16,1							
Г125-135-150	130		150	2220	14,8						
B215-225-150	220	2090		13,9							
Г215-225-150	220	2065		13,8							
Г220-230-150	225										
Г230-240-150	235	200	2060	13,7							
Г235-245-150	240		2180	14,5							
B235-245-150	240		3350	16,7							
Г125-135-200	130		200	3150	15,7						
B215-225-200	220	2950		14,7							
Г215-225-200	220	2950		14,7							
Г220-230-200	225	2950		14,7							
Г220-230-200	225				81	167	70				

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 Г230-240-200	235	200	2910	14,5	81	167	70	E27/27
Г125 135 300	130		3150	15,7				
Г215 225-300	220		5050	16,8				
Г220 230-300	225	300	4850	16,1	111	240	150	E40/45
Г230 240-300	235		4800	16,0				
Г125 135-500	130		9200	18,4				
Г215 225 500	220	500	8400	16,8	151	309	300	E27/27
Г220-230-500	225		8300	16,6				
Г230-240-500	235		8300	16,6				
Г215 225-750	220	750	13100	17,5	51	98	50	E27/27
Г220 230 750	225		20000	20,0				
Г125-135-1000	130		18800	18,8				
Г215 225-1000	220	1000	18610	18,6	56	105	50	E27/27
Г220 230-1000	225		415	11,5				
Г230-240-1000	235		410	11,4				
БК220-230-36	225	36	715	13,2	56	105	50	E27/27
БК235-245 36	240		710	13,1				
БК220 230-54	225		1350	14,5				
БК235 245-54	240	54	1350	14,5	71	130	55	E27/27
БК220-230-93	225		2380	15,9				
БК235-245-93	240							
БК220 230-150	225	150						

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 E27/27 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

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	24	60	—	1000	—	16,6	66	129	55	
МО24-25		25	350	340	14,0	13,6				
МО24-40		40	580	560	14,5	14,0				
МО24-60	36	60	980	930	16,0	15,5	61	108	40	
МО24-100		100	1740	1710	17,4	17,1				
МО36-25		25	345	300	13,8	12,0				
МО36-40	42	40	580	500	14,5	12,5	66	129	55	
МО36-60		60	950	800	15,8	13,3				
МО36-100		100	1590	1550	15,9	15,5				
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	12	100	1640	1530	16,4	15,3	71	109	40	
МОД12-25		25	—	270	—	10,8				
МОД12-40		40	—	490	—	12,3				
МОД12-60	24	60	—	880	—	14,7	81	128	55	
МОД24-40		40	480	—	12,0	—				
МОД24-60		60	820	—	13,7	—				
МОД24-100	36	100	1500	—	15,0	—	81	128	55	
МОД36-25		25	—	240	—	8,2				
МОД36-40		40	—	470	—	11,8				
МОД36-60	42	60	—	760	—	12,7	71	109	40	
МОД36-100		100	—	1380	—	13,8				
МОЗ12-40		40	—	400	—	10,0				
МОЗ12-60	24	60	—	660	—	11,0	150	71	109	40
МОЗ24-40		40	420	—	10,5	—				
МОЗ24-60		60	680	—	11,3	—				
МОЗ24-100	36	100	1250	—	12,5	—	245	81	128	55
МОЗ36-40		40	400	370	10,0	9,0				
МОЗ36-60		60	—	650	—	10,8				
МОЗ36-100	42	100	—	1200	—	12,0	160	71	109	40
МОЗ40-40		40	380	370	9,5	9,2				
МОЗ40-60		60	630	610	10,5	10,0				
МОЗ40-100	42	100	1300	1200	13,0	12,0	250	81	128	55
МОЗ324-250		250	—	—	—	—				
МОЗ24-250-2		250	—	—	—	—				

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 изготавливают в климатическом исполнении В, категории 2, лампы типов ПЖ24-250, ПЖ324-250, ПЖ24-250-2, ПЖ324-

Технические данные прожекторных ламп накаливания

Таблица 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				
ПЖ24-250	24	250	6500		26,0		100		81	145	110	E40/45
ПЖ324-250			—	5800	—	23,2	—	100				
ПЖ24-250-2			6500		26,0		100				150	P40S/41
ПЖ324-250-3			—	5800	—	23,2	—	100				
ПЖ24-500		500	14350		28,7		100		112	160	180	E40/45
ПЖ324-500			—	13200	—	26,4	—	100				
ПЖ24-500-2			14350		28,7		100			170	220	P40S/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	B22d/25x26
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	P40S/41
ПЖ110-500	110	500	11000	10500	22,0	21,0	170		66	140	100	E27/30
ПЖ110-1000		1000	24500	22200	24,5	22,2	150		71	245	220	E40/45
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	P40S/41
ПЖ110-2000		2000	53300	47400	26,7	23,7	125		152	260	620	
ПЖ110-2000-1			—	47400	—	23,7	—	175		280	500	
ПЖ110-2000-2	47400	47400	23,7	23,7	175		162	270	500	E40/45		
ПЖ3127-250	127	250	5000	5000	20,0	20,0	50		81	125	120	P28S/24
ПЖ127-500		500	—	8500	—	17,0	—	400	112	195	130	P40S/41
ПЖ127-1000		1000	19000	19000	19,0	19,0	125		134	220	200	E40/45
ПЖ127-1000-1		2000	62300	47400	31,2	23,7						
ПЖ127-2000		2000	62300	47400	31,2	23,7	152		260	620	P40S/41	
ПЖ220-400		220	400	—	5000	—	12,5	—	—	112	180	220
ПЖ220-500	500		10500		21		160		66	140	70	E27/30
ПЖ220-500-4			8000	7600	16,0	15,2	500	400	134	220	240	P40S/41
ПЖ220-500-5	8000		7600	16,0	15,2	500	400	134	220	200	E40/45	
ПЖ220-600	600		—	9300	—	15,5	—	—	112	195	220	P40S/41
ПЖ220-1000	1000		21700	21000	21,7	21,0	150		71	245	220	E40/45
ПЖ220-1000-2		—	—	—	—	—	—	112	195	150		
ПЖ220-1000-4	—	23 000	18 550	23,0	18,6	100		134	220	300	P40S/41	

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	
ПЖ220-2000		2000	48700	47000	24,4	23,5	125		152	260	602	P40S/41
ПЖ220-3000		3000	—	58300	—	19,5	— —		122	390	800	
ПЖ230-1000		230	1000	—	17200	—	17,2	— 500		134	230	

250-3, ПЖ24-500, ПЖ324-500, ПЖ24-500-2, ПЖ324-500-3, ПЖ24-1000, ПЖ324-1000, ПЖ3127-250 изготавливают 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 $39,2 \text{ м/с}^2$ 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 $29,4 \text{ м/с}^2$ 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 $\pm 45^\circ$, 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, ПЖ324-1000 — 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 $\pm 15^\circ$, для ламп типов ПЖ24-250, ПЖ324-250, ПЖ24-250-2, ПЖ324-250-3, ПЖ24-500, ПЖ324-500, ПЖ24-500-2, ПЖ324-500-3 — 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 $\pm 45^\circ$, тело накала при этом должно находиться в вертикальной плоскости, для ламп типа ПЖ3127-250 — 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.

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		
ЗК215-225-40 ЗКН215-225-40	220	40	540	530	220	1000	91	140	60	E27/27	
330			320	135	90						
ЗК215-225-60 ЗКН215-225-60		60	950	890	370	1000	91	140	60		
570			550	230	90						
ЗК215-225-100 ЗКН215-225-100		100	1850	1410	800	1000	91	140	80		
1000			980	410	120						
ЗК215-225-150 ЗКН215-225-150		150	1540	1400	1300	1000	130	186	186		
1420			1200	780	135						
ЗК215-225-200		200	2100	1900	1800	1500	130	186	186		
ИКЗ215-225-250			—	—	—						6000
ИКЗК215-225-250 ИКЗС215-225-250-1		250	—	—	—	6500	130	195	180		
—			—	—	6000						
ЗК215 225-300 ЗК215 225-300-1		300	3200	2900	2800	1500	127	186	135		
3200			3000	3600	1000						
ЗК215-225-500		500	—	5550	5050	5000	1500	180	267		300
ИКЗ215-225-500				—	—	—					
ИКЗ215-225-500-1	500		—	—	—	1500	130	215	180		
3К215 225-500-1			6500	6200	6400					1000	180
ЗК215-225-750 ЗК215-225-1000	750	16500	14000	7900	1500	201	267	315			
1000		22600	18000	11500							
ЗК220 230-40 ЗК220-230-60 1	225	40	500	—	250	1000	91	140	60		
60			840	500	80						
ЗК220-230-100-1		100	1400	—	820	1500	130	186	135		
ЗК220-230-150-1			1400	1500	2150						
ЗК220 230-200	200	2100	—	2150	1000	180	267	300			
ЗК220-230-300		2800	3100	3750							
ЗК220 230-300-2	300	3900	—	3750	1000	180	267	300			
ЗК220 230-500-2		7000	6350	—							
ЗК235-245 150-1 ЗК235-245-200	240	150	1400	—	1500	1500	130	186	135		
200			2100	2150	—						
ЗК235 245 300		300	2800	—	3100	1000	180	267	300		
ЗК235 245-300-2			3700	3700	—						
ЗК235 245-500 ЗК235 245-500-2	500	4500	—	5000	1500	180	267	300			
6800		6250	1000	—							

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		40	200 120	180 110	250 150						1000	73	122
ЗД215-225-60 ЗДН215-225-60		60	320 190	300 185	420 260								
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				66	129			
ЗШ215-225-300 ЗШ215-225-500		300 500	1100 2000	1000 1800	3500 6400	1250	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		300 500	800 1550		3350 6200								
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 $70 \pm 5^\circ$ к вертикали

В табл. 4.5 приведены технические данные зеркальных ЛН, которые применяются 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°C , а на цоколе это 200°C . 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

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 кинопроекторов							
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, кинофото съемочного 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 изготавливают в климатическом исполнении Ф, категории размещения 2 по СТ СЭВ 458—77 и 460—77. При эксплуатации положения ламп — горизонтальное, с допустимым отклонением не более 4°. Кроме того, при эксплуатации должны быть обеспечены условия, при которых температура на поверхности трубчатой колбы в наиболее нагретом месте составляет не более 900°С, а в наиболее холодном — не менее 200°С.

4.3. РАЗРЯДНЫЕ ЛАМПЫ

Принцип действия и классификация разрядных ламп

К разрядным лампам (РЛ) относят электрические лампы, в которых свет создается в результате электрического разряда в газах, парах 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, аэрофото съемки, накачки лазеров, в облучающих установках, а также для изучения перемещающихся объектов и быстротекающих процессов.

РЛ присущ и ряд недостатков. Прежде всего это определенная сложность включения их в электрическую сеть, связанная с особенностями разряда, так как для его зажигания требуется более высокое напряжение, 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 обуславливает 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), ксенонные высокого и сверхвысокого давления. При этом вид используемого разряда обозначают буквами: Т — тлеющий, Д — дуговой, И — импульсный, а форму колбы. Т — трубчатая, Ш — шапровая.

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 раз-

ряда в основном применяют для сигнализации и световой рекламы.

ЛЛ дугового разряда получили 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 вызвана пульсацией УФ-излучения столба разряда, которая несколько сглаживается за счет послесвечения люминофора. 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 обуславливают (даже при равномерной нагрузке 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 радиопомех 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 ограничено 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 излучения: 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, обозначающие 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 значительно превышает диаметр 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, относительной влажности не более 70 %, высоте над уровнем моря не более 2000 м, в остальном они должны соответствовать группе условий эксплуатации

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							
ЛБ6	42	6	270	45,00								
ЛБ8	56	8	380	47,50	7500	3000	16	135,9	150,1	25		G5d/15
ЛБ13	95	13	830	63,85				212,1	226,3	32		
								288,3	302,4	40		
ЛД15			700	46,66								
ЛДЦ15-1			640	42,66								
ЛХБ15	54	15	800	53,33	15 000	6000	27	437,4	451,6	118		G13d/24
ЛБ15-1			835	55,70								
ЛТБ15			820	54,66								
ЛД20			1000	50,00								
ЛДЦ20	57	20	850	42,50	13 000							
ЛХБ20			1020	51,00		5200	40	589,8	604,0	170		G13d/35
ЛБ20-1	60		1200	60,00	15 000							
ЛТБ20	57		1100	55,00	13 000							
ЛД30			1800	60,00								
ЛДЦ30-1			1500	50,00								
ЛБ30-1	104	30	2180	72,70	15 000	6000	27	894,6	908,8	190		G13d/24
ЛХБ30			1940	64,67								
ЛТБ30			2020	67,33								
ЛД40 1			2600	65,00								
ЛДЦ40-1			2200	55,00								
ЛХБ40 1	109	40	3100	77,50	15 000	6000	40	1199,4	1213,6	320		
ЛБ40 1			3200	80,00								
ЛТБ40-1			3150	78,75								
ЛД65			4000	61,54								
ЛДЦ65			3160	48,64	13 000	5200						
ЛХБ65	110	65	4400	67,69								
ЛБ65-1			4800	73,85	15 000	6000						G13d/35
ЛТБ65			4650	71,54	13 000	5200						
ЛД80			4300	53,75	12 000	4800	40	1500,0	1514,2	450		
ЛДЦ80			3800	47,50								
ЛХБ80 1	102	80	5200	65,00	13 000	5200						
ЛБ80-1			5400	67,50								
ЛТБ80			5200	65,00	12 000	4800						

M2 по ГОСТ 17516—72. Время зажигания лампы при номинальном напряжении электрической сети должно составлять не более 10 с, а время выхода лампы 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

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	15 000	604,0
ЛДЦ18	18	57	0,37	850	15 000	604,0
ЛЕЦ18	18	57	0,37	850	13 000	604,0
ЛБ36	36	103	0,43	3050	15 000	1213,6
ЛДЦ36	36	103	0,43	2200	15 000	1213,6
ЛЕЦ36	36	103	0,43	2150	13 000	1213,6
ЛБ58	58	110	0,67	4800	15 000	1514,2
ЛЕЦ58	58	110	0,67	3330	13 000	1514,2

и в специально разработанных (светильники типа ЛПОЗЗ, ЛПОЗ4, 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 состворанного 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

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-

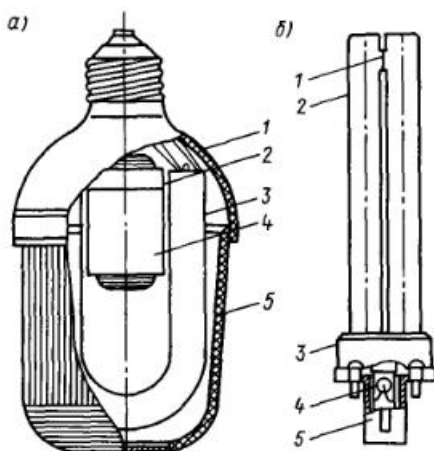


Рис 4 1 Конструктивное оформление компактных люминесцентных ламп а — типа КЛС, б — типа КЛ

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								
ЛБУ30	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 сравнению 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 фигурные ЛЛ, например U- и W-образные, кольцевые и т. п. Длина фигурных ламп в 2—3 раза меньше, чем прямых той же мощности, поэтому они наиболее широко применяются для светильников местного освещения. Например, возможно использование в одном светильнике набора кольцевых ЛЛ, располагаемых коаксиально. 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 габаритные и электрические параметры, что и обычные ЛЛ. У зеленых ЛЛ цвет излучения определяется маркой люминофора, а у остальных — цветом пигмента, который наносится на наружную поверхность колбы.

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

Ртутные 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 парах 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 обозначении типов ламп буквы и числа означают: Д — дуговая, Р — ртутная, Т — трубчатая, далее число — номинальную 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 (люминесцентный 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-

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 Пер-

вый — 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-

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 ДРЛ250(10)-4 ДРЛ250(14)-4	250	130	2,15	13,0	6	12	91	227	235	E40/45			
13,5				10									
13,5				14									
ДРЛ400(6)-4 ДРЛ400(10)-4 ДРЛ400(12)-4	400	135	3,25	23,5	6	15	122	292	360		E40/45		
24,0				10									
24,0				12									
ДРЛ700(6)-3 ДРЛ700(10)-3 ДРЛ700(12)-3	700	140	5,40	40,6	6	20	152	368	595			E40/45	
41,0				10									
41,0				12									
ДРЛ1000(6)-3 ДРЛ1000(10)-3 ДРЛ1000(12)-3	1000	145	7,50	58,0	6	18	181	410	650				E40/45
59,0				10									
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 при горизонтальном положении дуга в горелке из-за конвекционных потоков слегка выгибается вверх, что приводит к некоторому снижению мощности, световой отдачи и продолжительности горения. Присоединение ламп к электрической сети осуществляется с помощью резьбовых цоколей, аналогичных применяемым для ЛН.

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

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

Для освещения производственных и административных помещений, где осуществляются работы, требующие повышенного цветоразличения, разработаны РЛВД типа ДРЛ мощностью 50, 80 и 125 Вт, доля красного излучения 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 циф-

ру — номер разработки или модификации. Лампы типа ДРИ в конструктивном отношении подобны лампам типа ДРЛ. В качестве внешней колбы применяются либо стандартную колбу лампы ДРЛ без люминофорного покрытия (модификация 5), либо колбу цилиндрической формы (модификация 6). Лампы модификации 5 предназначены для работы в любом положении, а модификации 6 — преимущественно в горизонтальном. Лампы, работающие при напряжении 110—130 В, включаются в сеть с напряжением 220 В с балластом; лампы, работающие при напряжении 230 В, стабильно горят только при включении их в электрическую сеть с напряжением 380 В.

Напряжение электрической сети оказывает сильное влияние на характеристики ламп; так, при его изменении в пределах $\pm(10-15)\%$ 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), влияние 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-

Технические данные металлогалогенных ламп общего назначения

Тип лампы	Номинальные значения				Средняя продолжительность горения, тыс ч	Индекс цветопередачи	Габаритные размеры, мм		Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Рабочий ток, А	Световой поток, клм			Диаметр	Длина	
ДРИ175	175	110	1,84	12	4	65	46	211	E40/45
ДРИ250-5	250	130	2,15	19	10	60	91	227	E40/45
ДРИ250-6	250	130	2,15	17	3		60	227	E40/45
ДРИ400-5	400	130	3,30	35	10		122	290	E40/45
ДРИ400-6	400	130	3,30	32	3		62	290	E40/45
ДРИ700-5	700	130	6,00	60	9		152	370	E40/45
ДРИ700-6	700	130	6,00	56	3		80	350	E40/65×50БМ
ДРИ1000-5	1000	230	4,70	90	9		176	390	E40/45
ДРИ1000-6	1000	230	4,70	85	3		80	350	E40/65×50БМ
ДРИ2000-6	2000	230	9,20	190	2		100	430	E40/65×50БМ
ДРИ3500-6	3500	230	16,00	350	1,5		100	430	E40/65×50БМ

Таблица 4 17

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

Тип лампы	Номинальное значение					Тип КСС по ГОСТ 17677—82	Габаритные размеры, мм		Тип цоколя по ГОСТ 17100—79
	Мощность, Вт	Рабочий ток, А	Световой поток, клм	Осевая сила света, ккд	Масса, г		Диаметр	Длина	
ДРИ3250-1	12,0	Г	164						
ДРИ3250-2	15,0	Г	164						
ДРИ3400-1	400	3,30	23,0	200	460	—	221	355	E40/75×50
ДРИ3400-2			27,0	—	400	Г	177	310	E40/45
ДРИ3400-3			27,0	—	400	К	181		
ДРИ3700-2	700	6,00	45,0	—	800	Г	265	400	E40/75×50
ДРИ3700-3						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 $X=0,40 \pm 0,04$, $Y=0,43 \pm 0,04$

Таблица 4 18

Технические данные металлогалогенных ламп для цветного телевидения

Тип лампы	Номинальные значения				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	Длина
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 $\pm 15^\circ$, 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 парах 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 откакумированной до 10^{-4} — 10^{-5} Па колбе. Колбе придается цилиндрическая или эллипти-

ческая 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 $+40^\circ\text{C}$. 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 синезеленой 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	Диаметр	Длина	
				уровня А	уровня Б						
ДНаТ70	70	90	1,0	—	5800	80	—	6	45	165	E27/27
ДНаТ100	100	100	1,2	—	9500	95	—	6	45	165	E27/27
ДНаТ150	150	100	1,8	—	14500	100	—	6	48	220	E40/45
ДНаТ250	250	100	3,0	—	25000	100	—	10	58	240	E40/45
ДНаТ400-1	400	100	4,6	50000	47000	125	20	15	58	240	E40/45
ДНаТ210	210	125	2,1	—	18000	86	—	10	91	227	E40/45
ДНаТ360	360	130	3,3	—	35000	97	—	15	122	292	E40/45

Тенденция к созданию унифицированных источников света для ОУ привела к появлению «дробного» мощного 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 бли-

зок 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 впаины 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 цветových 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 импульсы высокой частоты и напряжением до 50 кВ. Колебания напряжения электрической сети оказывают сильное влияние на параметры ламп;

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 $\pm 5\%$ 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 $\pm 30^\circ$, 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

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

Требования к шесторазличию 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 300, 400	50 50	3500—6000 3500—5500	ЛБ (ЛХБ), МГЛ ЛБ (ЛХБ), МГЛ, НЛВД+МГЛ
	150, 200 Менее 150	45 40	3000—4500 2700—3500	ЛБ (ЛХБ), НЛВД+МГЛ ЛБ, ДРЛ, НЛВД+МГЛ (ЛН, КГ)
Отсутствуют (механическая обработка металлов, пластмасс, сборка машин и инструментов и т. п.)	500 и более 300, 400	50 40	3500—6000 3500—5000	ЛБ (ЛХБ), МГЛ ЛБ (ЛХБ), МГЛ (ДРЛ), НЛВД+МГЛ
	150, 200 Менее 150	29 25	2600—4500 2400—3500	ЛБ (ЛХБ), МГЛ (ДРЛ), НЛВД+МГЛ, НЛВД+ДРЛ ЛБ, ДРЛ, НЛВД (ЛН, КГ)

Примечания: 1. При расположении здания в I или II поясе (по карте светового климата СССР) из диапазона цветовой температуры отдают предпочтительные значения, приближенным к нижней границе диапазона, а в У 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 пульса-

ции 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 цвето-передачи 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 целевыми светододами.

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 систем 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 хрустала 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.

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

Требования к цветовому различению 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 кабинеты, цехи раскройки, 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) ЛВ (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) ЛВ, ДРИ (ЛХБ, ЛХЕ) ЛВ (ЛХБ, ЛХЕ) ЛВ (ЛТБЦ, ЛН, КГ)
Общее восприятие интерьера (фойе, вестибюли, залы театров и кинотеатров, коридоры, помещения бань, студии звукозаписи, технические помещения без постоянного пребывания людей и т. п.)	150 и более	55	2700—4000	ЛВ (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.

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 прожекторы.

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.

Прожектор — 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.

Классификация светильников по светораспределению (ГОСТ 17677—82)

Класс светильника по светораспределению		Доля светового потока, направленного в нижнюю полусферу, во всем световом потоке светильника, %
Обозначение	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 направленный 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 килोलюменах), 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_{ϕ}
Обозначение	Наименование		
К (а)	Концентрированная	0—15°	Не менее 3
Г (b)	Глубокая	0—30°, 180—150°	От 2 до 3
Д (с)	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

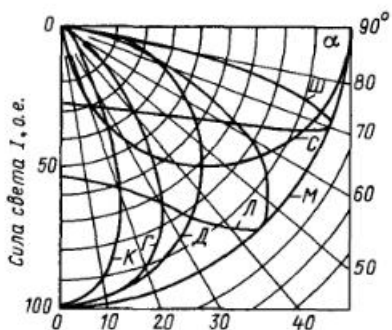


Рис 5.1 Типы кривых силы света в относительных единицах

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 полушере свойственна КСС, если основной светотехнической характеристикой дан-

ного 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

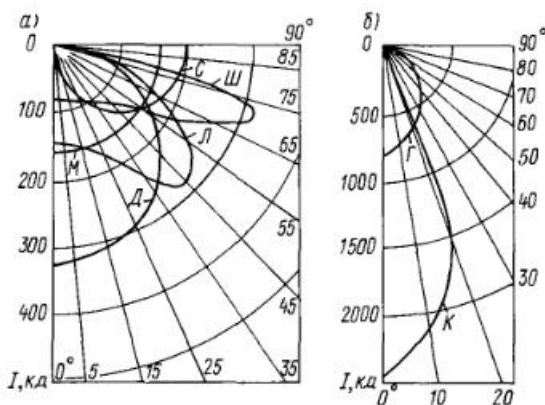


Рис 5.2 Типы кривых силы света для условной лампы со световым потоком 1000 лм

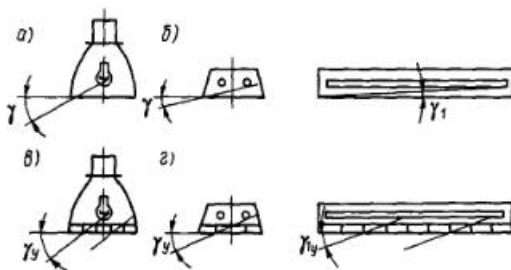


Рис 53 Защитный угол светового прибора

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 (γ_y и γ_1 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. закреплен-

ные 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 ней 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 на настольные, т. е. опорные светильники для установки на столе или другой мебели; напольные, т. е. опорные светильники 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, шинпроводам, 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 описание
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 проникновения 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 оболочки изделия инструментов, 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	Проникновение пыли внутрь оболочки изделия не предотвращено полностью. Однако пыль не может проникать в количестве, достаточном для нарушения работы изделия
6	Пыленепроницаемость	Проникновение пыли предотвращено полностью

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 изготавливаться 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, ко-

торый 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 IIА, IIВ, IIС. 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 IIА, IIВ, IIС — 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 обозначении

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 размещения 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 $(95 \pm 3)\%$ при температуре окружающей среды $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 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-

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 имеет 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, например в металлических с теплоизоляцией, каменных, бетонных, деревянных помещениях (отсутствие воздействия атмосферных осадков, прямого солнечного излучения, существенное 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 регулируемым климатическими условиями, например в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других, в том числе хорошо вентилируемых, подземных помещениях (отсутствие прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха, отсутствие или существенное уменьшение рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги)	4	Для эксплуатации в помещениях с кондиционированным или частично кондиционированным воздухом Для эксплуатации в лабораториях, капитальных жилых и других помещениях подобного типа	4 1 4.2

Укрупненные категории		Дополнительные категории	
Характеристика	Обозначение	Характеристика	Обозначение
Для эксплуатации в помещениях (объемах) с повышенной влажностью (например, в неотапливаемых и не-вентилируемых 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)	51

Примечание Не изготавливают изделия климатических исполнений У4 и ХЛ4, У4 I и ХЛ4 I, У4 2 и ХЛ4 2, Т4, Т4 I и Т4 2, ТС2 I, ОЗ и ОЗ I, так как изделия этих климатических исполнений удовлетворяют требованиям, предъявляемым к изделиям следующих климатических исполнений УХЛ4, УХЛ4 I и УХЛ4 2, О4, О4 I и О4 2, ТС2, ВЗ и ВЗ I

рование и хранение» конкретизирует требования к электротехническим изделиям сельскохозяйственного назначения климатического исполнения У1, У2, У3, У5, УЗ5, УХЛЗ 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 двукратной массе люстры плюс 80 кг.

Масса ОП, подвешиваемого только на гибком шнуре, должна быть не более 5 кг, причем усилие, приходящееся на 1 мм² суммарного сечения жил шнура, должно быть не более 15 Н. Не допускается подвешивание ОП на шнуре с простой изоляцией без дополнительной обложки.

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 защиты 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 связаны и между ними должна быть двойная или усиленная изоляция.

ОП класса защиты III изготавливают без защитного зажима.

Тепловой режим светильников. Предельная температура нагрева отдельных элементов ОП, работающих при температуре окружающей среды $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$, номинальном напряжении сети и наиболее неблагоприятном в отношении теп-

лового 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-

Предельная температура нагрева элементов светильников *t*

Таблица 5.7

Элемент светильника	Значение <i>t</i> , °C
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 термостойкого 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 термостойкого поливинилхлорида	90
из кремнийорганической резины повышенной твердости	180
Детали из изоляционных (кроме керамики) материалов в зависимости от типа патронов	
E14, B15	135
E27, B22	165
E40	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
силиконовой	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

Предельная температура нагрева t элементов ПРА

Элемент светильника	Значение t , °С
Обмотка пускорегулирующего аппарата без указания средней температуры с указанием средней температуры (°С)	170
90	170
95	177
100	185
105	193
110	200
115	208
120	216
125	223
130	230
Корпус конденсатора. без указания средней температуры с указанием средней температуры t_c	60 $t_c + 10$
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 промышленных радиопомех (которые утверждены в установленном порядке) при эксплуатации ОП вне жилых помещений и не связанных с электрическими сетями жилых домов.

Методы испытаний источников промышленных 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 возгорания ПРА.

5.2. УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ СВЕТИЛЬНИКОВ

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

1 2 3 4 - 5 × 6 - 7 - 8

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 «Х» 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/м³), а также взрывоопасных помещений классов В-1б и В-1а и пожароопасных помещений классов П-1 и П-11.

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		IP64	У3, Т3		290×265×155	2,7
НПП05-100-001	Б215-225-100	Р	М	75	90	IP55	УХЛ2		324×135×160	2,4
НПП05-100-002				72						
НСП02-100				70						
НСП03-60-01	Б215-225-60	Р		75		IP54	У3		ø 110×334	1,1
НСП03-60-02				65						
НСП11-100-231	Б215-225-100	П	Д	65	15			М1	ø 305×320	2,8
НСП11-100-331										
НСП11-100-431										
НСП11-200-231	Б215-225-200					IP62	У3, ХЛ3, Т3		ø 410×350	5,1
НСП11-200-331										
НСП11-200-431									ø 410×362	
НСП11-100-234	Б215-225-100	Р	М	75	90				ø 200×330	2,1
НСП11-100-334										
НСП11-100-434										
НСП11-200-234	Б215-225-200								ø 200×345	
НСП11-200-334										
НСП11-200-434									ø 200×355	
									ø 230×365	
									ø 230×380	3,2
									ø 230×390	

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	Л	Л	80	15	IP20, 5'0	У3, ХЛЗ, ТЗ		ø 284×336	1,2
	Г220-230-500									
НСП17-500-003(103)	Г220-230-500	П	Г	80	15	IP20, 5'0	У3, ХЛЗ, ТЗ		ø 408×400	1,7
НСП17-1000-004(104)	Г220-230-1000	П	К	80	15	IP20, 5'0	У3, ХЛЗ, ТЗ		ø 478×514	2,3
НСП17-1000-005(105)	Б215-225-100									
НСП21-100-001	Б215-225-100	П	Д Косо-свет	82	15	5'3	У3, Т3	М1	ø 316×340	2,2
НСП21-100-002	Б215-225-200									
НСП21-200-003	Б215-225-200	П	Д Косо-свет	80	30*	5'0	У3, Т3		ø 280×420	2,2
НСП21-200-004	Г215-225-500									
НСП21-200-005	Г215-225-500	Н	Г	65	15	IP60	У2, ХЛЗ, ТЗ		ø 310×400	3,8
НСП22-500-111	Б220-230-100									
НСП22-500-121	Б220-230-100	Н	К	65	90	5'0	У5, Т5, ХЛ1		ø 445×480	9,5
НСР01-100	Б220-230-200									
НСР01-200	Б220-230-200	П	М	80	90	IP54	УХЛ4		ø 180×270	2,5
ИСП04-1000	КГ220-1000-5									
			К	55	45			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 $\frac{3}{4}$ " , 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 $\frac{3}{4}$ " , 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 $\frac{3}{4}$ " , 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 электриче-

ской 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 (кондиционирование) 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 панели 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 освещения производственных помещений, при этом в модификациях 001 и 002 рассеиватель изготовлен из светотехнического органического 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

**Технические данные светильников для производственных помещений
с люминесцентными лампами**

Тип светильника	Тип лампы	Класс свето рас преде дения	Тип КСС	КПД %	Защит ный угол, °	Сте пень защи ты	Клима тичес кое ис полне ние	Группа усло вий экс плуа тации	Габаритные размеры, мм	Мас са кг																		
ЛВП04 4×65 001 ЛВП05-4×65-001	ЛБ65	П	Д	51	90	IP54	УХЛ4, О4	М1	1630×545×405	25,0																		
				52							1630×545×135	19,0																
				55					15	IP20		17,5																
ЛВП05 4×65 002 ЛВП05-4×65-003				60					18,5																			
ЛВП06 5×65 001 ЛВП06 5×65-002 ЛВП06 5×65 003									52	90	IP54		1630×545×410	21,4														
						46						1560×545×425	23,4															
			51		1560×545×403	20,0																						
ЛСП02 2×40-01-03 ЛСП02 2×40 04 06 ЛСП02 2×40 07-09 ЛСП02 2×40-10-12 ЛСП02 2×40 13 15 ЛСП02 2×40 16-18 ЛСП02 2×40 19 21 ЛСП02 2×65 01-03 ЛСП02 2×65 04 06 ЛСП02 2×65-07 09 ЛСП02 2×65-10-12 ЛСП02 2×65-13 15 ЛСП02 2×65 16-18	ЛБ40	Н П Н Н Н П Н Н Н Н Н Н Н	Д	75	15	IP20	УХЛ4, О4	М2	1234×280×159	5,5																		
				70						7,0																		
				70						7,0																		
				60						8,0																		
				65						6,0																		
				60						7,5																		
				70						6,0																		
				75						9,0																		
				70						9,0																		
				70						9,0																		
				60						10,0																		
				65						6,0																		
				65						7,0																		
				60						9,0																		
ЛСП02 2×65 19 21				ЛБ65						Н	Д	65	15	IP20	УХЛ4, О4	М1	1534×280×159	9,0										
ЛСП13 2×65-001	Л	Г	75		15	IP20	У4	М1	1546×480×154			15,5																
ЛСП13 2×40 001			70		30				1246×480×154			12,0																
ЛСП13 2×65 002			70		15				1546×480×154			16,0																
ЛСП13 2×40 002	ЛБ40	П	Г		75	30	IP20	У4	М1			1246×480×154					12,5											
ЛСП13 2×65 003					70	15						1546×480×156					15,0											
ЛСП13 2×40-003					70	15						1246×480×156					11,5											
ЛСП13 2×65 004					75	30						1546×480×156					14,0											
ЛСП13-2×40 004					ЛБ40	Спе ци аль ная						М					70	15	IP65	УХЛ4, О4	М1	1246×480×156	10,5					
ЛСП13 2×65 005					ЛБ65												70	15				1546×480×150	15,5					
ЛСП13 2×40-005					ЛБ40												65	30				1246×480×150	12,0					
ЛСП13-2×65-006					ЛБ65												88	15				5'4	1546×480×150	16,0				
ЛСП13 2×40 006					ЛБ40												85						1546×480×150	12,5				
ЛСП18 40					ЛБР40												Н	М				75	—	IP65	УХЛ4, О4	М1	1330×65×165	4,3
ЛСП18-65					ЛБР65																						1330×65×165	5,4
ЛСП18 2×40				ЛБР40	1310×160×170					6,3																		
ЛСП18-2×65	ЛБР65	1610×160×173	7,7																									
ЛСП18 18	ЛБ18	750×75×180	5,3																									
ЛСП18 36	ЛБ36	1630×75×180	5,4																									
ЛСП18 58	ЛБ58	1630×75×180	6,5																									
ЛСП18 18	ЛБ18	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	Спе ци аль ная	70	—	IP65	УХЛ4, О4	М1	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	90	5'0	УХЛ4, О4	М1	1625×148×170	9,2																		
ЛСП22-2×65-002				П					Д	70	5'3	1625×280×215	11,0															
ЛСП22-2×65 101										Н				75	5'0	10,9												
ЛСП22-2×65 102					Н	65								15			5'3	13,1										
ЛСП22-2×65-201				ЛБ65	П	Д			70	15	5'0	УХЛ4, О4	М1	13,0														
ЛСП22 2×65-202									Н					70	5'0	12,0												
ЛСП22-2×65-111																												
ЛСП22-2×65-112																												
ЛСП22-2×65-211																												

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	M1	1625×280×215	11,9
ПВЛМ 2×40 01 ПВЛМ 2×40 02	ЛБР40	Н		85	—			M2	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-1б и В-1а.

ОП типа ЛСП22 предназначены для общего освещения сырых и пыльных, в том числе пожароопасных (всех кате-

горий), 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 — пылевлагозащитный; 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	2ExdIIТ1	У3, ОМ3	340×270×210	7,0
В3Г-100	БК220-230-100			45				
В3Г/В4А-200МС	Г215-225-200	П/Н	Г/М	45/75	2ExdIIТ3	У2, Т2	∅398×510	8,3/7,2
Н4Б-300МА	Г220-230-300-1	П/Р		50/80	2ExdIIТ2		∅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	2ExiIIТ4	У3, ХЛЗ, Т3	1695×205×390	15,0
Н4Т4Л-1×65-12		М	70	—				12,8
Н4Т5Л-1×65-11	П	Д	60	15	2ExiIIТ5	У3, ХЛЗ, Т3	1695×205×390	15,0
Н4Т5Л-1×65-12		М	70	—				12,8
Н4Т5Л-2×65-11	П	Д	55	15	2ExiIIТ5	У3, ХЛЗ, Т3	1695×310×405	28,5
Н4Т5Л-2×65-12		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 помещении или В-Ia, В-Iг, В-II, В-IIa } 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 искрогазительной взрывонеpronцаемой 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 условий 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 $180-200^\circ\text{C}$.

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 мм², 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-1Б и В-1а.

ОП типа РСР05 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 или монтажному профилю.

ОП типа РСР08-250 предназначены для общего освещения производственных помещений.

ОП типа РСР12-700 предназначен для освещения пыльных и влажных производственных помещений, а также помещений взрывоопасных классов В-1Б и В-1а и пожароопасных классов П-1 и П-1а.

ОП типа РСР13 предназначены для общего освещения производственных помещений

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 РСР14-2×700 «Дубль» предназначены для общего освещения пыльных и влажных производственных помещений, а ОП со степенью защиты IP60 — помещений взрывоопасных классов В-1б и В-1а и пожароопасных классов П-1 и П-11

ОП типа РСР18 предназначены для общего освещения сухих, пыльных и влажных производственных помещений, в том числе и пожароопасных класса П-11 и П-1а.

ОП типа РСР21 предназначены для общего освещения помещений с нормальными и тяжелыми условиями среды, пожароопасных помещений класса П-1а, а в случае исполнения ОП со степенью защиты IP53 — помещений всех классов пожароопасности.

ОП типа РСР25 предназначены для общего освещения помещений со взрывоопасной средой классов В-1, В-1а и В-11, относящихся к химической, нефтехимической, лакокрасочной и другим отраслям промышленности, где возможно образование различных взрывоопасных смесей горючих газов или паров легко воспламеняющихся жидкостей с воздухом. Конструкция ОП предусматривает доступ в оболочку только с помощью специнструмента.

ОП типа РСР26-125 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 парами, а также взрывоопасных помещений классов В-1б и В-1а.

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-1б и В-1а и пожароопасных, классов П-1 и П-1а.

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-1а. ОП с лампами 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-

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами типа ДРЛ

Тип светильника	Тип лампы	Класс свето-распределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Группа условий эксплуатации	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	
РП101-50	ДРЛ50	П	Д	65	90*	IP54	У3	M1	385 × 340 × 200	7,5	
РП101-80	ДРЛ80			60							
РП101-125	ДРЛ125		Д	70	90*	IP20	УХЛ4, О4	M2	ø 398 × 440 ø 492 × 535 ø 542 × 565 ø 614 × 590	2,1	
РС105-250	ДРЛ250									8,0	
РС105-400	ДРЛ400									8,0	
РС105-700	ДРЛ700									3,3	
РС105-1000	ДРЛ1000		3,5								
РС108-250Д	ДРЛ250		П	Г	75	15	IP20 5'3			ø 400 × 480	8,0
РС108-250Г	ДРЛ250				80						
РС108-250Л	ДРЛ700			Л	80	IP20, 5'0 IP60				ø 350 × 500 ø 600 × 650	11,5
РС112-700-001	ДРЛ700	М		60							
РС113-400-001	ДРЛ400	Д		71	IP60				ø 440 × 527	2,7	
РС113-400-002	ДРЛ400	Г		76							
РС113-700-001	ДРЛ700	П		Д	71	15	5'4	У3, Т3	M1	ø 590 × 600 ø 590 × 615 ø 590 × 645 ø 590 × 614 ø 590 × 630 ø 590 × 645	3,6
РС113-700-002				Г	76						3,9
РС113-700-003				К	76						4,5
РС113-1000-001	ДРЛ1000	П		Д	71	15	IP60	У3, Т3	M1	1330 × 610 × 595 1290 × 565 × 575 1330 × 610 × 595 1290 × 565 × 575	4,0
РС113-1000-002			Г	76	4,3						
РС113-1000-003			К	76	4,5						
РС114-2 × 700-011	ДРЛ700	П	Д	60	15	IP60 5'0 IP60 5'0				41,5	
РС114-2 × 700-012				70						33,5	
РС114-2 × 700-021			Г	70						41,5	
РС114-2 × 700-022			75	33,5							

Тип светильника	Тип лампы	Класс свето-распределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, ...°	Степень защиты	Климатическое исполнение	Группа условий эксплуатации	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	
РСП18-250-001	ДРЛ250		Д	70					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	15	IP20	УЗ, ТЗ	М1	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	П	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)-X11	ДРЛ125 (ДРЛ180)		Д	60		IP53			Ø 365 × 375	6,2	
РСП21-125(80)-X21									5'3	Ø 345 × 320	5,0
РСП21-125(80)-X31									5'0	Ø 345 × 340	5,0
РСП21-125(80)-X41	ДРЛ125 (ДРЛ180)		Специальная	65	—	IP25	ТЗ		Ø 345 × 340	5,0	
РСП21-125(80)-X32									5'0	Ø 345 × 405	4,9
РСП21-125(80)-X52									IP20	Ø 345 × 405	4,9
РСП25-80	ДРЛ180		Д	60	15	IP54	УХЛ4, О4		Ø 476 × 490	14,5	
РСП25-125	ДРЛ125	Специальная	80	Ø 476 × 490					14,5		
РСП25-250	ДРЛ250	Д	70	Ø 516 × 530					15,5		
РСП26-125-001	ДРЛ125		Д	70	—	5'1	У5		Ø 193 × 350	4,0	

* Условный защитный угол.

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		Д	60	90*	IP54	У3		0,50	385×340×200	8,5	
ГСП15-400-101	ДРИ400-5			75		IP60 5'0			—	Ø 570×540	7,4	
ГСП15-400-102			70	Ø 590×570						10,5		
ГСП17-700-014	ДРИ700-5		Г		15	IP20, 5'0	У3, Т3	М1	0,32	Ø 520×580	4,2	
ГСП17-700-114										Ø 520×687		
ГСП17-700-024										Ø 610×600		
ГСП17-700-124										Ø 610×657		
ГСП17-700-015	ДРИ2000-6	П	К	75					0,53	Ø 660×670	5,0	
ГСП17-700-115											Ø 666×727	
ГСП17-700-025											Ø 745×670	
ГСП17-700-125											Ø 745×727	
ГСП17-2000-014											Ø 440×350	
ГСП17-2000-024	ДРИ250-5		Г	70		IP20			0,32	Ø 440×370	1,8	
ГСП17-2000-015			К	75						Ø 440×370		
ГСП17-2000-025	ДРИ400-5		Д	70						Ø 440×370	2,0	
ГСП18-250-004			Г	75						Ø 440×400		
ГСП18-250-005	ДРИ700-5		К	75						Ø 440×400	2,7	
ГСП18-250-006			Д	70						Ø 560×565		
ГСП18-400-004			К	75						Ø 560×575		

* Условный защитный угол

мещений высотой 6 м и более с нормальными условиями 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 пред-

назначены 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 светильников для производственных помещений с лампами 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 светильников для производственных помещений с лампами типа ДНаТ

Тип светильника	Тип лампы	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ЖСП01-70 ЖСП01-100	ДНаТ70 ДНаТ100	Д	60	90*	IP54	УЗ	385×340×200	8,5
ЖСП01-400-001 ЖСП01-400-002 ЖСП01-400-041 ЖСП01-400-042 ЖСП01-400-011 ЖСП01-400-012	ДНаТ400-4	К	73	40	IP23	УЗ, ТЗ	∅550×595	3,5
∅550×555					3,5			
∅550×595					7,5			
∅550×555					7,5			
ЖСП01-400-051 ЖСП01-400-052	Г				IP23		∅480×530	3,3
∅480×490					3,3			
ЖСП01-400-051 ЖСП01-400-052	Г				—		∅480×530	6,3
∅480×490					6,3			
ЖСП20-250-121	ДНаТ250	Д	72	15	5'0	УЗ, ХЛЗ, ТЗ	∅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 ЖППО1 предназначены для освещения низких помещений с тяжелыми условиями среды: пыльных, влажных, сырых, с парами агрессивных химических веществ, при опасности механических повреждений ОП, а также взрывоопасных помещений классов В-1б и В-1а. Конструкция ОП предусматривает доступ в оболочку только с помощью инструмента.

ОП типа ЖСПО1 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 типа ЖСП20-250 предназначены для освещения производственных помещений средней высоты с тяжелыми условиями среды: пыльных, влажных, с химически агрессивной средой, жарких, а также пожароопасных классов П-II и П-1а. В ОП часть светового потока через специальные прорези в корпусе направляется в верхнюю полусферу для обеспечения зрительного комфорта в помещении.

Светильники местного освещения

В одном 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 приобретает 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 предназначены для местного освещения кузнечно-прессовых машин 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 НКСО1 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 освещенности Все указанные СП — двухламповые со стартерной схемой за-

Таблица 5 19

Технические данные светильников местного производственного освещения с лампами накаливания

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое исполнение	Группа условий эксплуатации	Наличие выключателя	Длина крошечной, мм	Габаритные размеры (головки), мм	Масса, кг																										
НВП01-60-010	С24-60-2	Н	10	IP54	УХЛ, О4	М9	—	—	∅240 × 145	2,5																										
НКП01-60-101											30	IP20	+	500	700 × 200 × 400																					
НКП01-60-201																+	700	900 × 200 × 400																		
НКП01-60-301																			+	900	1100 × 200 × 400															
НКП01-60-111																						+	500	700 × 200 × 400												
НКП01-60-211																									+	700	900 × 200 × 400									
НКП01-60-311																												+	900	1100 × 200 × 400						
НКП01-60-120																															—	500	700 × 200 × 400			
НКП01-60-220																																		—	700	900 × 200 × 400
НКП01-60-320																																				
НКП02-25-111	A24-21-2	П	10	IP20	М8	+	750	∅120 × 165	1,6																											
НКС01-100-01	МО336-100									10	IP20	М8	+	750																						
НКС01-100-02															+	750	650																			
НКС01-100-03																		+	650	650																
НКС01-100-04																					+	410	410													
НКС01-100-05																								+	410	250										
НКС01-100-06																											+	250	250							
НКС01-100-07																														+	545	545				
НКС01-100-08																																	—	545	545	
НКС01-100-09																																				—
НКС01-100-10		—	545	545																																

Таблица 5 20

Технические данные промышленных светильников местного освещения с люминесцентными лампами

Тип светильника	Тип лампы	Размер освещаемого пятна, мм	Высота расположения светового центра СП, мм	Освещенность пятна, лк		Защитный угол, °	Габаритные размеры, мм	Длина стойки, мм	Установочные размеры, мм	Масса, кг
				в центре пятна	на краю пятна					
МЛ-2 × 40	ЛБ40	1000 × 600	750	1400	900	30	1246 × 160 × 152	460	320 × 125	12
ЛНП03-2 × 30U	ЛБУ30	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

Технические данные светильников местного освещения с энергоэкономичными люминесцентными лампами

Тип светильника	Вид рассеивателя*	Размер светового пятна, мм	Высота расположения светового центра, мм	Освещенность пятна, лк		Разновидность СП по способу установки	Габаритные размеры головки СП, мм	Длина стойки, 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			
ЛДП-4×18	ЭР МР	300×400	500	3100 2900	1700 1300	Пристраиваемый (настольный)	634×200×170	700
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 20

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 ЛНПОЗ 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 ис-

полнение 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 эпизодически 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 из 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

Технические данные переносного светильника РВО-42

Таблица 5.22

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, ХЛ12, 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 указанному в табл. 5.24 для подвесных, потолочных и встраиваемых ОП и в табл. 5.25 для настенных, на-

стояльных 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 габарит-

Таблица 5.23

Классификация помещений общественных зданий

Группа помещений	Перечень помещений
1	Групповые и спальные комнаты детских учреждений, палаты больницы
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	—	
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	—

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 сохранности 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 стеновой 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 воз-

можна 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

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/—	IP20	У4	300×140×245	0,7
	Б220-230-60	П			40				
НБ006-100-01	Б220-230-100	Р			90	IP20	УХЛ, О4	∅ 110×214	1,4
НБ006-100-02								∅ 185×214	
НБ006-100-03									
НВ004-300-02	ЗК-220-300-2	П	Г	75	30	IP20	УХЛ4	∅ 209×245	2,1
НПО20-100-01	Б220-230-100	Р	—	70	90	IP20	УХЛ4, О4	∅ 110×210	1,3
НПО20-100-02								∅ 185×210	
НПО20-100-03								∅ 160×210	
НС008-300-01	Г220-230-300		Д	75		IP20	У4, ХЛ4	∅ 368×640	1,2
	ПКЛ-150	Г220-230-150						60	
СВП-200А	ЗК-220-200-1	П	К	65	30	IP20	УХЛ4, О4	∅ 224×255	2,0
								СВП-500А	

Примечание. В поле таблицы слева от косой черты приведены класс светораспределения и защитный угол в верхней полусфере, а справа — в нижней полусфере.

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,	Н, О*	Специальная	—	40 в продольной плоскости, 10 в поперечной	IP20	УХЛ4	1600×130×145	13,0					
ЛБО08-1×40(1×20)	ЛБ20							1300×130×145	9,5					
ЛБО08-1×58(1×18)	ЛБ58,							1600×130×145	13,0					
ЛБО08-1×36(1×18)	ЛБ18, ЛБ38, ЛБ18							1300×130×145	9,5					
ЛВО01-4×40/П-01	ЛБ40	П	Д	55	90	IP20	УХЛ4, О4	1260×640×146	17,3					
ЛВО01-2×40/П-01	ЛБ20			57				1260×320×146	9,5					
ЛВО01-4×20/П-01				53	645×640×146			12,5						
ЛВО03-2×40-001	ЛБ40			50	30			2'0	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			50	90	30	IP20	УХЛ4	1240×300×120	6,4				
ЛВО05-2×40-002									1240×300×100	6,5				
ЛВО05-2×42-001	ЛТБМ42			50	90	30			1200×300×120	6,4				
ЛВО05-2×42-002									1200×300×100	6,5				
ЛПО02-2×40-01	ЛБ40			50	30	90	2'0	УХЛ4, О4	1296×214×95	7,0				
ЛПО02-2×40-02		1296×420×95	13,0											
ЛПО02-4×40-01		65	80						90	IP20	УХЛ4, О4	1232×200×92	3,5	
ЛПО02-4×40-02												1232×58×92	3,0	
ЛПО09-40/П-01		ЛБ20	Н						60			90	1245×70×110	3,4
ЛПО09-40/П-02													1245×65×100	2,6
ЛПО16-40/Н-05	625×70×110			2,5										
ЛПО16-40/Н-07	ЛБ20	Н	60	90	686×214×95	5,0								
ЛПО16-20/Н-06					1296×214×95	9,0								
ЛПО21-2×20/Н-01	ЛБ40	Н	60	90	2'0	УХЛ4, О4	686×420×95	8,0						
ЛПО21-4×20/Н-02							1296×420×95	14,0						
ЛПО21-4×40/Н-04	ЛБ20	Н	60	90	2'0	УХЛ4, О4	1275×185×113	6,5						
ЛПО21-4×40/Н-05							1248×75×115	3,0						
ЛПО25М-2×40	ЛБ40	П	Д	57	—	IP54	1248×75×105	2,8						
ЛПО26М×40-001		Р		67			IP20	1292×280×130	8,0					
ЛПО26М×40-002		Н		85				2'0						
ЛПО28-2×40-003	ЛБ40	Н	Д	75	—	IP20	1292×280×130	8,0						
ЛПО28-2×40-006							2'0							

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		75				1592×280×130	9,0
ЛПО33-2×18-002 ЛПО33-2×36-002 ЛПО33-2×58-002 ЛПО33-2×18-003 ЛПО33-2×36-003 ЛПО33-2×58-003 ЛПО33-2×18-004 ЛПО33-2×36-004 ЛПО33-2×58-004 ЛПО33-2×18-005 ЛПО33-2×36-005 ЛПО33-2×58-005	ЛБ18 ЛБ36 ЛБ58 ЛБ18 ЛБ36 ЛБ58 ЛБ18 ЛБ36 ЛБ58 ЛБ18 ЛБ36 ЛБ58	П		55	90	2'0	УХЛ4, О4	760×270×90 1370×270×90 1670×270×90 760×270×90 1370×270×90 1670×270×90 760×270×90 1370×270×90 1670×270×90 760×270×90 1370×270×90 1670×270×90	4,0 7,0 8,5 4,0 7,0 8,5 4,0 7,0 8,5 4,0 7,0 8,5
ЛПО34-4×36-001	ЛБ36							1340×460×80	10,6
ЛПО34-4×36-002	ЛБ58			60	30	IP20			8,0
ЛПО34-4×58-001 ЛПО34-4×58-002	ЛБ58				90	2'0		1640×460×80	10,6 10,3
ЛСО02-2×40/Р-01 ЛСО02-2×40/Р-02 ЛСО02-2×40/Р-03 ЛСО02-2×65/Р-01 ЛСО02-2×65/Р-02 ЛСО02-2×65/Р-03 ЛСО02-2×40/1×30/ Р 01 ЛСО02-2×40/1×30/ Р 03	ЛБ40 ЛБ65 ЛБ40 и ЛЭ30-1	Р	Д	65 65 70 65 65 70 60 65	30	IP20	У4	1265×292×1090 1565×292×1090 1265×292×1090 1265×440×1090	7,1 6,2 6,1 10,3 11,1 11,8 11,4 11,0
ЛСО02-4×40/Р-02				65				1266×292×90	13,1
ЛСО04-2×40-004 ЛСО04-2×40-005	ЛБ40			70 73				1250×250×380	6,2 5,7
ЛСО05-2×40-001 ЛСО05-2×40-003				77 77			УХЛ4, О4	1250×250×380	5,6
ЛСО06-4×36-001 ЛСО06-4×36-002	ЛБ36	Н Р		60 70	90 30	2'0 IP20		1340×460×80	9,0 8,3
ЛСО06-4×58-001 ЛСО06-4×58-002	ЛБ58	Н Р		60 70	90 30	2'0 IP20		1640×460×80	11,5 10,6
Л201Г220-15М		Н		55				640×236×125	4,4
Л201Б420-18М Л201Б420-19М Л201Б620-18М	ЛБ20	П		50			УХЛ4	640×441×143 640×441×125 640×646×143	8,3 8,3 12,0
Л201Г240-02М Л201Г240-03М Л201Г240-08 Л201Г240-12	ЛБ40	Н Н П Р		55	90	2'0	УХЛ4, Т4	1250×236×105 1250×236×105 1275×255×115 1280×276×108	8,0 7,9 8,0 8,0

Тип светильника	Тип лампы	Класс светораспределения	Тип КСС	КПД, %	Защитный угол, °	Степень защиты	Климатическое 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				1250×236×125	7,9		
Л201Г240-31М				55				1267×236×90	7,0		
Л201Г240-32М											
Л201Г240-33М		П		50				УХЛ4	1250×441×105	14,0	
Л201Б440-02М									1250×441×125		
Л201Б440-16М											1250×441×143
Л201Б440-18М											
Л201Б640-15М											1256×646×125
Л201Г265-32М		ЛБ65		Н				55	1567×236×90	9,6	
Л201Г265-33М											

* 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 ли-

нию 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 стыкуют 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/м³. 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 устанавливаются 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 устанавливаются 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-

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
PCO02-125	ДРЛ125	В	Л	80	30	IP20	450 × 450 × 700	6,5
ГВ002-175-001 ГВ002-125-003	ДРИ175 ДРИ125		Г	55			566 × 315 × 190	8,8 8,0
ГВ002-175-002 ГВ002-125-004	ДРИ175 ДРИ125	П	Д	45	90*	2'0	566 × 315 × 153	8,7 7,9
ГЖВ001 175(1×150) ГЖВ001 125(1×70)	ДРИ175+ ДНАТ150 ДРИ125+ ДНАТ70						590 × 630 × 325	17,4 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 PCO02 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 ГВ002 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 ГЖВ001 предназначены для общего освещения парадных помещений общественных зданий высотой более 3,2 м и других 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 используют систему комбинированного освещения Систему общего освеще-

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 и (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 или 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 и 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, де-

рево, 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 отдельно 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 комбинированного 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
Выше 1,3	60—90	30	—

нижней полусфере подвесных и потолочных СП общего освещения жилых помещений должен быть не менее 30°.

СП для жилых помещений должны иметь климатическое исполнение и категорию размещения УХЛ4, степень защиты не менее 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 помещений

Класс светораспределения	Отражатель	Защитный (условно защитный) угол в нижней полу сфере, °	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 От 15 до 30	65 60	55 55	60 60	70 65	— —
	Диффузный	От 15 до 30	60	50	50	60	50
Н и В	Зеркальный	До 15 От 15 до 30	70 65	60 60	65 65	75 70	— —
	Диффузный	До 15 От 15 до 30	65 60	60 55	55 55	70 65	55 50
Р	Диффузный	До 15 От 15 до 30	70 65	60 60	60 60	75 70	60 55
	Без отражателя	— До 15 От 15 до 30	70 — —	— 65 65	— 75 75	80 — —	— 65 65

Технические данные светильников для жилых помещений с компактными люминесцентными лампами

Тип светильника	Тип лампы	Степень защиты	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ЛББ31-0-001 ЛББ34-9-001	КЛ9/ТБЦ	IP20	120 × 44 × 225 90 × 115 × 215	1,20 0,78
ЛББ34-11-002	КЛ11/ТБЦ		90 × 115 × 285	0,82
ФББ12 13-001 ФББ13-13-001 ФББ13-2×13-002 ФПБ16-13-001	КЛС13/ТБЦ	IP21	205 × 97 × 195 205 × 97 × 185 170 × 290 × 180 ∅97 × 270	0,90 0,90 1,10 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, указанными в табл. 5.32, должен быть не менее 45 %.

Создание КЛЛ с достаточно низкой цветовой температурой, приближающейся к цветовой температуре ЛН, и с особо улучшенной 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 серийному производству в нашей стране, регулярно публикуются в журнале «Светотехника».

5.6. СВЕТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Под световым комплексом подразумевают 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 или сигнализации.

Из световых комплексов для освещения наиболее широко используют светящую линию, светящийся потолок и щелевой световод (комплектное осветительное устройство серии КОУ).

Светящую линию образуют путем последовательной 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 мм², 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 $2,5 \text{ мм}^2$

Светящийся 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 светящихся 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 $80 \times 100 \text{ мм}$ и высоте ее ребра 70 мм защитный угол будет составлять $35\text{—}41^\circ$

Светящийся 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 шири-

не 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 комплекты 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, большая 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 \times — мощность ИС; буквы и цифры после третьей черточки — климатическое ис-

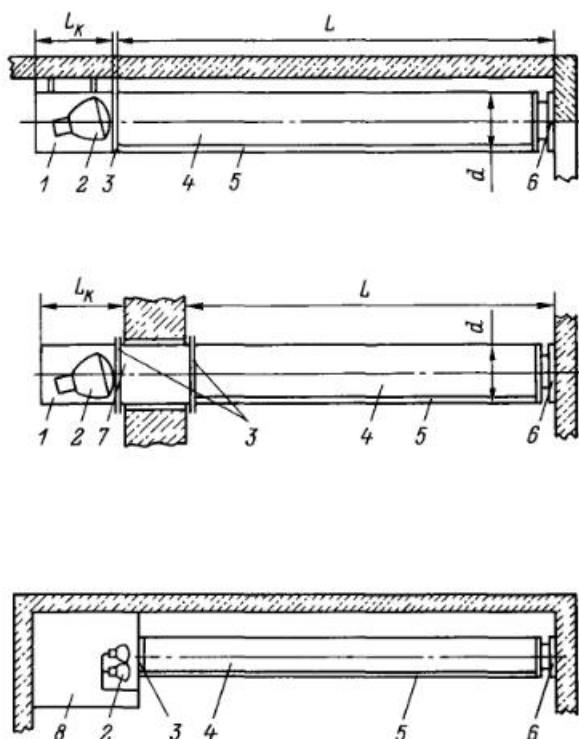


Рис 54 Комплексные осветительные устройства со шелевым световодом *а* — КОУ1, *б* — КОУ1А, *в* — КОУ1С

1 — камера, 2 — источник света, 3 — прозрачный иллюминатор 4 — канал шелевого 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 определяют 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); КОУ1С (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 при-

менения 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-

Технические данные комплектных осветительных устройств со шлевыми световодами

Обозначение исполнения	Параметры КОУ						Параметры лампы				Число ламп в КОУ	
	канал		камеры		Масса, кг		КПД, %	Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, кдм		Продолжительность горения, ч
	L, м	d, мм	L _к , м	d _к , мм	без ПРА	с ПРА						
	L, м	d, мм	L _к , м	d _к , мм	Общая потребляемая мощность, кВт							
КОУ1-М600-4 × 700-У3	18	650	1	700	80	160	40	ДРИЗ700-1	700	38	3000	4
КОУ1-М275-1 × 250-У3	6	275	1	380	12,5	16	40	ЛФМГ250	250	14	2000	1
КОУ1-М275-1 × 400-У3	6	275	1	380	12,5	18	40	ЛФМГ400	400	25	2500	1
КОУ1-М275-1 × 700-У3	6	275	1	380	12,5	22	40	ДРИЗ700-1	700	38	3000	1
КОУ1-Т140-1 × 300-У3	3	140	0,3	210	15	—	30	ЗК220-300	300	3	1500	1
КОУ1А-М600-4 × 700-У2	18	650	1,5	700	110	190	30	ДРИЗ700-1	700	38	3000	4
КОУ1А-М275-1 × 250-У2	6	275	1,5	380	27	31	30	ЛФМГ250	250	14	2000	1
КОУ1А-М275-1 × 400-У2	6	275	1,5	380	27	33	30	ЛФМГ400	400	25	2500	1
КОУ1А-М275-1 × 700-У2	6	275	1,5	380	27	37	30	ДРИЗ700-1	700	38	3000	1
КОУ1-М600-4 × 700/С-У3	18	650	—	—	40	120	35	ДРИЗ700-1	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 эвакуаци-

онного или аварийного освещения.

В общем случае КОУ обеспечивают регулирование направления светового потока посредством изменения расположения шелевого 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 неравномерностью 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 так-

же общее равномерное освещение при наличии существенных затенений. Если светильники не относятся к классу светильников прямого света, то отраженная составляющая должна учитываться с особой тщательностью.

Освещение открытых пространств и местное освещение, как правило, рассчитываются точечным методом.

Метод коэффициента использования 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 выполняют приближенно.

Средняя освещенность может быть рассчитана для произвольно расположенной поверхности, но наиболее распространены варианты этого метода предусматривают в основном расчет горизонтальной освещенности. Примерная 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 применение в практике проектирования, когда не 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 $E_{рн}$ 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 светильников, т. е. определяется светораспределением светильников, отражающими свойствами ограждающих поверхностей, а также соотношением размеров освещаемого помещения.

Метод расчета прямой составляющей освещенности выбирается в зависимости от применяемых светящихся элементов проектируемой ОУ. В зависимости от соотношения между размерами светящихся элементов и расстояний их до освещаемой поверхности все светящиеся элементы можно разделить на три группы: точечные, линейные элементы и светящиеся поверхности.

По характеру КСС точечные светящиеся элементы могут быть круглосимметричными или некруглосимметричными.

В зависимости от условий применения светящийся элемент может быть отнесен к различным группам. Так, линей-

ный светящийся 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 светящегося 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 светящихся элементов и заключается в определении светового потока, первоначально попавшего от светильников на отражающие поверхности ограждающих помещения конструкций.

6.2. МЕТОД КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Данный метод применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей, равноудаленных полу, при светильниках любого типа.

Потребный поток ламп в каждом светильнике находится по формуле

$$\Phi_{л} = \frac{E_{н} K_{з} S z}{n U_{ОУ}}, \quad (6.1)$$

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_p). При L/h_p , не превышающем рекомендуемых значений ($L \leq 0,5h_p$), 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 принимается $z = 1,0$; 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_{OY} зависит от светораспределения светильников и их расположения в помещении, 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

$$i_n = \frac{AB}{h_p(A+B)}, \quad (6.2)$$

где A — длина помещения; B — его ширина, h_p — расчетная высота подвеса светильников

Упрощенно индекс помещений может быть определен с помощью табл 6.1 и 6.2 [8]

Индекс помещения i_n находится по известной площади помещения S и высоте подвеса светильников h_p по табл

Таблица 6.1

Индекс помещения i_n при $A/B \leq 3$

Площадь помещения $S, м^2$	Значение i_n при расчетной высоте $h_p, м$, 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	3,0	2,5	2,25	2,0	1,75
1600	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
1800	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	5,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,25
2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,25
2500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	3,5	3,0	2,5
3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	3,5	3,0
3500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	4,0	3,0
4000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	3,0
4500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0
5000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0
6000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0
7000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0
8000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0
9000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0
10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0

6.1 при $A/B \leq 3$. Для удлиненных помещений, когда $A/B > 3$, i_n находится по табл. 6.2 по известным A/B и h_p .

Для помещения практически неограниченной длины можно считать

$$i_n = B/h_p.$$

Во всех случаях i_n 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 ρ_n и стен ρ_c — оцениваются с помощью табл. 6.3. Коэффициент отражения расчетной поверхности или пола в большинстве случаев принимается $\rho_p = 0,1$.

По найденным значениям индекса помещения i_n и коэффициентов отражения ρ_n , ρ_c и ρ_p для выбранного типа светильников, определяется коэффициент использования U_{Oy} . Значения коэффициентов использования для светильников с типовыми КСС приведены в табл. 6.4. На рис. 6.1 приведены кривые зависимости коэффициента использования

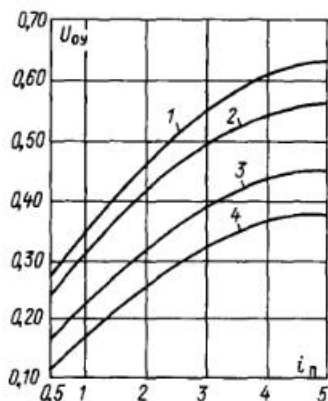


Рис. 6.1. Графики зависимости коэффициента использования OY от индекса помещения

Кривая	1	2	3	4
ρ_n	0,7	0,7	0,3	0,3
ρ_c	0,5	0,5	0,1	0,1
ρ_p	0,3	0,1	0,1	0,1

для светильника рассеянного света от индекса помещения i_n .

В тех случаях, когда в таблицах отсутствуют данные о коэффициентах ис-

Индекс помещения i_n при $A/B > 3$

A/B	Значение i_n при расчетной высоте h_p , 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	0,8	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

Коэффициент использования светильников с типовым КСС U_{0y}

Тип КСС	Значение U_{0y} , %																							
	при $\rho_n=0,7$, $\rho_c=0,5$; $\rho_p=0,3$ и i_n , равном					при $\rho_n=0,7$, $\rho_c=0,5$; $\rho_p=0,1$ и i_n , равном					при $\rho_n=0,7$; $\rho_c=0,3$; $\rho_p=0,1$ и i_n , равном					при $\rho_n=\rho_c=0,5$, $\rho_p=0,3$ и i_n , 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_{0y} , %																							
	при $\rho_n=\rho_c=0,5$; $\rho_p=0,1$ и i_n , равном					при $\rho_n=0,5$, $\rho_c=0,3$; $\rho_p=0,1$ и i_n , равном					при $\rho_n=0,3$, $\rho_c=\rho_p=$ $=0,1$ и i_n , равном					при $\rho_n=\rho_c=\rho_p=0$ и i_n , 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 Φ_{Ω} и верхней Φ_{Δ} 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_p , тип и число светильников l в помещении, как указывалось выше; 2) по таблицам находится коэффициент запаса K_z ; поправочный коэффициент z ; нормированная освещенность E_n ; 3) вычисляется индекс помещения i_n по формуле (6.2); 4) определяется коэффициент использования светового потока ламп U_{0y} ; 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 отличаться

Коэффициент использования светового потока светильников с типовыми кривыми силы света, излучаемого в нижнюю полусферу

Типовая КСС	Равномерная М						Косинусная Д						Глубокая Г											
	70			50			70			50			70			50								
	Р _в , %		Р _с , %		Р _р , %		Р _в , %		Р _с , %		Р _р , %		Р _в , %		Р _с , %		Р _р , %							
	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10				
Значение i_n	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							
	70			50			70			50				
	Р _в , %		Р _с , %		Р _р , %		Р _в , %		Р _с , %		Р _р , %			
	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10		
Значение i_n	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 Φ_d больше чем на величину $(-10 \div +20)\%$. При невозможности выбора ламп с таким приближенным корректируется число светильников n либо высота подвеса светильников h_p .

При расчете люминесцентного освещения чаще всего первоначально намечается число рядов светильников N , которое подставляется в формулу (6.1) вместо n . Тогда под Φ_d следует подразумевать световой поток светильников одного ряда. Число светильников в ряду определяется как

$$n = \Phi_d / \Phi_1, \quad (6.3)$$

где Φ_1 — световой поток одного светильника.

Суммарная длина l 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 Φ_d формула (6.1) решается относительно N .

Пример 6.1. В помещении площадью 200 м^2 и с индексом $i_n = 1,25$ светильниками типа НПП05-100 требуется обеспечить $E_n = 30$ лк при $K = 1,5$. Задано $\rho_n = 50\%$, $\rho_c = 30\%$, $\rho_p = 10\%$, $z = 1,15$.

По табл. 5.9 данный тип светильника имеет КСС типа М. По табл. 6.4 для $i_n = 1,25$ и КСС типа М определяется

коэффициент $U_{Oy} = 45\% = 0,45$.

В светильнике применена лампа типа БК215-225-100 с $\Phi_d = 1500$ лм (см. табл. 4.2).

Необходимое число светильников может быть определено в соответствии с формулой (6.1):

$$n = \frac{E_n K_s S z}{U_{Oy} \Phi_d}$$

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 $U_{Oy} = 0,52$. Поток ламп одного ряда

$$\Phi_d = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 200 \cdot 1,1}{3 \cdot 0,52} = 63\,460 \text{ лм}$$

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 ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

$$W = P_n n / S, \quad (6.4)$$

где P_n — мощность одной лампы, Вт; n — число ламп; S — площадь помещения, м²

Формула (6.4) может быть получена путем преобразования формулы (6.1), если ввести в нее следующие величины: P_n — мощность одной лампы, Вт; W — удельную мощность, Вт/м²; η — световую отдачу, лм/Вт. Учитывая, что $\Phi_n = \eta P_n$, формулу (6.1) приводим к виду:

$$\Phi_n = \eta P_n = \frac{E_n K_3 S z}{n U_{Oy}}$$

откуда

$$P_n = \frac{E_n K_3 S z}{n U_{Oy} \eta}$$

Подставляя полученное выражение для P_n в формулу (6.4), находим выражение для удельной мощности

$$W = \frac{E_n K_3 z}{\eta U_{Oy}} \quad (6.5)$$

Такая форма записи удельной мощ-

ности показывает, что W зависит от тех же показателей, которые оказывают влияние на коэффициент использования U_{Oy} . 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 %, $\rho_n = 0,5$, $\rho_c = 0,3$, $\rho_p = 0,1$, $K_n = 1,3$, $z = 1,15$

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 мощность 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 Ψ , 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 Ψ , 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	39,6	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, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , светильников с КСС							
		Д 1		Д 2		Д 3		Г 1	
		при р _в р _с р _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 %, К₃=1,5, z=1,1

Таблица 6 13

Удельная мощность общего равномерного освещения * светильниками с лампами типа ДРЛ

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	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	—	—

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 %, $\rho_n = 0,5$, $\rho_c = 0,3$, $\rho_p = 0,1$, $K_z = 1,5$, $z = 1,15$

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	—

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—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, 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	9,1	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	—

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 значения удельной мощности для ЛН соответствуют напряжению 220 В; при напряжении 127 В значение удельной мощности, взятое из таблиц, 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 определя-

ется по формуле

$$U_{Oy} = 0,48 \sqrt{S} / h_p, \quad (6.6)$$

что является достаточно точным при $A/B \leq 3$

Необходимо отметить прямую пропорциональность между E и W для люминесцентных ламп. Приводимые в таблицах W для E=100 лк изменяются пропорционально при рассчитываемых E_n .

Табл. 6 7—6 15 рассчитывались для светильников прямого света при отношении расстояний 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_p , тип и число светильников n в помещении;

2) по таблицам находится нормированная освещенность для данного вида помещений E_n ,

3) по соответствующей таблице находится удельная мощность W;

4) определяется мощность лампы по формуле

$$P_n = WS / n \quad (6.7)$$

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

$$n = WS / P_{\lambda} \quad (6.8)$$

и осуществляется компоновка ряда, как рассмотрено выше.

Пример 6.3. В помещении площадью $S = A \times B = 16 \times 10 = 160 \text{ м}^2$ с $\rho_n = 0,5$; $\rho_c = 0,3$; $\rho_p = 0,1$ на расчетной высоте $h_p = 3,2 \text{ м}$ предполагается установить светильники типа ЛСП02-2 \times 40-10 (КСС типа Д-3, КПД = 60%) с ЛЛ типа ЛБ. Определить число светильников, необходимое для создания освещенности $E = 300 \text{ лк}$ при коэффициенте запаса $K_z = 1,8$ и коэффициенте неравномерности $z = 1,1$

По табл. 6.12 находится $W_{100\%} = 2,9 \text{ Вт/м}^2$. Но так как в табл. 6.12 $E = 100 \text{ лк}$; $K_z = 1,5$ 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

$$n = WS / P_{\lambda} = (17,4 \cdot 160) / 80 \approx 35 \text{ шт.}$$

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 установки. Для построения графиков выбираются тип светильника, число, тип и мощность устанавливаемых в нем ламп, коэффициенты отражения ρ_n , ρ_c , ρ_p , освещенность E_n , диапазон значений h_p (употребительные диапазоны: 1,5—2; 2—2,5; 2,5—3; 3—4 м, причем

расчеты производятся для среднего значения h_p в каждом диапазоне).

Обычно принимается $K_z = 1,5$ и $z = 1,1$.

Выбираются значения индекса помещения i_n , равные 0,6; 0,8; 1; 1,25; 2; 3, для которых по таблицам находится коэффициент использования U_{OY} .

Для каждого i_n вычисляется

$$S = 4,35 i_n^2 h_p^2, \quad (6.9)$$

$$n = \frac{E_n K S z}{\Phi_{\lambda} U_{OY}}, \quad (6.10)$$

где Φ_{λ} — 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.

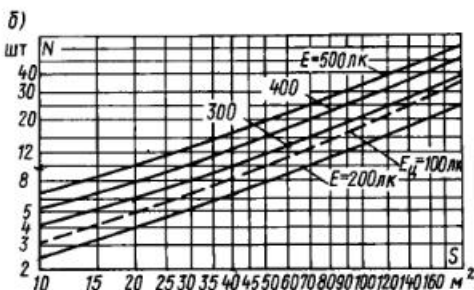
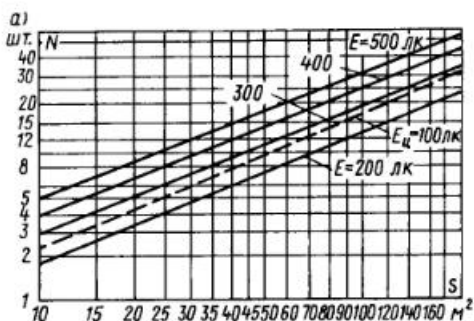


Рис 6.2 График для определения числа светильников типа ЛС002 с лампами ЛБ40 при коэффициентах отражения $\rho_n = 70\%$, $\rho_c = 50\%$, $\rho_p = 10\%$ $a-h = 1,5 \div 2 \text{ м}$, $b-h = 2 \div 3 \text{ м}$

E_n — цилиндрическая освещенность

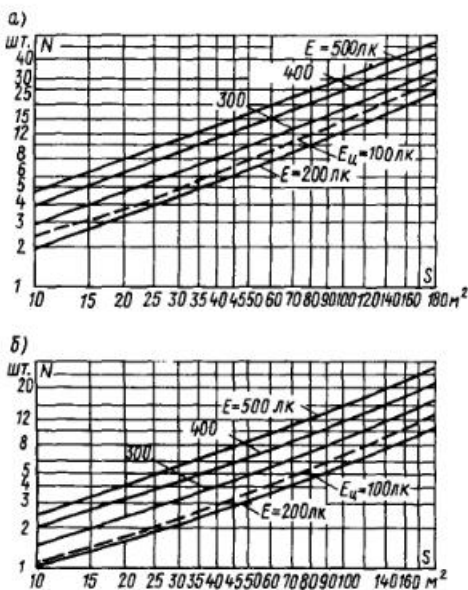


Рис. 63 Графики для определения числа двухламповых светильников с лампами ЛБ40 при коэффициентах отражения $\rho_n = 70\%$, $\rho_c = 50\%$, $\rho_p = 10\%$ и $h = 2 \div 3$ м а — светильники типа ЛПО01-2×40/Д-01 (02), б — типа ЛПО02/П-01

Расчет по удельному числу светильников и условной удельной мощности

Эти способы расчета, детально разработанные Е. А. Лесмаиом [8], по утверждению автора, обеспечивают большую точность расчета (который на 15—20% точнее расчетов по удельной мощности и на 8—10% точнее расчетов по графикам Гурова и Прохорова), значительно сокращают объем расчетно-вспомогательного материала и делают независимыми данные основных расчетно-вспомогательных таблиц при изменении ГОСТ на светотехнические параметры источников света.

Основой приводимых ниже упрощенных способов расчета освещенности является формула (6.1) для расчетов методом коэффициента использования.

Расчет освещенности по удельному числу светильников предназначен для расчета освещения светильниками с люминесцентными 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

$$n = N_{уд} K_{ЭФ} n_T / n_d, \quad (6.11)$$

где $N_{уд}$ — удельное число светильников, определяемое по табл. 6.16; $K_{ЭФ}$ — поправочный коэффициент на освещенность и световой поток источников света, определяемый по табл. 6.17, 6.18; n_T — число люминесцентных ламп, для которого рассчитана данная таблица удельного числа светильников; n_d — 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 $h_p = 3$ м, для обеспечения освещенности $E_n = 300$ лк. Размеры помещения: $A = 30$ м, $B = 20$ м. Коэффициенты отражения: $\rho_n = 70$; $\rho_c = 50$; $\rho_p = 10$.

Решение: 1. Площадь помещения $S = 30 \times 20 = 600$ м².

2. В табл. 6.16 по $h_p = 3$ м, $S = 600$ м², $\rho_n = 70$, $\rho_c = 50$, $\rho_p = 10$ 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 $E_n = 300$ лк для лампы типа ЛБ40 находим $K_{ЭФ} = 3$; б) по формуле (6.11) рассчитываем необходимое число светильников

$$n = N_{уд} K_{ЭФ} n_T / n_d = 34,6 \cdot 3 \cdot 2 / 4 = 52.$$

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-

Удельное число светильников

Площадь помещения $S, \text{ м}^2$	Значение $N_{\text{ул}}$ при коэффициентах отражения, %, равных														
	$\rho_n = 70, \rho_c = 50, \rho_p = 30$					$\rho_n = 70, \rho_c = 50, \rho_p = 10$					$\rho_n = 50, \rho_c = 50, \rho_p = 10$				
	и расчетной высоте $h_p, \text{ м}$, 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 $W_{\text{усл}}$, представленную в работе [8]:

$$W = W_{\text{усл}} K_{EC}, \quad (6.12)$$

где $W_{\text{усл}}$ — условная удельная мощность, Вт/м²; 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

$$N_{\text{усл}} = W_{\text{усл}} S / P_{\text{л}}, \quad (6.13)$$

где $P_{\text{л}}$ — мощность лампы, Вт; $W_{\text{усл}}$ — условная удельная мощность; S — площадь помещения, м².

Для светильников с лампами накаливания формула (6.13) примет вид

$$N_{\text{усл}} = W_{\text{усл}} S / 100; \quad (6.14)$$

для светильников с люминесцентными лампами

$$N_{\text{усл}} = W_{\text{усл}} S / 40. \quad (6.15)$$

2. Определяется отношение выбранного числа светильников к их условному числу

$$K_{E\Phi} = n / N_{\text{усл}} = K_E K_{\Phi}. \quad (6.16)$$

3. Находится мощность лампы светильника по значениям коэффициента $K_{E\Phi}$ и освещенности E , приведенным в табл. 6.17 и 6.18; коэффициент $K_{E\Phi}$ при этом рассчитан по формулам:

для светильников с лампами накаливания

$$K_{E\Phi} = K_E K_{\Phi} = \frac{E}{100} \cdot \frac{1350}{\Phi_{\text{л}}} = \frac{13,5E}{\Phi_{\text{л}}}; \quad (6.17)$$

для светильников с люминесцентными лампами

$$K_{E\Phi} = \frac{E}{100} \cdot \frac{3000}{\Phi_{\text{л}}} = \frac{30E}{\Phi_{\text{л}}}. \quad (6.18)$$

Формулы (6.17) и (6.18) могут быть использованы при расчете коэффициентов для другого типа ламп, не помещенных в таблицах.

Поправочный коэффициент для люминисцентных ламп $K_{\text{эф}}$

Освещенность E , лк	Значение $K_{\text{эф}}$ 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 $K_{\text{эф}}$ 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 $K_{\text{эф}}$ 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 Φ , 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

Условная удельная мощность $W_{\text{усл}}$

Площадь поверхности S , $м^2$	Значение $W_{\text{усл}}$ при коэффициентах отражения, %, равных																
	$\rho_0 = 70, \rho_1 = 50, \rho_2 = 30$						$\rho_1 = 70, \rho_2 = 50, \rho_3 = 10$						$\rho_0 = \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = 0$				
	2,5	3	4	5	6	2,5	3	4	5	6	2,5	3	4	5	6		
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		

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

Поправочный коэффициент для люминесцентных ламп K_{EC}

Освещенность E_c , лк	Значение K_{EC} ламп типа											
	ЛБ20	ЛТБ20	ЛХБ20	ЛБ40	ЛТБ40	ЛХБ40	ЛБ65	ЛТБ65	ЛХБ65	ЛБ80	ЛТБ80	ЛХБ80
	при световой отдаче C_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_c , 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_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, на-

пример, 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, характеризующую распределением силы света по всем направлениям, которое называется кривой силы света (КСС) источника света.

Кривые силы света представляются в виде графиков, таблиц или задаются

Кривые силы света источников

Формула	$I = I_0 \cos^m \alpha$										$I = I_0 \sin^m \alpha$			$I = I_0 \cos^m \alpha / \cos^m (0,5 \sin^m \pi \alpha)$		
	$n = 0,7841$	$n = 1,0374$	$n = 1,0374$	$n = 1,2928$	$n = 1,5109$	$n = 1,65$	$n = 1,7382$	$n = 2,0402$	$n = 2,3683$	$n = 2,7471$	$n = 2,91$	С	Л	Л-Ш	Ш	
Коэф. фонд. свтл.	М	Д-1	Д	Д-2	Г-1	Г-2	Г-3	Г	Г-4	К-1	К-2	К-3	К	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	0	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	0	0	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	0	0	0	0	157,0	282,1	243,4	137,1
55	170,5	189,3	181,7	184,6	162,9	81,8	0	0	0	0	0	0	168,0	257,2	269,7	162,0
60	159,2	165,0	155,4	152,0	108,3	0	0	0	0	0	0	0	201,9	212,9	275,0	199,0
65	147,1	139,5	128,1	118,2	52,6	0	0	0	0	0	0	0	185,8	161,7	247,6	230,0
70	134,3	112,9	99,8	83,1	0	0	0	0	0	0	0	0	192,6	113,6	194,0	252,0
72	129,0	102,0	88,0	68,9	0	0	0	0	0	0	0	0	195,0	95,9	167,0	243,2
74	123,6	91,0	76,3	54,6	0	0	0	0	0	0	0	0	197,1	79,4	139,0	225,0
75	121,0	85,4	70,6	47,4	0	0	0	0	0	0	0	0	198,0	71,5	125,2	212,3
76	118,1	79,8	64,5	40,2	0	0	0	0	0	0	0	0	199,0	63,8	111,1	199,0
78	112,6	68,6	52,6	25,7	0	0	0	0	0	0	0	0	199,0	49,1	84,5	165,5
80	106,9	57,3	40,8	11,2	0	0	0	0	0	0	0	0	201,9	35,8	60,4	127,7
82	101,2	45,9	28,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	203,0	23,8	39,5	89,1
84	95,4	34,5	16,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	203,9	13,8	22,5	53,6
85	92,5	28,7	10,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204,2	10,0	16,2	39,0
86	89,6	23,0	4,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204,5	6,2	10,1	25,0
88	83,6	11,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204,9	1,6	2,5	6,4
90	77,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205,0	0	0	0

в виде формул, аппроксимирующих КСС

$$n = \frac{2\pi - \alpha_d}{2\alpha_d}, \quad (7.4)$$

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

$$I_\alpha = I_0 \cos n\alpha \quad (7.1)$$

для КСС классов М, Д, Г, К и зависимостями вида

$$I_\alpha = I_0 \frac{\cos \alpha}{\cos \theta \sin^m n\alpha} \quad (7.2)$$

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

$$m = \frac{1000}{2\pi} \frac{1}{I_0} \approx \frac{159,155}{I_0}, \quad (7.3)$$

где I_0 — сила света светильника в направлении $\alpha = 0$; α_d — 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

$$E = (I_\alpha \cos^3 \alpha) / h_p^2 \quad (7.5)$$

Величины, входящие в эту формулу, ясны из рис 7.1.

7.2. РАСЧЕТ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ОТ КРУГОСИММЕТРИЧНЫХ ТОЧЕЧНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Круглосимметричные точечные излучатели характеризуются КСС, симметричными относительно оптической оси излучателя.

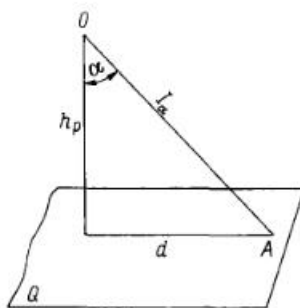


Рис 7.1 Координаты, определяющие положение точечного светящего элемента относительно расчетной точки

Положение симметричного светильника относительно расчетной точки в общем случае определяется высотой расположения светильника относительно расчетной плоскости h_p и углом α , определяющим положение точечного излучателя O относительно расчетной точки A (рис. 7.1). Одни из наиболее простых и распространенных методов светотехнических расчетов основан на использовании пространственных изолюкс горизонтальной освещенности.

Построение пространственных изолюкс горизонтальной освещенности

Первоначально принимается, что световой поток лампы (при многоламповых светильниках — суммарный поток ламп) в каждом светильнике равен 1000 лм. Создаваемая в этом случае освещенность называется условной и обозначается e . Для построения пространственных изолюкс горизонтальной освещенности 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_p , выбираются пределы шкал h_p и d . В принятом масштабе вычерчивается координатная сетка. Из точки O проводятся лучи, соответствующие определенным значениям угла α , чаще всего $\alpha = 0; 5; 10; 15; 20^\circ$ и т. д. Луч, соответствующий $\alpha = 0^\circ$, направляется по оси h_p ; 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 освещенность e (принимается из ряда значений: 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 освещенности e в точке, которой соответствует расчетная высота (в метрах)

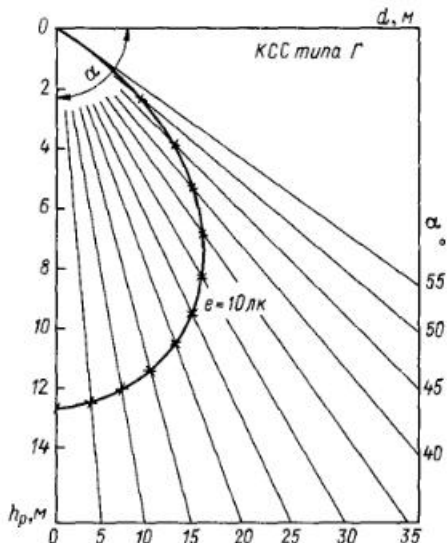


Рис 7.2 К построению пространственных изолюкс горизонтальной освещенности

$$h_p = \sqrt{\frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{e}} \quad (7.6)$$

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.

Решение 1. Для светильника, имеющего КСС класса Г, приводим зависимость $I_\alpha = f(\alpha)$, взятую из табл. 7.1.

$\alpha, ^\circ$	0	5	10	15	20	25
$I_\alpha, \text{кд}$	800	792	767	726	671	602
$\alpha, ^\circ$	30	35	40	45	50	55
$I_\alpha, \text{кд}$	520	427	325	217	104	0

2. По формуле (7.6) для каждого α , l_α и $e=10$ рассчитывается высота h_p , результаты удобно свести в таблицу.

$\alpha, ^\circ$	0	5	10	15	20	25
$\cos^3 \alpha$	1,0	0,989	0,955	0,901	0,83	0,744
$h, \text{м}$	12,7	12,5	12,1	11,4	10,6	9,5
$\alpha, ^\circ$	30	35	40	45	50	55
$\cos^3 \alpha$	0,650	0,55	0,45	0,357	0,266	0,189
$h, \text{м}$	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 изолуксы в такой последовательности.

На шкале h_p (она же является лучом для $\alpha=0$) найти значение h_p , соответствующее $\alpha=0$: это первая точка изолуксы, на шкале h_p найти значение h_p , соответствующее $\alpha=5^\circ$ по таблице результатов; двигаясь вправо вдоль оси d (см. рис 7.2), найти точку пересечения с лучом $\alpha=5^\circ$: это вторая точка изолуксы и т.д. Соединенные между собой

точки дают искомую изолуксу для $e=10$.

На рис. 7.3—7.9 приведены графики пространственных изолуксы горизонтальной освещенности для стандартных ти-

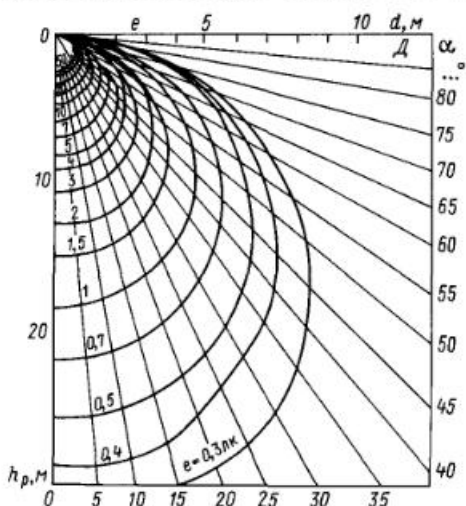


Рис 7.4 Пространственные изолуксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Д

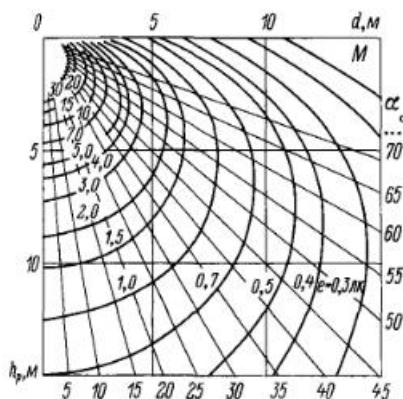


Рис 7.3 Пространственные изолуксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа М

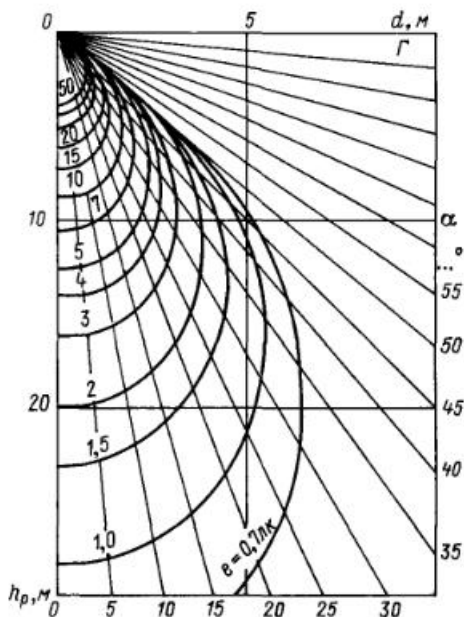


Рис 7.5 Пространственные изолуксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Г

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_p выходят за пределы шкал,

в ряде случаев возможно обе эти координаты увеличить (уменьшить) в n раз так, чтобы точка оказалась в пределах графика, и определенное по графику значение e увеличить (уменьшить) в n^2 раз.

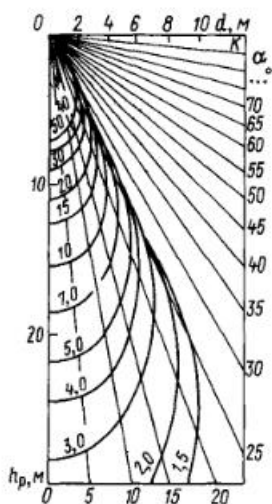


Рис 7.6 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа К

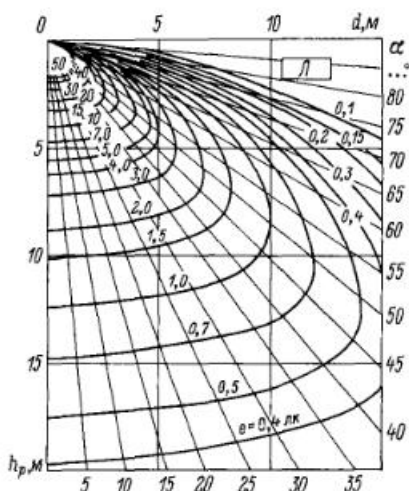


Рис 7.7 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Л

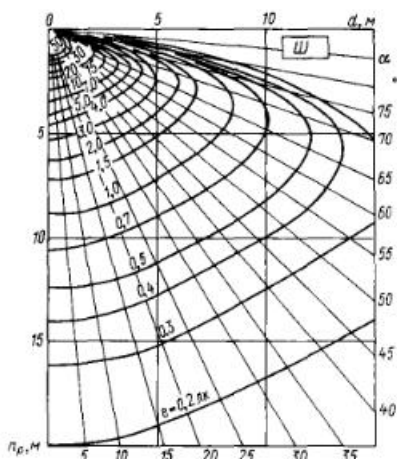


Рис 7.8 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Ш

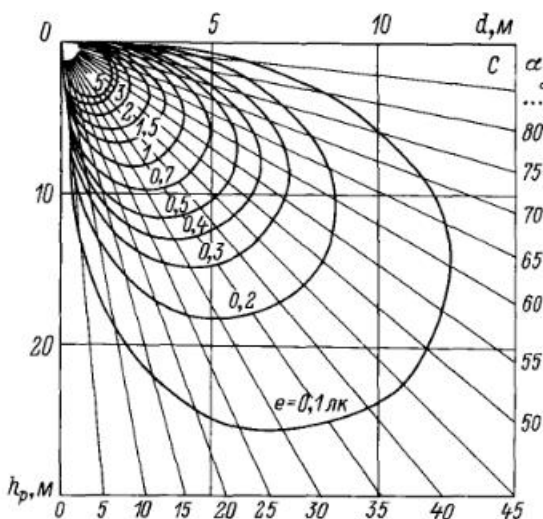


Рис 7.9 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа С

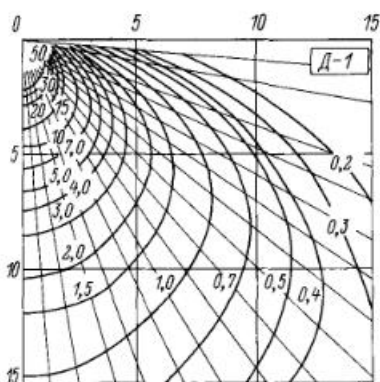


Рис 7.10 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Д-1

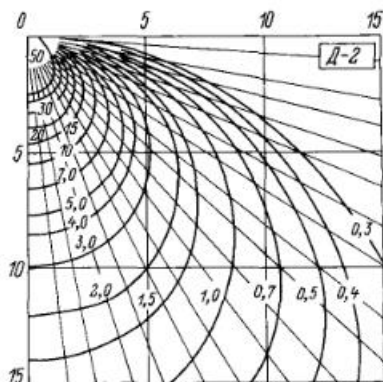


Рис 7.11 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Д-2

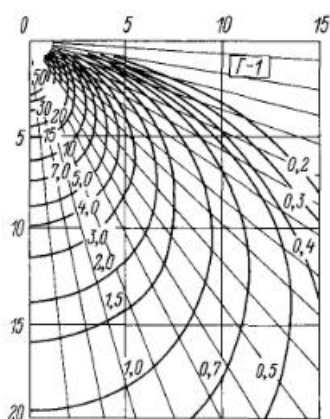


Рис 7.12 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Г-1

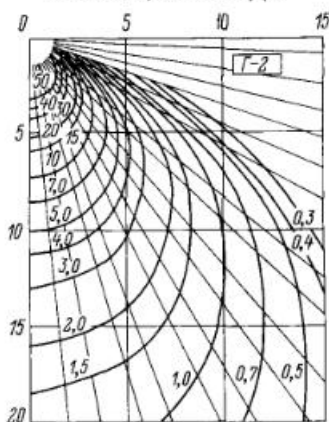


Рис 7.13 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Г-2

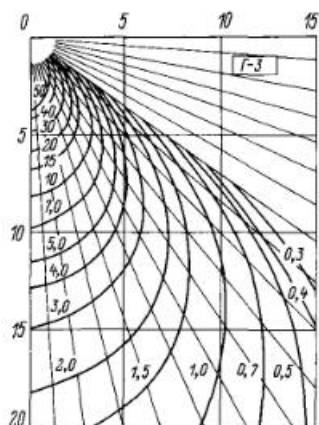


Рис 7.14 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Г-3

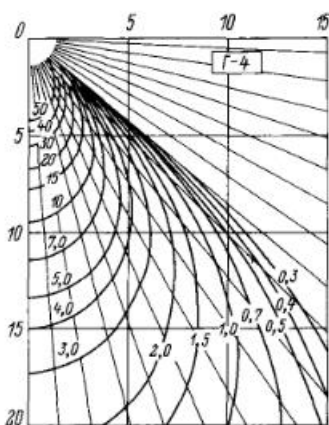


Рис 7.15 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа Г-4

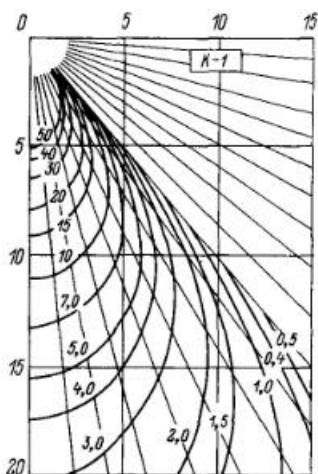


Рис 7.16 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа К-1

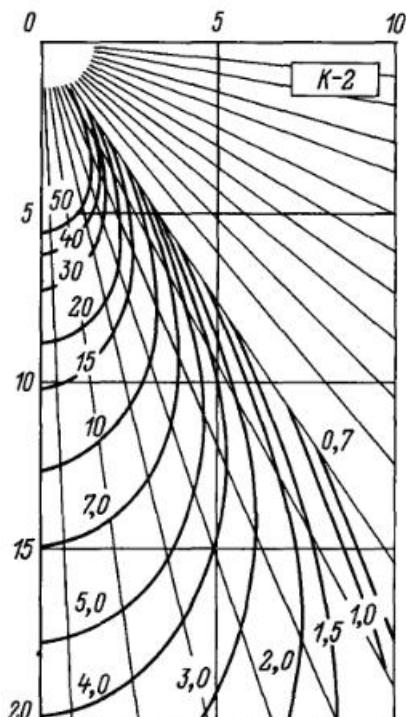


Рис 7.17 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа К-2

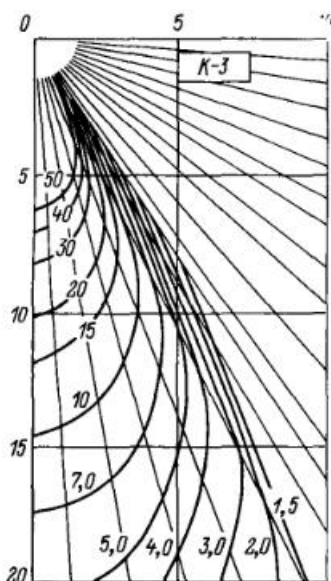


Рис 7.18 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильников с КСС типа К-3

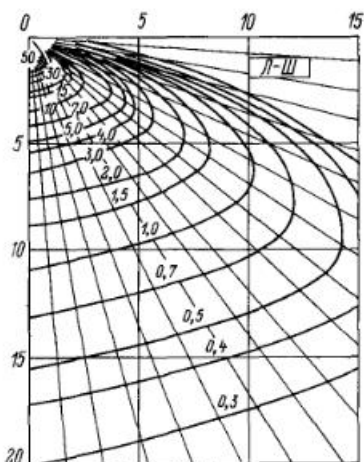


Рис 7.19 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильника с КСС типа Л-Ш

Расчет освещенности

Расчету освещенности должен предшествовать выбор типа осветительных приборов, расположение и высота подвеса их в помещении (h_p), определено нормируемое значение освещенности (E_n). Расчетная точка освещается практически всеми светильниками, находя-

щимися 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_p (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

$$\Phi = \frac{1000EK}{\mu \Sigma e} \quad (7.7)$$

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	5,6	22,4
		6,7	0,4	0,8
		9,2	0,1	0,2
			$\Sigma e = 23,4$	
Б	1, 3 2, 4 5, 6 7	3	8,0	16
		5	1,8	3,6
		8,5	0,15	0,3
	9	0,1	0,1	
		$\Sigma e = 20$		

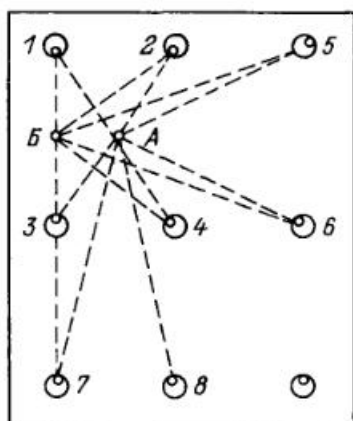


Рис 7 20 К примеру 7 2

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 Φ выбирается лампа мощностью 200 Вт типа Г215-255-200.

При отсутствии графиков изолук для данного светильника можно воспользоваться графиком для излучателя, имеющего по всем направлениям силу света 100 кд (рис 7.21). По заданным d и h_p определяется условная горизонтальная освещенность e_{100} ; по этому же графику определяется угол α , соответствующий заданным d и h_p , 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

$$e = e_{100} \frac{I_\alpha}{100}. \quad (7.8)$$

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_p и углами α и φ , отсчитываемыми от плоскости симметрии светильника *ОВС* (рис 7 22). Углы α и φ могут быть определены по формулам

$$\alpha = \arctg(d/h_p), \quad \varphi = \arctg(b/a) \quad (7.9)$$

По кривой силы света светильника определяется $I_{\alpha\varphi}$, а по известным h_p , α и $I_{\alpha\varphi}$ — горизонтальная освещенность в расчетной точке

$$E_r = I_{\alpha\varphi} \cos^3 \alpha / (h_p^2 K_s) \quad (7.10)$$

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

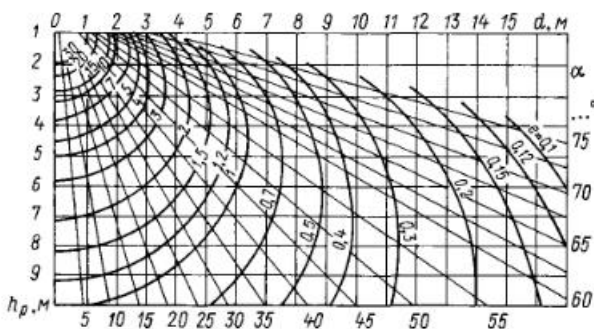


Рис 7 21 Пространственные изолуки горизонтальной освещенности (сила света светильника по всем направлениям 100 кд)

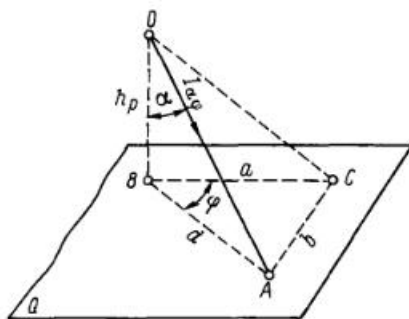


Рис 7.22 Координаты точек при несимметричных излучателях

светораспределением производится по изолюксам относительной освещенности ϵ , т. е. освещенности, отнесенной не только к $\Phi = 1000$ лм, но и к $h = 1$ м, т. е. $\xi = x/h$ и $\eta = y/h$. На плоскости ξ, η наносятся изолюксы относительной освещенности ϵ (рис. 7.23).

В расчетных точках определяется ϵ и $\Sigma\epsilon$, после чего находится необходимый поток лампы в каждом светильнике

$$\Phi = \frac{1000EKh_p^2}{\mu\Sigma\epsilon} \quad (7.11)$$

В работе [5] предложен метод расчета освещенности от несимметричных излучателей, основанный на использовании кривых равной относительной освещенности $\epsilon = I_{\text{аф}} \cos^3 \alpha$, построенных в полярной системе координат ϕ , и кривых $\text{ctg} \alpha$ или $\text{tg} \alpha$ (рис. 7.24)

Построение кривых $\epsilon = I_{\text{аф}} \cos^3 \alpha$ для данного типа светильника осуществляется по кривым относительной освещенности для различных продольных плос-

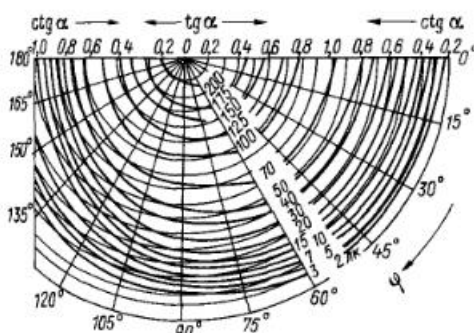


Рис 7.23 Изолюксы относительной освещенности (пржектор ПЗР-400 с лампой ДРЛ)

костей $\phi = \text{const}$. По значению $\epsilon = I_{\text{аф}} \cos^3 \alpha$ определяется $\text{tg} \alpha$, соответствующий этому значению ϵ , которое определяет положение точек $\epsilon = \text{const}$ на соответствующих прямых $\phi = \text{const}$ в полярной системе координат. Соединение точек позволяет получить кривую равной относительной освещенности с источником света, световой поток которого $\Phi = 1000$ 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

$$\phi = \text{arctg}(b/a) \text{ и } \text{tg} \alpha = d/h_p \text{ или}$$

$$\text{ctg} \alpha = h_p/d.$$

2. По кривым равной относительной освещенности и значениям ϕ и $\text{tg} \alpha$ определяется $\epsilon = I_{\text{аф}} \cos^3 \alpha$ (рис. 7.24).

3. По значению ϵ рассчитывается освещенность

$$E_r = \epsilon\Phi_n / (1000h_pK_3).$$

При расчете освещенности от нескольких светильников определяется $\Sigma\epsilon$, затем по формуле (7.11) вычисляется необходимый световой поток Φ_n 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 «кососвет», расположенного на высоте $h_p = 3$ м над расчетной плоскостью на рас-

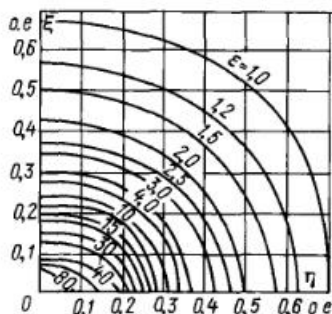


Рис 7.24 Пространственные кривые равной относительной освещенности для светильника с несимметричным светораспределением

стоянии $d=18$ м от расчетной точки. В светильнике установлена лампа накаливания 150 Вт, 220 В ($\Phi_{\lambda}=2000$ лм). Коэффициент запаса $K_3=1,3$

Решение. 1. Определяются углы φ и $\text{ctg } \alpha$:

$$\varphi = \text{arctg}(b/a) = \text{arctg} 1; \varphi = 45^\circ;$$

$$\text{ctg } \alpha = h_p/d = 3/\sqrt{18} \approx 0,7.$$

2. Определяется относительная освещенность по графику рис. 7.24:

$$\varepsilon = 32 \text{ лк для } \text{ctg } \alpha = 0,7 \text{ и } \varphi = 45^\circ.$$

3. Освещенность в расчетной точке

$$E_r = \varepsilon \Phi / (1000 h_p^2 K_3) =$$

$$= 32 \cdot 2000 / (1000 \cdot 3^2 \cdot 1,3) = 5,5 \text{ лк.}$$

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_p , 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]

$$E_A = \frac{(\gamma + 0,5 \sin 2\gamma) I_\alpha \cos^2 \alpha}{2h_p}, \quad (7.12)$$

где I_α — среднее значение силы света с единицы длины светящей части светильника в направлении под углом α к плоскости расположения светильника P ; γ — угол, под которым видна светящая линия из точки расчета; h_p — высота расположения светящей линии над освещаемой поверхностью.

В общих технических условиях на светильники ГОСТ 17677—82 для светильников с трубчатыми источниками указывается КСС относительно поперечной и относительно продольной оси. До-

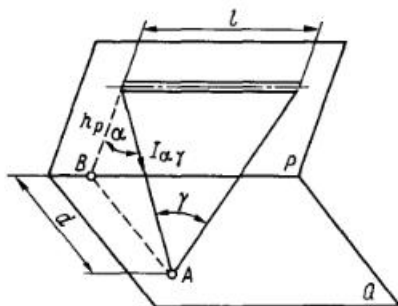


Рис 7.25 Размеры, определяющие положение линии по отношению к контрольной точке

пускается указывать тип КСС лишь относительно поперечной оси, если вторая КСС косинусная. Это необходимо иметь в виду при пользовании данными о светильниках в гл. 5.

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

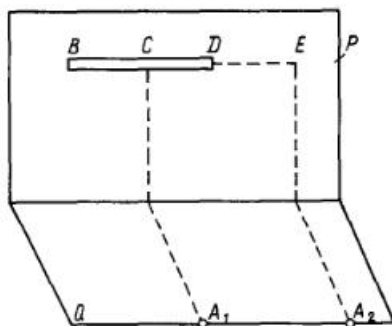


Рис 7.26 Освещенность точек, не лежащих против конца линии

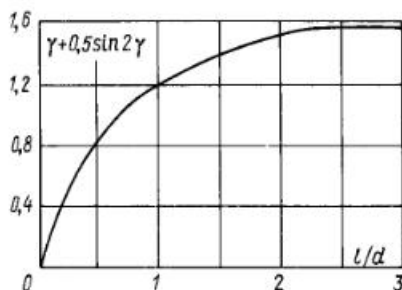


Рис 7.27 График функции $\gamma + 0,5 \sin 2\gamma$ для расчета освещенности от светящей линии

как бесконечно протяженная, когда $l/d \geq 3$.

Пример 7.4. Люминесцентная лампа типа ЛБ мощностью 80 Вт, напряжением 220 В, имеющая световой поток $\Phi = 5220$ лм, расположена на высоте $h_p = 3,5$ м параллельно расчетной плоскости. Определить освещенность в точке А расчетной плоскости, отстоящей на 2 м от проекции конца линии на расчетную плоскость.

Решение. Принимая лампу за светящую линию ($l = 1,5$ м), определяем силу света α с единицы длины в плоскости, перпендикулярной оси лампы:

$$I_\alpha = \Phi_\alpha / (\pi^2 l) = 5220 / (3,14^2 \cdot 1,5) = 353 \text{ кд.}$$

Определяем γ , $\sin \gamma$ и $\cos \alpha$:

$$\gamma = \text{arctg}(l/d) = \text{arctg}(1,5 / \sqrt{16,3});$$

$$\gamma = 20^\circ \approx 0,36 \text{ рад; } \sin 2\gamma = 0,65;$$

$$\cos \alpha = h_p/d = 3,5 / \sqrt{16,3} \approx 0,87.$$

По формуле (7.12) рассчитывается освещенность в расчетной точке

$$E_A = \frac{(\gamma + 0,5 \sin 2\gamma) I_\alpha \cos^2 \alpha}{2h_p} = \\ = (0,36 + 0,5 \cdot 0,65) \cdot 353 \cdot 0,76 / (2 \cdot 3,5) = \\ = 26,3 \text{ лк.}$$

Упрощенный способ расчета освещенности от линейных светящихся элементов

Упрощенный способ расчета освещенности от светящихся линий производится с помощью графиков линейных изолук, методика построения которых разработана Г. М. Кноррингом [18] Ли-

нейные изолуксы (рис. 7.28—7.36) дают относительную горизонтальную освещенность ϵ при $h_p = 1$ м и $\Phi' = 1000$ лм/м, где Φ' — плотность светового потока в ряду, т. е. отношение суммарного потока ламп к длине светящей полосы.

Линейные изолуксы строятся для случая, когда расчетная точка совпадает с проекцией конца светящего элемента на расчетную плоскость.

При использовании линейных изолук порядок расчета для светящихся полос следующий.

Определяется высота подвеса h_p , 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 А. По плану определяются размеры d и l , находят отношения $d' = d/h_p$; $l' = l/h_p$, 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 изолук (рис. 7.28—7.36) для точки с координатами d' и l' определяется ϵ . Вычисляется $\Sigma \epsilon$ от ближайших рядов или их частей, освещающих точку С учетом коэффициента запаса K_3 и отраженной составляющей μ находится необходимая линейная плотность потока

$$\Phi' = \frac{1000 \epsilon K_3 h_p}{\mu \Sigma \epsilon} \quad (7.13)$$

или

$$\Phi' = \frac{\Phi_\alpha n}{l}, \quad (7.14)$$

где Φ' — линейная плотность светового потока в линии; Φ_α — суммарный световой поток ламп в светильнике; n — число светильников; l — длина линии.

Длина линии l равна длине светильника $l_{\text{св}}$, умноженной на число светильников n , если светильники расположены вплотную друг к другу, если же светильники расположены в линию с разрывами, то длина линии

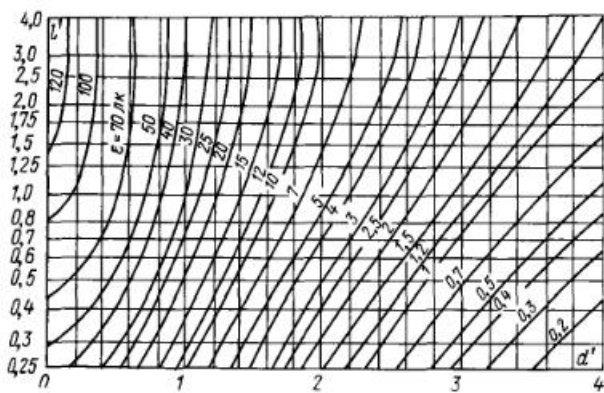


Рис 7.28 Линейные изолюксы для светильников с КСС типа Г-1

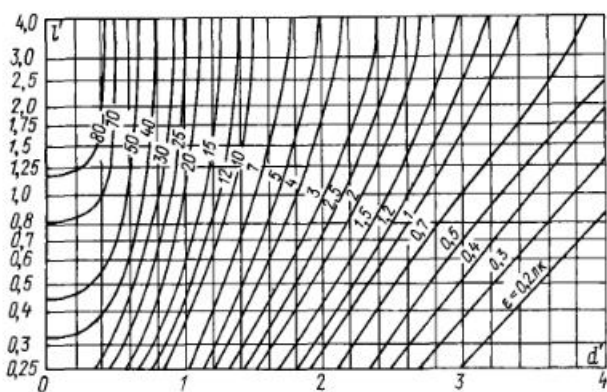


Рис 7.29 Линейные изолюксы для светильников с КСС типа Г-2

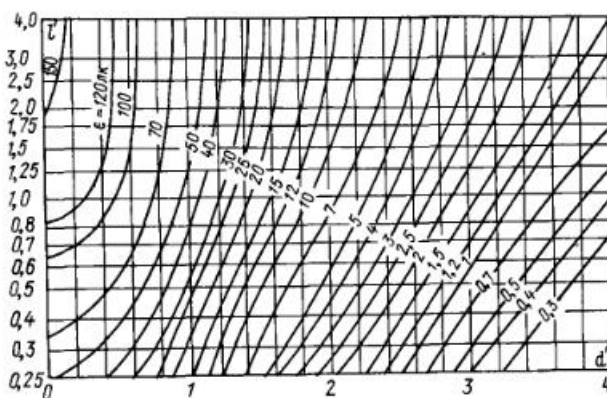


Рис 7.30 Линейные изолюксы для светильников с КСС типа Д-1

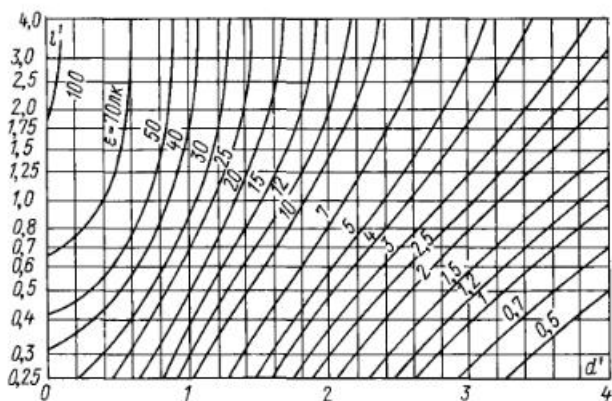


Рис 7.31 Линейные изолюксы для светильников с КСС типа Д-2

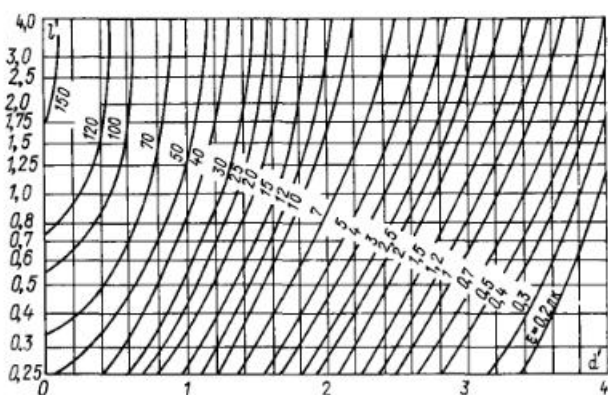


Рис 7.32 Линейные изолюксы для светильников с КСС типа М

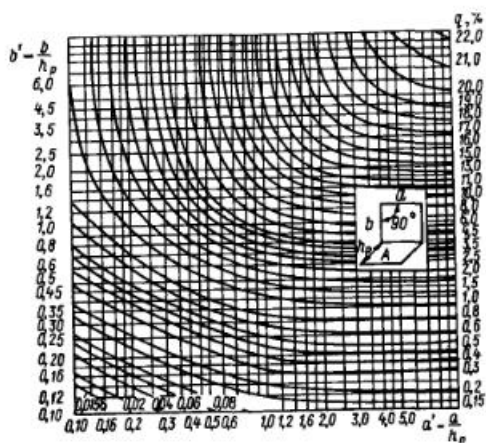


Рис. 7.33. Линейные изолюксы для светильников КСС типа Д

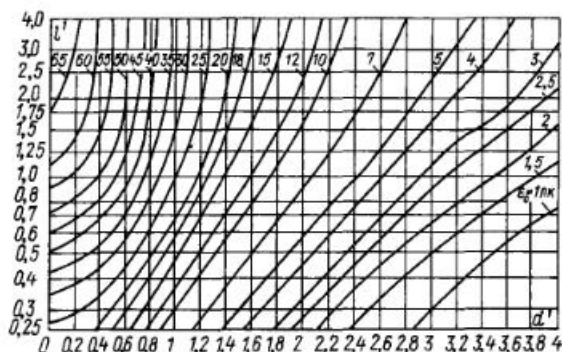


Рис 7.34 Линейные изолюксы условной горизонтальной освещенности ϵ_0

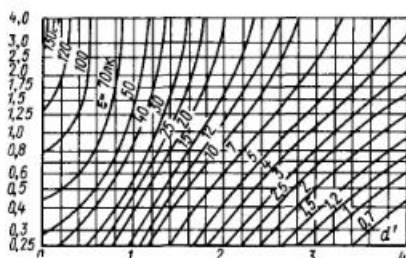


Рис 7.35 Линейные изолюксы для светильников ПВЛМ с двумя лампами ЛБР

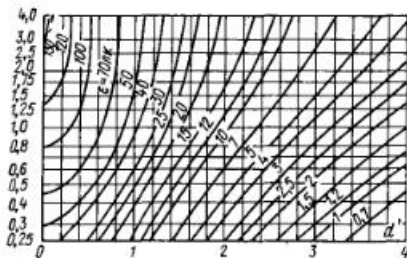


Рис 7.36 Линейные изолюксы для светильников ПВЛМ с одной лампой ЛБР

$$l = (l_n + \lambda) n, \quad (7.15)$$

где λ — разрыв между светильниками; l_n — длина лампы.

Линейная плотность светового потока при известных светильниках может быть вычислена по формулам:

$$\Phi' = \Phi_n / l_n, \quad (7.16)$$

если светильники расположены вплотную, и

$$\Phi' = \frac{\Phi_n}{l_n + \lambda}, \quad (7.17)$$

если ряды с разрывами.

Умножением Φ' на длину каждого ряда светильников l находят полный поток ламп, установленных в нем, Φ ; расстояние между центрами соседних светильников в ряду можно найти по формуле

$$l_c = \Phi / \Phi'. \quad (7.18)$$

Если расстояние l_c оказывается меньшим, чем длина светильника, то следует или применить светильники на большее число ламп, или установить

двоянные 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 $0,5h$ 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-

поднятии 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 $h_p = 4$ м. Полная длина ряда 18 м, длина светильника $l_a = 1,2$ м, интервалы между светильниками 1 м. Определить освещенность в точке А (рис 7.37) при коэффициенте запаса $K_3 = 1,5$.

Решение. 1. Определяются относительные параметры $d' = d/h_p = 2/4 = 0,5$, $l_1' = l/h_p = 4/4 = 1$; $l_2' = 14/4 = 3,5$.

2. Определяется относительная освещенность в точке А 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 $e_1 = 70$ лк и $e_2 = 85$ лк.

3. Определяется линейная плотность светового потока в линии Φ' . Учитывая, что линия имеет разрывы, используем формулу (7.17).

$$\Phi' = \frac{\Phi_a}{l_a + \lambda}$$

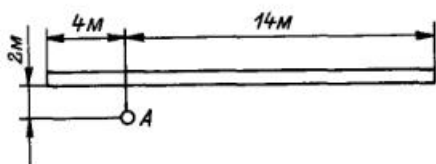


Рис 7.37 К примеру 7.5

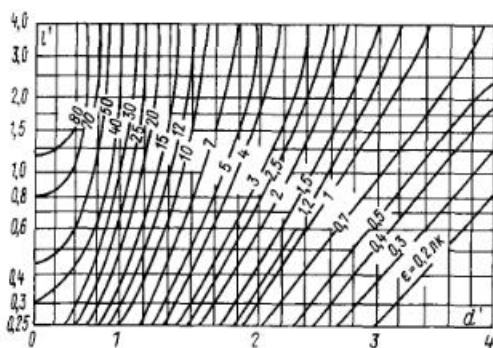


Рис 7.38 Линейные изолюксы светильника ЛСО02

Для ламп типа ЛБ световой поток $\Phi = 3200$ лм, световой поток ламп в светильнике $\Phi_a = 3200 \times 2 = 6400$. 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:

$$E = \frac{\Phi' \mu \sum e}{1000 K_3 h_p} = \frac{2900 \cdot 1,1 (75 + 80)}{1000 \cdot 1,5 \cdot 4} \approx 77,5 \text{ лк.}$$

Пример 7.6 [20]. Необходимо рассчитать осветительную установку, показанную на рис. 7.39, на наименьшую освещенность $E = 300$ лк при $K_3 = 1,5$. Светильники ЛДР с лампами ЛБ, $h = 4$ м.

Точка А освещается шестью «полу-рядами», отмеченными цифрами от 1 до 6. Значения d , l , d' , l' и определенные графиком линейных изолюкс величины e указаны ниже.

Полуряд	d	l	d'	l'	e
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

$$\sum e = 425$$

Принимая $\mu = 1,1$, находим плотность светового потока

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot 300 \cdot 1,5 \cdot 4}{1,1 \cdot 425} = 3850 \text{ лм.}$$

В каждом ряду полный поток ламп должен составить $3850 \times 27 = 104\,000$ лм, что соответствует $104\,000 : (2 \times 3000) = 17,33$. Принимаются 18 светильников 2×40 Вт, которые хорошо вписываются в ряд, заполняя его почти без разрывов

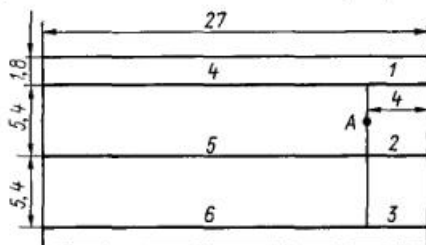


Рис 7.39 К примеру 7.6 (размеры — в метрах)

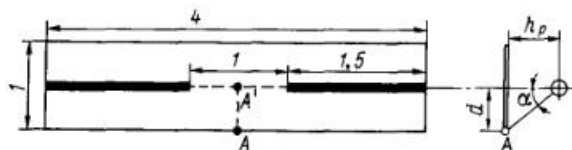


Рис 7.40 К примеру 7.7 (размеры — в метрах)

(при лампах большей мощности ряд имел бы разрывы).

Пример 7.7 [20]. Над рабочим столом на высоте $h_p = 1$ м установлены два светильника с известной кривой силы света (линейных изолюкс для этих светильников нет), расположенные, как показано на рис. 7.40, и снабженные лампами ЛБ 2×80 Вт ($\Phi = 11\,040$ лм, $\Phi' =$

$$= \frac{\Phi}{l} = \frac{11\,040}{1,54} = 7169 \text{ лм/м}).$$

Необходимо определить освещенность точки А, считая $K_3 = 1,5$.

Решение. Предполагается, что каждый полуряд дополнен до точки А. Тогда $d' = d/h_p = 0,5$; $l' = l/(2h_p) = 2$. Используя график рис. 7.41, по шкале l' для $l' = 2$, двигаясь вверх параллельно оси $f(d', l')$, на пересечении с кривой $d' \leq 0,5$ находим $\alpha = 27^\circ$, 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 $f(d', l') = 0,4 - 0,095 = 0,305$.

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

$$E = \frac{\Phi' \mu \sum \varepsilon}{1000 K_3 h_p} = \frac{7169 \cdot 1,0 \cdot 109,8}{1000 \cdot 1,5 \cdot 1,0} \approx 525 \text{ лк.}$$

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 $\alpha = \arctg d'$, 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 $f(d', l')$, приведенные на рис. 7.41. По оси абсцисс на нем отложена относительная длина светящей линии l' , а по оси ординат — функция $f(d', l')$ [5]:

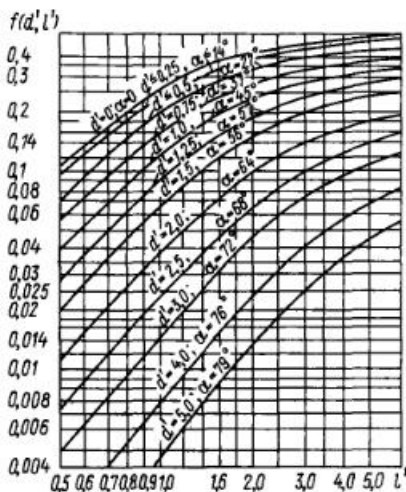


Рис. 7.41. Вспомогательный график для построения линейных изолюкс

$$f(d', l') = 0,5 [l N_{\text{св}} l_{\text{л}} / (l^2 + N_{\text{св}}^2 l_{\text{л}}^2) + \arctg(N_{\text{св}} l_{\text{л}} / l)] \cos^2 \alpha, \quad (7.19)$$

где l — длина линии; $N_{\text{св}}$ — число светильников; $l_{\text{л}} = l_{\text{д}} + \lambda$; $l_{\text{д}}$ — длина лампы; λ — разрыв между светильниками; α — см. на рис. 7.25.

Задавая значение l' , из графика находим значение $f(d', l')$ и углы α , соответствующие разным d' . Относительная освещенность для заданных d' и l' определяется как

$$e = (I_{\alpha})_{1000} f(d', l'), \quad (7.20)$$

где $(I_{\alpha})_{1000}$ — сила света, определяемая по поперечной КСС светильника для соответствующего угла α .

7.5. РАСЧЕТ ОСВЕЩЕННОСТИ ОТ СВЕЯЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАВНОМЕРНОЙ ЯРКОСТИ

Наиболее часто встречающиеся в практике задачи расчета освещенности от светящихся поверхностей удовлетворительно решаются в предположении диффузно излучающей поверхности равной яркости. Освещенность такого типа определяется зависимостью

$$E = qM, \quad (7.21)$$

где M — светимость излучающей поверхности, $\text{лм}/\text{м}^2$; q — коэффициент освещенности.

На основании уравнения (7.21) построены номограммы Ратнера для определения освещенности на плоскости, параллельной и перпендикулярной светя-

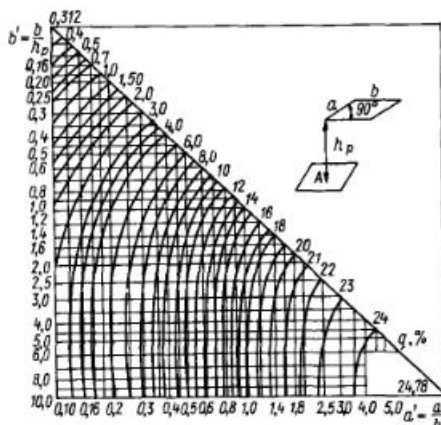


Рис 7.42 График для расчета освещенности от горизонтального диффузного прямоугольника

щей поверхности. По осям абсцисс и ординат номограммы отложены относительные размеры светящегося прямоугольника $a' = a/h_p$ и $b' = b/h_p$ и построены кривые равных значений q .

Графики на рис. 7.42 позволяют определить коэффициент освещенности от горизонтального диффузного светящегося прямоугольника. Графики на рис. 7.43 предназначены для определения коэффициента освещенности от светящихся вертикальных диффузных прямоугольников.

Расчет освещенности с помощью приведенных номограмм допустим в случае, когда проекция вершины светящегося прямоугольника совпадает с расчетной точкой (рис. 7.44); к этому случаю можно свести любой случай, встречающийся на практике. Светящийся прямоугольник мо-

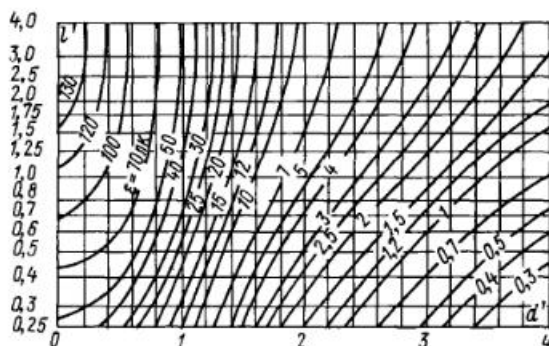


Рис 7.43 График для расчета освещенности от вертикального диффузного прямоугольника

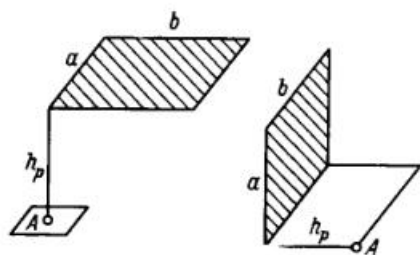


Рис 7.44 Горизонтальный и вертикальный диффузно излучающие прямоугольники

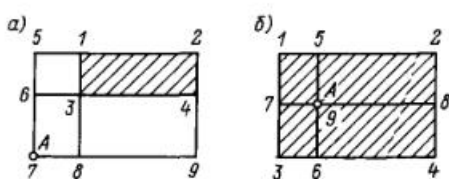


Рис 7.46 Схемы размещения светящих прямоугольников относительно расчетной точки

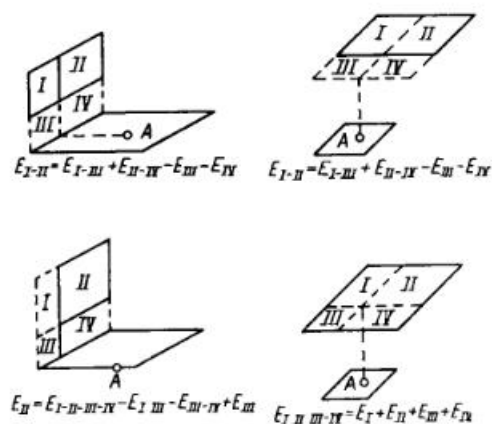


Рис 7.45 Варианты размещения светящих прямоугольников

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, a , будет

$$q_{1234} = q_{2579} - q_{1578} - q_{4679} + q_{3678}$$

для ситуации, показанной на рис. 7.45, b ,

$$q_{1234} = q_{1579} + q_{5298} + q_{7936} + q_{9864}$$

Пример 7.8. Прямоугольное помещение площадью 20×40 м и высотой 4 м освещается светящей панелью, расположенной 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 $K_3 = 1,5$.

Светящий прямоугольник разбивается на четыре части, чтобы проекция одной из вершин каждой из них совпала с расчетной точкой. Стороны получен-

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 $E = 4qM/K_3 = 4 \cdot 0,165 \cdot 200/1,5 \approx 88$ 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 НАКЛОННЫМИ 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

$$E_A = \frac{\left(\cos \theta \pm \frac{d}{h_p} \sin \theta \right) I_\alpha \cos^3 \alpha}{h_p^2}, \quad (7.22)$$

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-

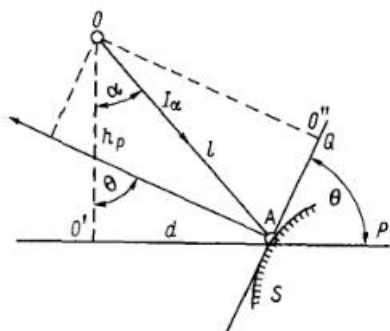


Рис 7 47 К расчету освещенности наклонных поверхностей

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: $\left(E_r = \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{h_p^2} \right)$,

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

$$E_A = \psi E_r, \quad (7.23)$$

где ψ — коэффициент согласования.

В общем случае для произвольного

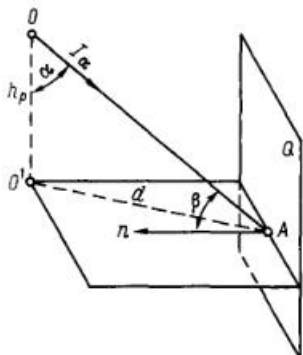


Рис 7 48 К расчету освещенности вертикальной плоскости

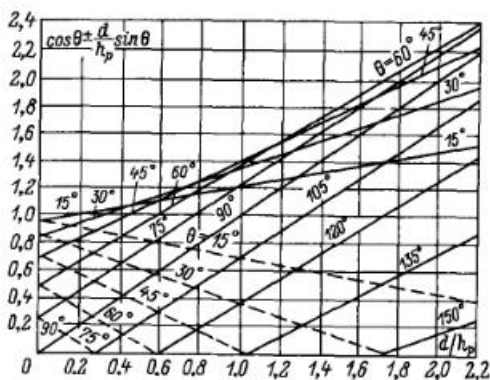


Рис 7 49 Номограмма для определения $\psi(d/h_p)$

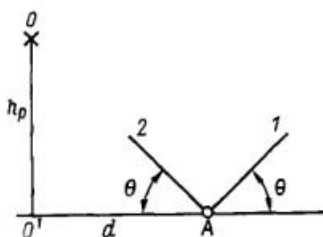


Рис. 7 50 Отсчет угла θ при расчете освещенности наклонной плоскости

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

$$\psi(d/h) = \cos \theta \pm \frac{d}{h_p} \sin \theta,$$

приведенным на рис. 7.49. Определив значения d , h_p и θ , из графиков можем найти величину $\cos \theta \pm \frac{d}{h_p} \sin \theta$ (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

$$E = \frac{\Phi}{K_3} \left(\frac{\Sigma e}{1000} + \frac{U_p - U_q}{S'} \right); \quad (7.24)$$

то же, решенное относительно Φ :

$$\Phi = \frac{EK_3}{\frac{\Sigma e}{1000} + \frac{U_p - U_q}{S'}}. \quad (7.25)$$

Для локализованного освещения допускают, что прямая и отраженная составляющие распределены с одинаковой степенью неравномерности. В этом случае

$$E = \frac{\Phi \Sigma e}{1000 K_3} \frac{U_p}{U_q} \quad (7.26)$$

или

$$\Phi = \frac{1000 EK_3}{\Sigma e} \frac{U_q}{U_p}. \quad (7.27)$$

В формулах (7.24) — (7.27) приняты следующие обозначения: S' — площадь помещения, приходящаяся на один светильник; ρ_n, ρ_c, ρ_p — коэффициенты отражения: потолка, стен, рабочей поверхности соответственно; U_p — коэффициент

использования при заданных ρ_n, ρ_c, ρ_p , U_q — коэффициент использования при том же индексе помещения, что и U_p , для «черного» помещения ($\rho_n = \rho_c = \rho_p = 0$), K_3 — коэффициент запаса; Σe — сумма условных освещенностей от ближайших светильников, Φ — световой поток ламп; E — освещенность расчетной точки.

7.8. ОБЩИЙ СЛУЧАЙ РАСЧЕТОВ ОСВЕЩЕННОСТИ ОТ КРУГОСИММЕТРИЧНЫХ 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_p 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.

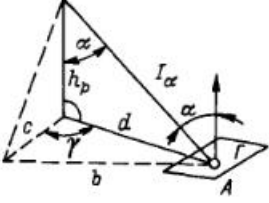
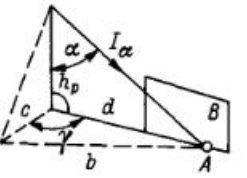
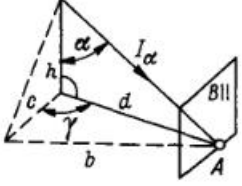
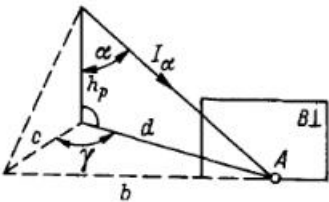
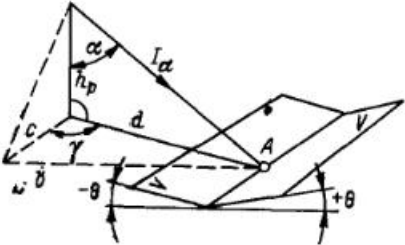
При расчетах по этим формулам h_p и θ заданы, d, c и b измеряются по масштабному плану.

По известным h_p и d находят угол α . Значение 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 ($\Phi_n =$

Схемы и формулы к расчету освещенности, создаваемой
точечным круглосимметричным излучателем для общего освещения
общественных и жилых зданий

Расчетная схема	Формула освещенности
	$E_r = \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{h_p^2}$
	$E_B = \frac{I_\alpha \cos^2 \alpha \sin \alpha}{h_p^2}$
	$E_{B_{ }} = \frac{I_\alpha \cos^2 \alpha \sin \alpha \sin \gamma}{h_p^2}$
	$E_{B_{\perp}} = \frac{I_\alpha \cos^2 \alpha \sin \alpha \cos \gamma}{h_p^2}$
	$E_V = \frac{I_\alpha \cos^2 \alpha}{h_p^2} \left(\cos \theta \pm \frac{d}{h_p} \sin \theta \right)$

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 $\Phi_n = 1000$ 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

Светильники располагаются по углам квадрата со стороной 5 м. Высота подвеса светильников $h_p = 4,5$ м. Определить освещенность горизонтальной, вертикальной и наклонной (под углом $\theta = 60^\circ$) плоскостей, расположенных на пересечении диагоналей поля светильников (рис. 7.51). Расчет освещенности производят в такой последовательности:

1. Определяют

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{h_p} = \frac{\sqrt{2,5^2 + 2,5^2}}{4,5} \approx 0,786.$$

2. Определяют α и $\cos^3 \alpha$:

$$\alpha = 37^\circ, \quad \cos^3 \alpha = 0,49.$$

3. Определяют I_α . По табл. $I_\alpha = f(\alpha)$ находят силу света при $\alpha = 38^\circ$ для светильника с условной лампой (I_α)₁₀₀₀ = 214 кд (интерполяцией между значениями силы света для угла $\alpha = 35^\circ$ и 45°); сила света при $\Phi_n = 24\,000$ лк

$$I_\alpha = (I_\alpha)_{1000} \frac{\Phi_n}{1000} = 214 \cdot 24\,000 / 1000 = 5136 \text{ кд}$$

4. Рассчитывают освещенность в горизонтальной плоскости. Принимая ко-

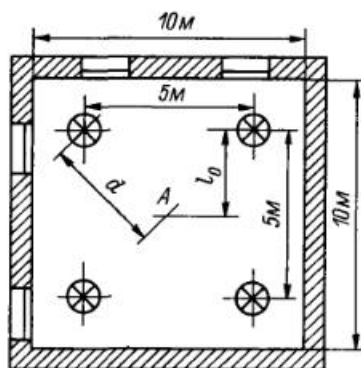


Рис 7.51 К примеру 7.8

эффициент запаса $K_3 = 1,5$ для одного светильника, находим

$$E_r = I_\alpha \cos^3 \alpha / (h_p^2 K_3) = 5136 \cdot 0,49 / (4,5^2 \cdot 1,5) \approx 82,6 \text{ лк.}$$

Так как каждый из четырех светильников создает в расчетной точке одинаковую освещенность, то суммарная освещенность

$$\Sigma E_r = 4E_r = 4 \cdot 82,6 = 330,4 \text{ лк.}$$

5. Рассчитывают освещенность в вертикальной плоскости. Так как расчетная точка, лежащая в вертикальной плоскости, освещается эффективно только двумя светильниками, то освещенность вертикальной плоскости будет

$$E_v = 2E_r d / h_p = 2 \cdot 82,6 \cdot 2,5 / 4,5 \approx 91,8 \text{ лк.}$$

6. Рассчитывают освещенность в наклонной плоскости:

$$E_A = 2E_r \left(\cos \theta + \frac{d}{h_p} \sin \theta \right) = 2 \cdot 82,6 \left(\cos 60^\circ + \frac{2,5}{4,5} \sin 60^\circ \right) = 2 \cdot 82,6 (0,5 + 0,56 \cdot 0,866) = 162,7 \text{ лк}$$

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 ка-

чественных 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

$$P = \frac{aK \cdot 10^3}{L_{pn}} \times \left\{ \sum_{i=1}^n [I_{\omega} \cos \theta_i / (l_i^2 \theta_i^2)]^{3/2} \right\}^{2/3}, \quad (8.1)$$

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; $K=3 \lg L_n - 8,54$ для ламп ДР и ЛЛ (L_n — 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 $L_n = 8220$ кд/м², 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 $L_n = 10\,970$ кд/м²;

$L_{pн}$ — яркость равномерно диффузно отражающей рабочей поверхности, определяемая по формуле

$$L_{pн} = \rho E / \pi \quad (8.2)$$

(здесь E — освещенность, создаваемая светильниками общего освещения в расчетной точке на уровне 0,8 м от пола, без учета отражающих световых потоков, кд/м²; ρ — коэффициент отражения рабочей поверхности),

I_{ai} — 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 вуализирующей пелены) рассчитывается от каждого светильника, находящегося в поле зрения в пределах угла $\theta = 0 \div 50^\circ$, 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 $l_{св}/h_p$ ($l_{св}$ — 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_p . Для светильников с ЛЛ отношение $l_{св}/h_p$ 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

Максимальное допустимое отношение l_{cs}/h_p для ОУ с ЛЛ типа ЛБ, ЛХБ, ЛТБ и ЛЕ

Номер группы по табл 8 1	h_p , м	Максимальное допустимое значение l_{cs}/h_p														
		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, VIIa		
		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

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	—	—	—	+	+	+	+	+	—
	8,8	—	—	—	+	+	1,3	—	—	—	+	+	+	+	+	0,7
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
	8,8	—	—	—	+	+	1,0	—	—	—	+	+	+	+	+	1,0
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
	8,8	1,5	1,3	1,2	+	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_{cb}/h_p .

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_{cb}/h_p 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 ко-

эффициент 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 $l_{cb}/h_p=0,5$); значения l_{cb}/h_p в табл. 8.2—8.5 приведены для квадратных полей расположения световых точек, при их расположении

Максимальное допустимое отношение l_{ca}/h_p для ОУ с ЛЛ типа ЛД и ЛДЦ

Номер группы по табл 81	h_p , м	Максимальное допустимое значение l_{ca}/h_p							
		$P=20$				$P=40$			
		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	+	+	+	+	+	+

Номер группы по табл 8.1	h_p , м	Максимальное допустимое значение l_{cb}/h_p							
		$P=20$				$P=40$			
		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_{cb}/h_p

в виде прямоугольных и ромбических полей $l_{cb} = \sqrt{l_x l_y}$, 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_{cb}/h_p удовлетворяют требованиям норм по ограничению ослепленности, если $h_p \geq 2,5$ м, светильники с люминесцентными лампами групп 4 и 8 при расположении вдоль линии зрения удовлетворяют требованиям норм по

ограничению ослепленности при любых значениях P , h_p и l_{cb}/h_p .

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_{cb}/h_p с учетом разряда

Максимальное допустимое отношение l_{cb}/h_p для ОУ с лампами типа ДРЛ

Номер группы по табл. 8 1	h_p , м	Максимальное допустимое значение l_{cb}/h_p				
		$P=20$		$P=40$		$P=60$
		Разряд зрительной работы по СНиП II 4 79				
		Ia IIa	IIb, в, г, IIIb, в, г	IIIa, IVa, Va	IIIb, в, г, IVb, в, г, Vb, в, г	VI VIIa
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_{cb}/h_p .

и подразряда зрительной работы (см. гл. 3 и СНиП II-4-79) и высоты установки светильников над рабочей поверхностью. При этом необходимо учитывать следующее:

а) значения l_{cb}/h_p 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_{cb}/h_p может быть найдено линейной интерполяцией

Для наружного освещения показатель ослепленности P рассчитывается по формуле [40]

$$P = aC_L \cdot 570 \frac{\beta_{\Sigma}}{K_3 L_n}, \quad (83)$$

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 — коэффициент, зависящий от яркости фона L_n , определяется по графику рис. 8.1; β_{Σ} — суммарная яркость эвулирующей пелены, кд/м^2 ; K_3 — коэффициент запаса установки; L_n — нормирующая средняя яркость установки, кд/м^2

Для наружных установок величина β_{Σ} определяется как суммарная яркость

Максимальное допустимое отношение $l_{св}/h_p$ для ОУ с ЛН и ДРИ

Номер группы по табл. 81	h_p , м	Максимальное допустимое значение $l_{св}/h_p$				
		$P=20$		$P=40$		$P=60$
		Разряд зрительной работы по СНиП 11-4-79				
		Ia, IIa	IIб, в, г, IIIб, 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	+
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

Номер группы по табл. 8.1	$h_p, \text{ м}$	Максимальное допустимое значение $\dot{I}_{\text{св}}/h_p$				
		$P=20$		$P=40$		$P=60$
		Разряд зрительной работы по СНиП II 4 79				
		Ia, IIa	IIb, в, г, IIIb, в, г	IIIa, IVa, Va	IIIb, в, г, IVb, в, г, Vb, в, г	VI, VIIa
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 $I_{\text{св}}/h_p$.

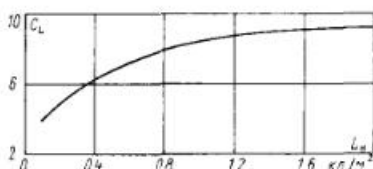


Рис 81 График зависимости коэффициента C_L от яркости фона L_n для расчета показателя ослепленности P

вуалирующей пелены, создаваемая всеми светильниками, находящимися в поле зрения.

$$\beta_{\Sigma} = \sum_{i=1}^M \beta_i, \quad (84)$$

где β_i — яркость вуалирующей пелены, создаваемая i -м рядом светильников, $\text{кд}/\text{м}^2$, 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:

$$\beta_i = \frac{m}{3300[(H-h)^2 + \Delta b_i^2]} [0,88(I_{75^\circ})_i + 0,82(I_{80^\circ})_i + 2,1(I_{85^\circ})_i + 1,55(I_{90^\circ})_i], \quad (85)$$

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 $L_{\text{ист}} \geq 10^6 \text{ кд}/\text{м}^2$ и затем суммируется по всем блеским источникам:

$$\beta = 9,46 \frac{I_{\text{аб}} \cos \theta}{l^2 \theta^2}, \quad (86)$$

где $I_{\text{аб}}$ — сила света блеского источника по направлению к глазу наблюдателя,

кд ; θ — угол действия блеского источника, $^\circ$, 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 минимальной 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 большими, 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-

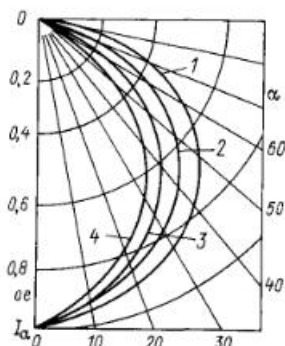


Рис 82 Типовые кривые силы света светильников

1 — $I_0 \cos \alpha$, 2 — $I_0 \cos^{1.43} \alpha$, 3 — $I_0 \cos^2 \alpha$, 4 — $I_0 \cos^3 \alpha$

К определению K_M по формуле (8.7)

Φ_{Σ}/Φ_{ca}	K_M	Подгруппа	Группа светильников и светораспределение			
			I	II	III	IV
			$I_a = I_0 \cos \alpha$	$I_a = I_0 \cos^{1.47} \alpha$	$I_a = I_0 \cos^2 \alpha$	$I_a = I_0 \cos^3 \alpha$
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	—

$\Phi_{\ominus}/\Phi_{\text{св}}$	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

$$K_M = 0,5 \sqrt{\Phi_{\ominus}/\sigma}, \quad (8.7)$$

где Φ_{\ominus} — световой поток светильника в нижнюю полусферу, тыс. лк; σ — площадь выходного отверстия светильника, м² (подсчитывается по фактическим размерам светильника).

С помощью рис. 8.3 по площади и высоте помещения определяется индекс помещения i_n .

По определенным группе и подгруппе светильников для заданных коэффициентов отражения стен ρ_c и пола ρ_n по

табл. 8.7 определяется индекс помещения i_M , при котором обеспечивается нормируемый максимальный допустимый показатель дискомфорта M . Сравнивая i_M с i_n , определяем соответствие требованиям ОУ по комфорту: при $i_n < i_M$ ОУ соответствует требованиям, при $i_n > i_M$ — не соответствует.

В табл. 8.7 приведены индексы помещения по дискомфорту (i_M) в зависимо-

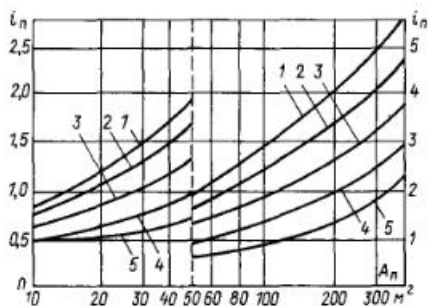


Рис 8.3 Зависимость индекса помещения i_n от площади помещения A_n при различной высоте его h_p
1 — $h_p = 1,8$ м, 2 — 2,1 м, 3 — 2,7 м, 4 — 3,6 м, 5 — 4,5 м

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
Иб	—	—	2,2	1,5	1,1	1,0	+	+	4,2	2,4	+
Ив	—	—	1,5	1,3	1,0	—	+	+	2,6	2,1	+
Иг	—	—	1,3	1,2	—	—	+	4,2	2,2	1,4	+
Ид	—	—	1,2	1,1	—	—	+	3,1	1,4	1,3	+
Ие	—	—	1,2	1,2	—	—	4,2	2,5	1,3	1,2	3,8
Иж	—	—	1,1	1,0	—	—	2,6	2,2	1,2	1,1	2,5
Из	—	—	1,1	1,0	—	—	1,9	1,5	1,2	1,1	2,2
Им	1,6	1,4	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ир	1,4	1,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Иб	1,0	—	+	2,4	1,2	1,1	+	+	+	+	+
Ив	—	—	2,7	2,0	1,1	1,0	+	+	+	+	+
Иг	—	—	2,1	1,4	1,0	—	+	+	+	2,4	+
Ид	—	—	1,4	1,2	—	—	+	+	+	1,5	+
Ие	—	—	1,2	1,0	—	—	+	+	2,1	1,3	+
Иж	—	—	1,1	1,0	—	—	+	3,5	1,4	1,2	+
Из	—	—	1,1	1,0	—	—	+	2,3	1,2	1,1	4,0
ИПа	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ИПв	—	—	+	+	+	1,1	+	+	+	+	+
ИПг	—	—	+	+	1,1	—	+	+	+	+	+
ИПе	—	—	1,2	1,1	—	—	+	+	2,3	1,4	+
ИПж	—	—	+	1,1	—	—	+	+	+	+	+
ИПз	4,5	1,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ИП	1,2	1,0	4,0	2,4	1,3	1,1	+	+	+	3,9	+
ИПп	1,0	—	2,4	1,6	1,2	1,1	+	+	+	2,4	+
ИВи	—	—	+	—	—	—	+	+	+	—	+
ИВк	—	—	—	—	—	—	2,0	1,1	—	—	1,3
ИВл	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—
ИВм	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—

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 (ρ_n) в табл. 8.7 не приводятся, но необходимо иметь в виду, что таблица составлена для помещений с коэффициентом отражения потолка $\rho_n = 0,5 \div 0,7$ (при определении индекса помещения i_n 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 Им, для которых $i_M=1,1$). В случае применения в ОУ светящихся 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 П-4-79 и коэффициент отражения стен составляет не менее 0,3.

Пример 8.1. Для освещения КБ площадью $6 \times 18 \text{ м}^2$, 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 дисккомфорту. Нормируемое значение $M=40$

По табл. 8.6 определяется группа и подгруппа светильников, соответственно Ia 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 $i_n=2,05$. Так как $i_n > i_M$, то светильники типа Л201Б465-03М не обеспечивают нормируемого значения M в данной ОУ

8.4. ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ

Цилиндрическая освещенность (E_c) 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_c 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_c производится с помощью вспомогательных графиков (рис. 8.4—8.7) и индекса помещения.

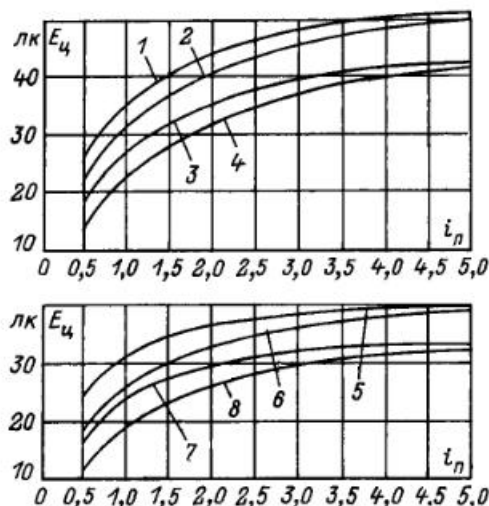


Рис 8.4 График зависимости минимальной цилиндрической освещенности от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0 \cos \alpha$ при удельном световом потоке $F_y = 100 \text{ лм/м}^2$

Кривая	1	2	3	4	5	6	7	8
$h_p, \text{ м}$	3	12	3	12	3	12	3	12
ρ_c	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3
ρ_p	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1

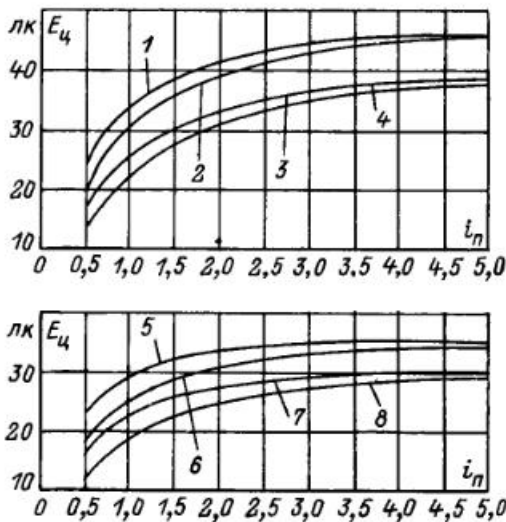


Рис 8.5 График зависимости минимальной цилиндрической освещенности от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = \cos^2 \alpha$ при удельном световом потоке $F_y = 100 \text{ лм/м}^2$

Смысл обозначений кривых — тот же, что на рис 8.4

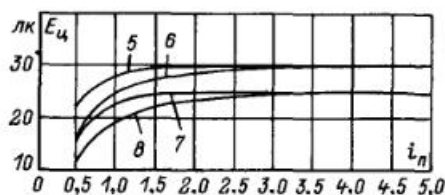
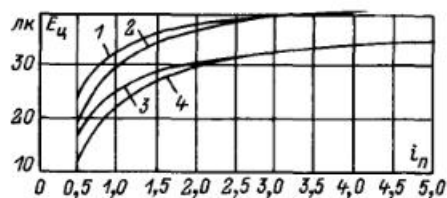


Рис 86 График зависимости минимальной цилиндрической освещенности от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0 \cos^2 \alpha$ при удельном световом потоке $F_v = 100 \text{ лм/м}^2$

Обозначение кривых — см подпись к рис 84

мерной поверхностью, каждый элемент которой имеет светораспределение, соответствующее светораспределению светильника.

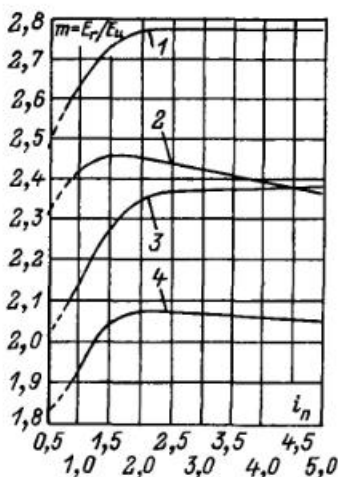


Рис 88 График усредненных значений отношения горизонтальной освещенности к цилиндрической зависимости от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0 \cos \alpha$

Кривая	1	2	3	4
α_c	0,3	0,3	0,5	0,5
α_p	0,1	0,3	0,1	0,3

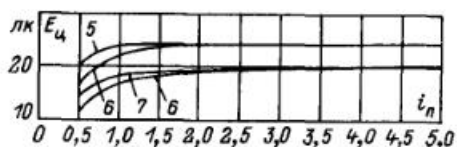
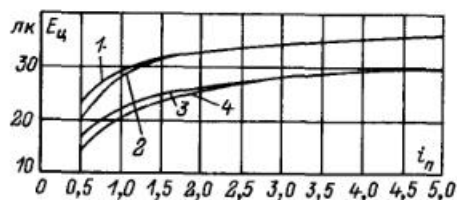


Рис 87 График зависимости минимальной цилиндрической освещенности от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0 \cos^3 \alpha$ при удельном световом потоке $F_v = 100 \text{ лм/м}^2$

2. По нормированной горизонтальной освещенности и графикам отношения E_r/E_α (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 равномерно яркими по всей площади.

2. Светильники заменяются равно-

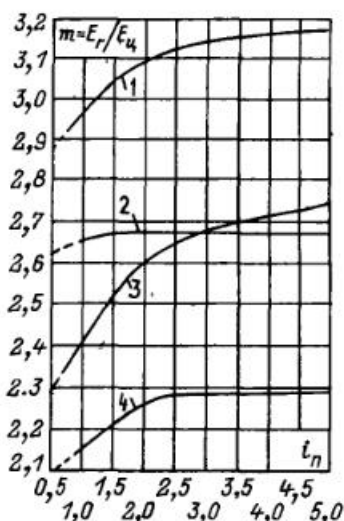


Рис 89 График усредненных значений отношения горизонтальной освещенности к цилиндрической в зависимости от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0 \cos^{1.43} \alpha$

Смысл обозначения кривых — тот же, что на рис 88

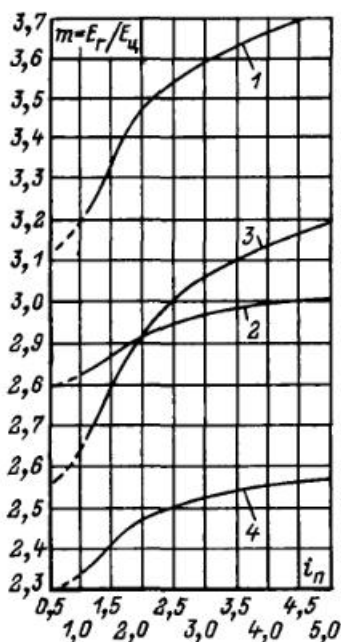


Рис 8.10. График усредненных значений отношения горизонтальной освещенности к цилиндрической в зависимости от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0 \cos^2 \alpha$. Обозначение кривых — см подпись к рис 8.8

3. Светораспределение светильников аппроксимируется зависимостью вида

$$I_\alpha = I_0 \cos^m \alpha, \quad (8.8)$$

где I_0 — сила света в направлении вертикали; I_α — сила света под углом к вертикали.

Значение m определяется по формуле

$$m = 2\pi I_0 / \Phi_\sigma - 1, \quad (8.9)$$

где Φ_σ — световой поток светильника в нижнюю полусферу; для светильников прямого света $\Phi_\sigma = 1000\eta$; η — КПД светильника.

Расчет цилиндрической освещенности по индексу помещения

Минимальная цилиндрическая освещенность может быть рассчитана непосредственно по графикам (рис. 8.4—8.7) зависимости цилиндрической освещенности E_c от индекса помещения i_n , рассчитываемого по высоте установки светильников над полом при удельном

световом потоке $\Phi_n = 100 \text{ лм/м}^2$, 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, Φ_y определяется выражением

$$\Phi_y = \frac{n\Phi_n\Phi_{св}}{1000S}, \quad (8.10)$$

где n — общее число ламп, установленных во всех светильниках; Φ_n — световой поток лампы, лм; $\Phi_{св}$ — световой поток светильника для условной лампы

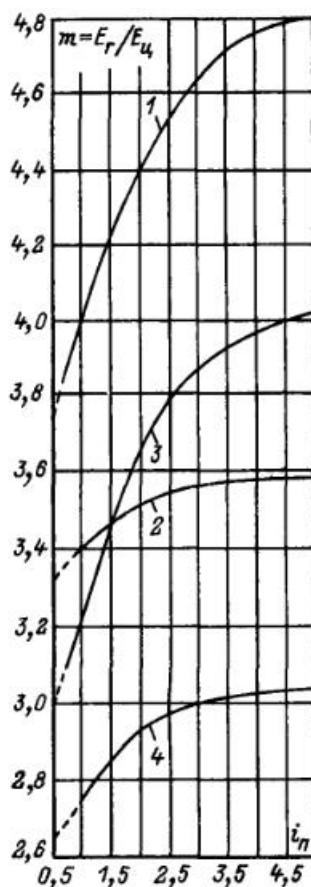


Рис 8.11. График усредненных значений отношения горизонтальной освещенности к цилиндрической в зависимости от индекса помещения для светораспределения $I_\alpha = I_0 \cos^3 \alpha$. Обозначение кривых — см подпись к рис 8.8

с потоком 1000 лм; S — площадь потолка помещения, м^2 .

Для светильников, излучающих часть светового потока в верхнюю полушфору, удельный световой поток Φ_y определяется формулой

$$\Phi_y = \frac{n\Phi_n(\Phi_n + \Phi_n\rho_n)}{1000S}, \quad (8.11)$$

где Φ_n , Φ_n — соответственно световой поток светильника в нижнюю и верхнюю полушферы для условной лампы с потоком $\Phi = 1000$ лм; ρ_n — 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 $\rho_n = 0,5$.

Последовательность расчета минимальной цилиндрической освещенности по индексу помещения с использованием графиков на рис. 8.4—8.7 такова:

1. Определяется индекс помещения по формуле

$$i_n = \frac{S}{h_p(A+B)}, \quad (8.12)$$

где h_p — 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_n , высоты установки светильников над полом h_p и коэффициентом отражения стен ρ_c и пола ρ_n находится минимальная цилиндрическая освещенность $(E_n)_{100}$ при удельном световом потоке $\Phi_y = 100$ лм/м².

4. Если заданная высота установки светильников над полом имеет промежуточное значение 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 Φ_y .

6. Определяется минимальная цилиндрическая освещенность E_n по формуле

$$E_n = \frac{(E_n)_{100} \Phi_y}{1000K_z}, \quad (8.13)$$

где K_z — коэффициент запаса.

Расчет цилиндрической освещенности по горизонтальной освещенности

Для определения цилиндрической освещенности по нормированной горизонтальной освещенности служат графики усредненных значений отношения горизонтальной освещенности к цилиндрической (рис. 8.8—8.11).

Расчет цилиндрической освещенности по нормируемой горизонтальной освещенности сводится к следующему:

1. Как и в приведенном выше случае, определяются индекс помещения i_n и характер светораспределения светильника.

2. По соответствующему графику рис. 8.8—8.11 для найденного светораспределения, индекса помещения i_n и отражающих свойств поверхностей ρ_n , ρ_c , ρ_p находится отношение горизонтальной освещенности к цилиндрической.

3. По известной (расчетной) горизонтальной освещенности определяется минимальная цилиндрическая освещенность

$$E_n = E_r/m. \quad (8.14)$$

Пример 8.2. Вестибюль размерами 12×7 и высотой 3 м освещается девятью светильниками типа Л201Г240-22, размещенными равномерно по потолку помещения. В светильниках установлены люминесцентные лампы типа ЛБ. Коэффициенты отражения стен и пола равны соответственно 0,5; 0,3. Рассчитать цилиндрическую освещенность при коэффициенте запаса $K_z = 1,5$.

Решение. 1. Определяется индекс помещения

$$i_n = \frac{S}{h_p(A+B)} = \frac{12 \times 7}{3(12+7)} \approx 1,5.$$

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 $i_n = 1,5$, коэффициентов отражения стен $\rho_c = 0,5$ и пола $\rho_p = 0,3$ и высоты $h_p = 3$ м по графику рис. 8.4 определяется минимальная цилиндрическая освещенность $(E_u)_{100} = 40$ лк.

4. По формуле (8.10) определяется фактический удельный световой поток светильников Φ_y , 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 м²:

$$\Phi_y = \frac{n\Phi_{\text{л}}\Phi_{\text{св}}}{1000S} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 3200 \cdot 600}{1000 \cdot 84} \approx 470 \text{ лм/м}^2.$$

5. По формуле (8.13) определяется минимальная цилиндрическая освещенность

$$E_u = \frac{(E_u)_{100} \Phi_y}{100K_s} = \frac{40 \cdot 470}{100 \cdot 1,5} = 125 \text{ лк.}$$

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 $E_r = 300$ лк. Рассчитать цилиндрическую освещенность.

Решение. 1. Определяется индекс помещения

$$i_n = \frac{S}{h_p(A+B)} = \frac{24 \cdot 12}{3,2(24+12)} = 2,5;$$

здесь $h_p = H - a$.

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 $i_n = 2,5$; $\rho_c = 0,3$ и $\rho_p = 0,1$ находится отношение

$$E_r/E_u = 2,77.$$

4. Цилиндрическая освещенность в расчетной точке определяется по формуле

$$E_u = \frac{E_r}{m} = \frac{300}{2,77} = 110 \text{ лк.}$$

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 ($K_{\text{ни}}$) и коэффициент пульсации освещенности на рабочих местах ($K_{\text{п}}$) определяются по формулам:

$$K_{\text{ни}} = \frac{\Phi_{\text{max}} - \Phi_{\text{min}}}{2\Phi_{\text{cp}}}; \quad (8.15)$$

$$K_{\text{п}} = \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{2E_{\text{cp}}},$$

где Φ_{max} (E_{max}) и Φ_{min} (E_{min}) — соответственно максимальное и минимальное значение светового потока (освещенности) за период колебания; Φ_{cp} (E_{cp}) — среднее значение светового потока (освещенности) за тот же период.

Значения $K_{\text{ни}}$ для некоторых источников света и различных схем их включения приведены в табл. 8.8 и 8.9. Ограничение значений $K_{\text{ни}}$ достигается применением специальных схем включения источников света или соответствующей фазировкой светильников в ОУ.

Ограничение $K_{\text{п}}$ 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);

Значения $K_{пн}$ для различных ламп и различных способов их включения

Тип лампы	Значение $K_{пн}$, %, для			
	одной лампы	двух ламп в схеме с отстающим и опережающим 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 $K_{пн}$ для РЛВД

Тип РЛВД	Значение $K_{пн}$, %, 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 $K_{пн}$ 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_p , при которых соблюдаются нормированные значения $K_{пн}$ (через b в таблице обозначено расстояние между рядами светильников; если численное значение отношения $l_{св}/h_p$ приведено в виде дроби, то числитель относится к полям прямоугольной формы, а знамена-

тель — к шахматному расположению светильников).

В случаях, не указанных в табл. 8.11 и 8.12, производится вычисление $K_{пн}$ в той точке расположения рабочих мест, где $K_{пн}$ 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 $K_{пн\text{табл}}$, которое представляет собой пульсацию освещенности в ОУ, если лампы имеют условный $K_{пн} = 100$ %. Коэффициент пульсации в ОУ с источником света, имеющим реальную пульсацию светового потока $K_{пн} \neq 100$ %, определяется (в процентах) соотношением

$$K_{пн} = K_{пн} K_{пн\text{табл}} / 100. \quad (8.16)$$

Пример 8.5. Помещение освещается одноламповыми светильниками с ЛЛ типа ЛБ, включаемыми поочередно в три

Условия, при которых соблюдается нормативный коэффициент пульсаций для ЛЛ

Расположение светильников с ЛЛ и схема включения ламп	Нормированное значение K_n , %, не более			
	10	15	20	30
При любом расположении светильников 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 и 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 линии с поочередным включением светильников в разные фазы сети, число ламп в светильнике кратно двум с включением половины 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, при которых соблюдается нормативный коэффициент пульсаций для РЛВД

Тип РЛВД	Число светильников в световой точке, подключенных к разным фазам	Нормированное значение K_n , %, 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 ($K_{nн} = 25\%$). Определить K_n 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 опреде-

ляется $K_{n\text{табл}}$, для этого в первом столбце находится строка с $E_{111} = 20\%$; двигаясь вправо вдоль этой строки до столбца $E_{11} = 40\%$, находим $K_{n\text{табл}} = 49,5$. Коэффициент пульсации ОУ определяется по формуле (8.16):

$$K_n = \frac{25 \cdot 49,5}{100} = 12,37\%$$

Условия фазировки ламп и величина l_{ca}/h_p , при которых обеспечивается нормативный коэффициент пульсаций

Число рядов	Расположение и фазировка светильников*	$\frac{b}{h_p}$	Наибольшие значения l_{ca}/h_p , 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
2 и более	Одиночные светильники 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 первый ряд $AB-CA-BC-AB-CA-BC$	1,8	0,2/0,45	0,6	0,75	1,0
		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
2 и более	Одиночные светильники: первый ряд $A-B-C-A-B-C$	0,3	0,55/0,75	0,7/0,9	0,9/1,0	1,2
		0,45	0,3/0,65	0,65/0,75	0,9/0,9	1,2
		0,5	0,5	0,65	0,75	1,1
	второй ряд $B-C-A-B-C-A$ и т. д.	0,75	0,45	0,6	0,7	0,85
		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 светильниковКоэффициент $K_{п. табл.}$ 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	—	—	—

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	39,5	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 являют-

ся: автодороги, пешеходные дорожки, подъезды к зданиям, предзаводские участки, не относящиеся к территории города, двory, 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 ($\text{кд}/\text{м}^2$), 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 $L_n \leq 0,4 \text{ кд}/\text{м}^2$ или при норме средней освещенности $E_n \leq 0,4 \text{ лк}$.

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 широкими — 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 определению 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 пружинных расchetов этих конструкций и самих тросов на прочность.

Ниже приводится порядок светотехнических расchetов 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 наиболее выгодные с учетом требований к качеству освещения.

Расчет по средней освещенности

В зависимости от того, какая средняя величина устанавливается нормами: яркость дорожного покрытия (L_{cp}) или освещенность (E_{cp}), — используются те или иные формулы расчета методом коэффициента использования.

В общем случае, когда расчетная точка освещается одновременно све-

Светильники для наружного 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	IP23		9.2	0,3	3,0	70	ДРЛ250, ГОСТ 16354 74	Е40ДК-07, ТУ 16-535 455-78	0,85
РКУ01-250-009-У1			9.3						
РКУ01-250-011-У1			9.4						
ЖКУ01-250-004-У1	9.5	0,35	4,0	75					
ЖКУ01-400-002-У1									
ЖКУ02-400-003-УХЛ1	IP23		9.6	0,35		65			
ЖКУ02-400-004-УХЛ1			9.7						
РКУ03-250-001-У1	IP23	Ш, Б	9.8	0,3	3,0	75			
РКУ03-250-002-У1			9.9						
РКУ03-400-003-У1			9.8						
РКУ03-400-004-У1			9.9						
ГКУ03-250-001-У1	IP23		9.12	0,35	4,0	65			
ГКУ03-250-002-У1			—						
ГКУ03-400-003-У1			9.12						
ГКУ03-400-004-У1			—						
ЖКУ03-250-001-УХЛ1	IP23		9.10			65			
ЖКУ03-250-002-УХЛ1			9.11						
ЖКУ03-400-003-УХЛ1			9.10						
ЖКУ03-400-004-УХЛ1			9.11						
РКУ06-125-001-У1	IP23	—	9.13	0,22	3,0	75	Е27ЦКБ-04, ТУ 16-535.455-78		
РКУ07-80-001-У1			9.14						
РКУ07-80-002-У1	IP23	Ш, Б	9.16	0,3	3,5	65	ДРЛ80 ДРЛ80 ДРЛ125 ДРЛ125	Е27Н-12К-0,5, ТУ 16-545 312-80	
РКУ07-125-001-У1			9.15						
РКУ07-125-002-У1			9.17						

Тип светильника	Степень защиты по ГОСТ 17677—82	Свето-распределение по ГОСТ 17677—82	Тип КСС по рис	Максимальный коэффициент пользования по освещенности, не менее	Максимальный коэффициент усадки, не менее	КПД, %, не менее	Тип лампы	Тип патрона	Коэффициент мощности, не менее
ЖКУ07-70-001-УХЛ1 ЖКУ07-70-002-УХЛ1 ЖКУ07-100-001-УХЛ1 ЖКУ07-100-002-УХЛ1	IP53	Ш, Б	—	4,0	0,3	65	ДНаТ700	Е27Н-12К-05, ТУ 16-545 312-80	0,85
	IP23					75	ДНаТ70		
	IP53					65	ДНаТ100		
	IP23					75	ДНаТ100		
ЖКУ08-150-001-УХЛ1 ЖКУ08-150-002-УХЛ1 ЖКУ08-150-001-УХЛ1 ЖСУ08-150-002-УХЛ1 PCY08-250-001-У1 PCY08-250-002-У1	IP53	Ш, Ц	9 18	4,0	0,33	65	ДНаТ150	Е40ДК-07	—
	IP23			4,1	0,35	75	ДНаТ150		
	IP53		4,0	0,31	65	ДНаТ150			
	IP23		4,1	0,33	75	ДНаТ150			
	IP53		3,6	0,30	65	ДРЛ250			
	IP23		3,8	0,32	75	ДРЛ250			
HKY01 × 200/Д23-02-У1 HKY01 × 200/Д23-01-У1	IP23	—	9 20	2,1	0,3	75	Г220-200	Е27ЦКБ-01	—
	СЗПР-250МН-С-У1 СЗПР-250МН-Ц-У1 СЗПР-250МН-Б-У1 СЗПР-250МН-П-У1	IP53	С	9 21	1,5	0,23	60	ДРЛ250	Е49ДК-07
Ц			9 22	3,0	0,23				
Б			9 24	2,5	0,28				
П			9 23	2,0	0,23				
РГУ01-125/С53-01-У1 РГУ01-250/С53-02-У1 РГУ02-250-008-У1	IP53	—	9 25	—	0,14	65	ДРЛ125	Е27ЦКБ-04	0,85
		—	9 26					Е40ДК-07	
		С	9 27					АКИ220-1-04-02	
ИСУ01-2000-002-У1	IP64	К	9 28	15,0	—	65	КГ 220-2000-4	—	—
ИСУ02-5000/К23-01-УХЛ1	IP23	К	9 29	15,0	—	63	КГ220-5000-1-ХЛ1	—	—

Светильники для наружного освещения (дополнение к техническим данным)

Тип светильника	Технические условия	Габаритные размеры, мм			Мас са, кг	Тип пускорегулирующего аппарата	Завод изготовитель
		L	B	H			
РКУ01-250-007-У1		870	420	213	10,8	ИИ25037-110(100)-ХЛ12, ТУ16-535 908-82	Лихославльский завод «Светотехника», Пензенская горэлектросеть
РКУ01-250-009-У1		944	420	213	11,2		
РКУ01-250-011-У1		1090	375	220	10,0		
ЖКУ01-250-004-У1					11,2	ИИ250П36-000-УХЛ12, ТУ16-545 393-82	
ЖКУ01-400-002-У1					13,0		
ЖКУ02-400-003-УХЛ1		860	405	325	18,0	ЛДБИ-400ДНаТ/220В-В-009-У2, ТУ16-545 944-79	
ЖКУ02-400-004-УХЛ1		850	405	208	18,0		
РКУ03-250-001-У1	ТУ16-545.386-82	925	365	330	10,5	ИИ250Н37-110(100)-ХЛ12, ТУ16-535 908-82	Лихославльский завод «Светотехника»
РКУ03-250-002-У1		915	365	205	9,6		
РКУ03-400-003-У1		925	365	330	13,0	ИИ400Н37-110(100)-ХЛ12, ТУ16-535 908-82	
РКУ03-400-004-У1		915	365	205	12,1		
ГКУ03-250-001-У1		925	365	330	11,6	ИИ250А36-301-УХЛ2, ТУ16-545 631-81	
ГКУ03-250-002-У1		915	365	205	10,9		
ГКУ03-400-003-У1		925	365	330	13,3	ИИ400А36-303-УХЛ2, ТУ16-545 631-81	
ГКУ03-400-004-У1		915	365	205	12,1		
ЖКУ03-250-001-УХЛ1		925	365	330	11,8	ИИ250П36-000-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	
ЖКУ03-250-002-УХЛ1		915	365	205	10,9		
ЖКУ03-400-003-УХЛ1		925	365	330	13,6	ИИ400А36-303-УХЛ2, ТУ16-545 631-81	
ЖКУ03-400-004-УХЛ1		915	365	205	13,0		
РКУ06-125-001-У1	ТУ34-10930-85	710	262	125	8,0	ЛДБИ-125-ДРЛ/220В-033-ХЛ12, ТУ16-535 908-74	Новосельевский завод линейной и подстанционной аппаратуры

Тип светильника	Технические условия	Габаритные размеры, мм			Масса, кг	Тип пускорегулирующего аппарата	Завод-изготовитель
		L	B	H			
РКУ07-80-001-У1 РКУ07-80-002-У1		640	—	315	6,0	ИИ80А36-200-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	Маралинский завод светотехнического электрооборудования «ПО «Дуяс»
		640		190			
РКУ07-125-001-У1 РКУ07-125-002-У1	ТУ16-676 085-85	640	—	315	6,0	ИИ25А36-200-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	
		640		190			
ЖКУ07-70-001-УХЛ1 ЖКУ07-70-002-УХЛ1		640	—	315	6,5	ИИ70А36-000-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	
		640		190			
ЖКУ07-100-001-УХЛ1 ЖКУ07-100-002-УХЛ1		640	—	315	7,0	ИИ100А36-000-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	
		640		190			
ЖКУ08-150-001-УХЛ1 ЖКУ08-150-002-УХЛ1		660	—	256	11,0 10,0	ИИ150А36-000-УХЛ2, ТУ16-545.393-82	Лихославльский завод «Светотехника»
ЖСУ08-150-001-УХЛ1 ЖСУ08-150-002-УХЛ1	ТУ16-545.386-82	—	—	—	10,0 9,5	ИИ150А36-000-УХЛ2, ТУ16-545 393-82	
РСУ08-250-001-У1 РСУ08-250-002-У1		560	—	351	9,5 9,0	ИИ250Н37-110(100)-ХЛ2, ТУ16-545.908-82	Пензенский электромеханический завод, Новосельский завод арматуры
НКУ01×200/Д23-02-У1 НКУ01×200/Д23-01-У1	ТУ34-27-10930-85	582	262	125	4,2	—	
СЭПР-250МН (С, Ц, Б, П)	ТУ16-545 386-82	500	Ø400	—	7,0	ИИ250Н37-001-УХЛ1, ТУ16-532 908-82	Лихославльский завод «Светотехника»
РТУ01-125/С53-01-У1 РТУ01-125/Д53-01-У1	ТУ16-545 020-81	430	Ø440	—	6,4 6,0	—	
РТУ02-250-008-У1 ИСУ01-2000-002-У1 ИСУ01-5000/К23-01-УХЛ1	ТУ16-545 020-81 ТУ16-535 527-82 ТУ16-535 527-82	815	Ø540	—	11,9 8,0 20,1	ИДБИ-250ДРЛ/220В-033-ХЛ2 — —	
		310		415			
		267	816	582			

тильниками, расположенными в несколько рядов, причем на каждой опоре (точке подвеса) может быть расположено n светильников, расчет производится по формулам [40]

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{\pi D b K_3} \sum_{i=1}^M U_{E_i} \Phi_{\text{ли}} N_i \quad (9.1)$$

при нормированной средней освещенности и

$$L_{\text{ср}} = \frac{1}{\pi D b K_3} \sum_{i=1}^M U_{L_i} \Phi_{\text{ли}} N_i \quad (9.2)$$

при средней яркости дорожного покрытия.

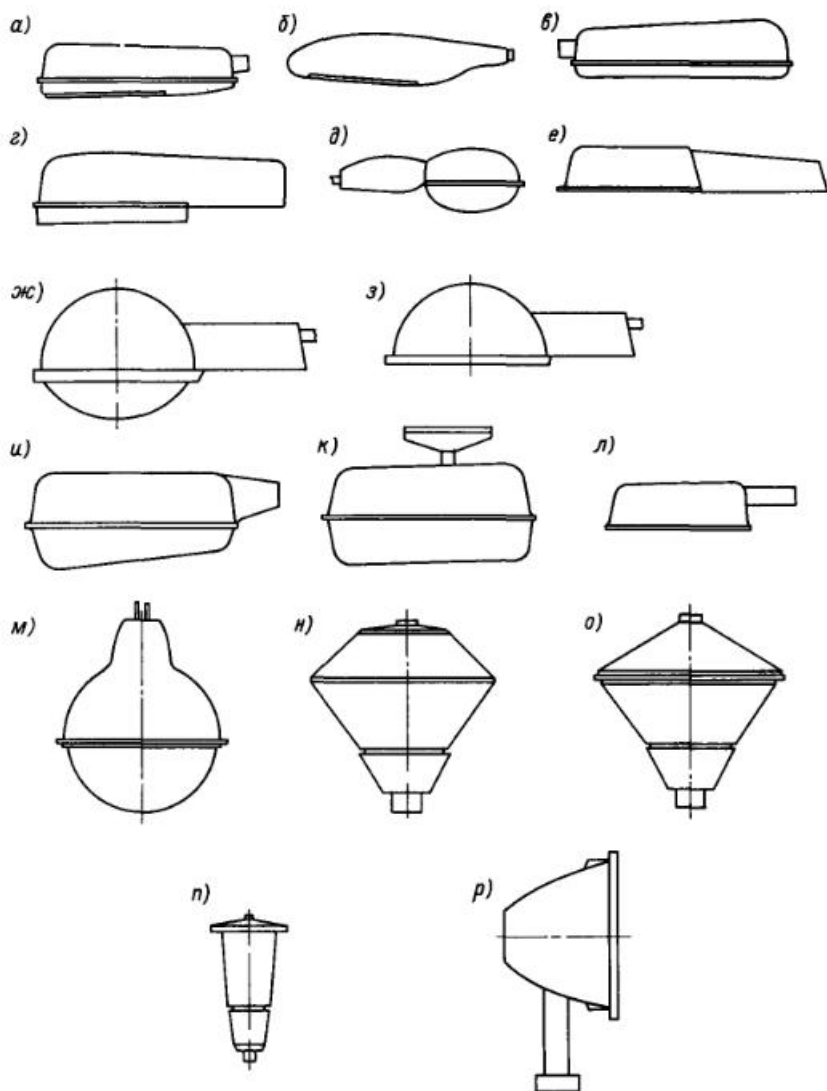


Рис 9.1. Внешний вид светильников типа: а — РКУ01-250-007-У1 и РКУ01-250-009-У1, б — РКУ01-250-011-У1, в — ЖКУ01-250-004-У1 и ЖКУ01-400-002-У1, г — ЖКУ02-400-003-УХЛ1 и ЖКУ02-400-004-УХЛ1, д — РКУ03, ГКУ03, ЖКУ03; е — РКУ06-125-001-У1; ж — РКУ07, ЖКУ07, модификация 001; з — РКУ07, ЖКУ07, модификация 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

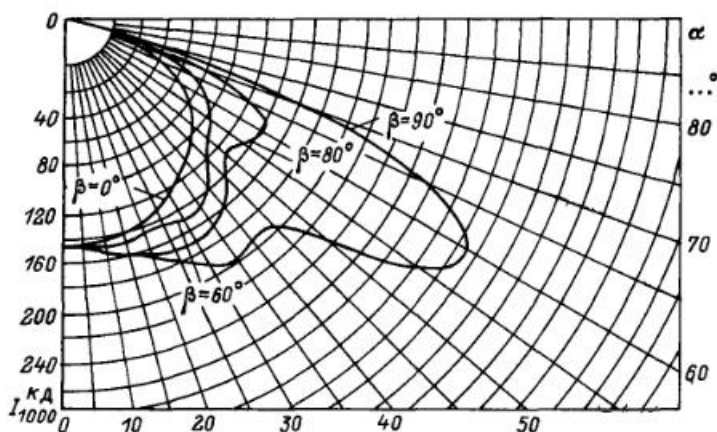


Рис 9.2 Кривые силы света светильников типа РКУ01-250-007-У1 и РКУ01-250-009-У1
Здесь и далее, до рис 9.29 включительно кривые силы света приводятся для условной лампы со световым потоком 1000 лм

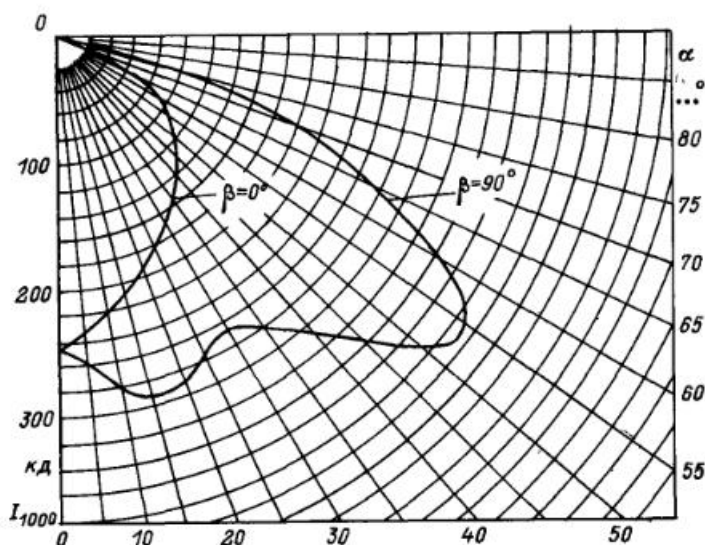


Рис 9.3 КСС светильников типа РКУ01-250-011-У1

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_3 — коэффициент запаса; U_{E_i} , U_{L_i} — коэффициенты использования светового потока по освещенности и по яркости для i -го ряда светильников; Φ_{ni} — световой поток светильника i -го ряда, лм, N_i — число све-

тильников 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.

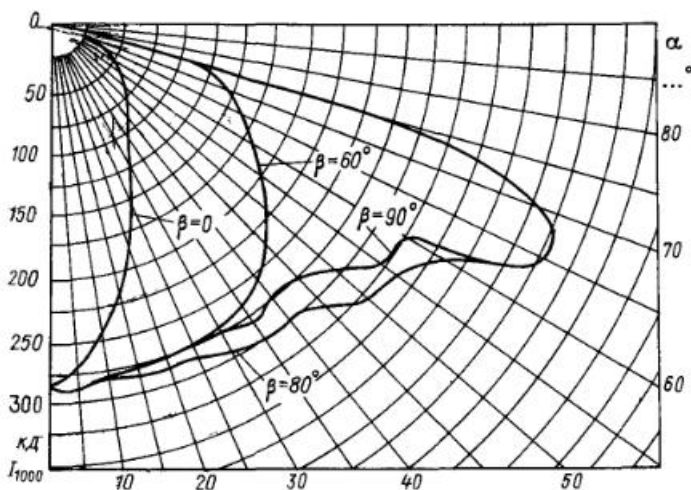


Рис 9.4 КСС светильников типа ЖКУ01-250-004-У1

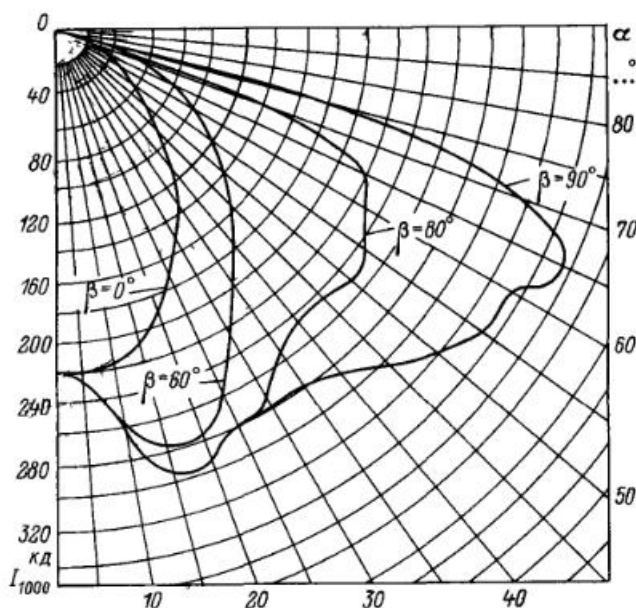


Рис 9.5. КСС светильников типа ЖКУ01-400-002-У1

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

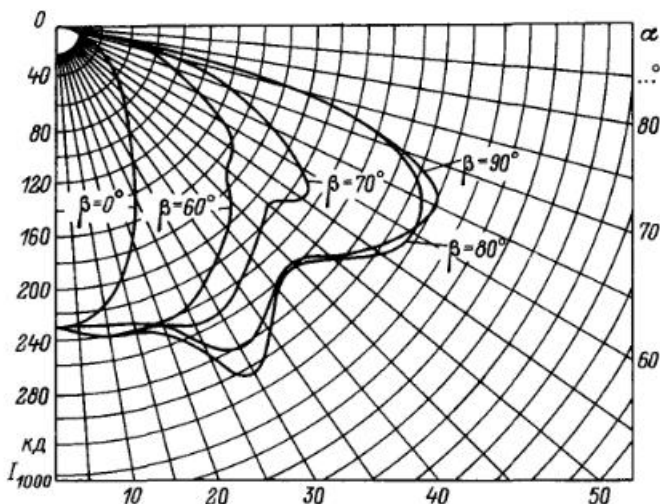


Рис 96 КСС светильников типа ЖКУ02-400-003-УХЛ1

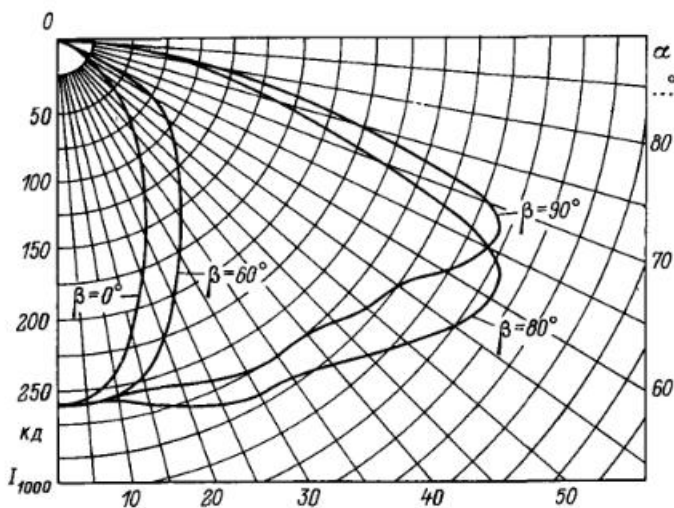


Рис 97 КСС светильников типа ЖКУ02-400-004-УХЛ1

светильников в табл. 9.5 и 9.6 приведены коэффициенты использования основного потока в направлении $\beta = 0$ и потока, направленного в противоположную сторону ($\beta = 180^\circ$).

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:

$$D = \frac{\Phi_n U_E N}{E_{cp} K_3 b}; \quad (9.3)$$

$$D = \frac{\Phi_n U_L N}{\pi L_{cp} K_3 b}. \quad (9.4)$$

Необходимое число светильников N , расположенных равномерно по перимет-

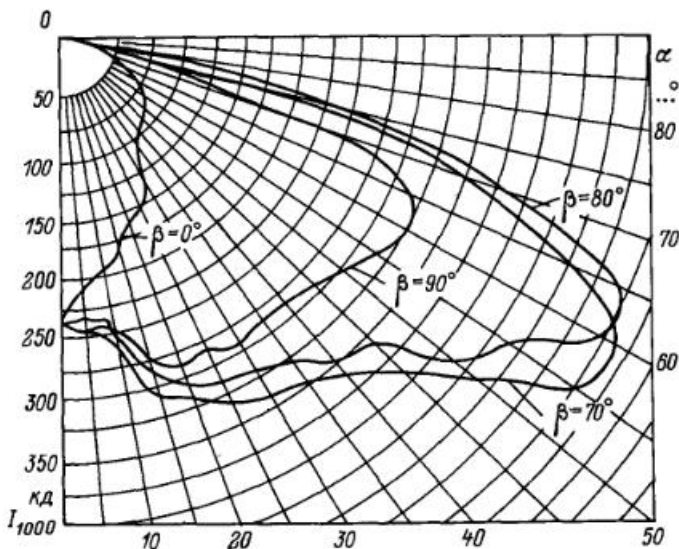


Рис. 98 КСС светильников типа РКУ03-250-001-У1 и РКУ03-400-003-У1

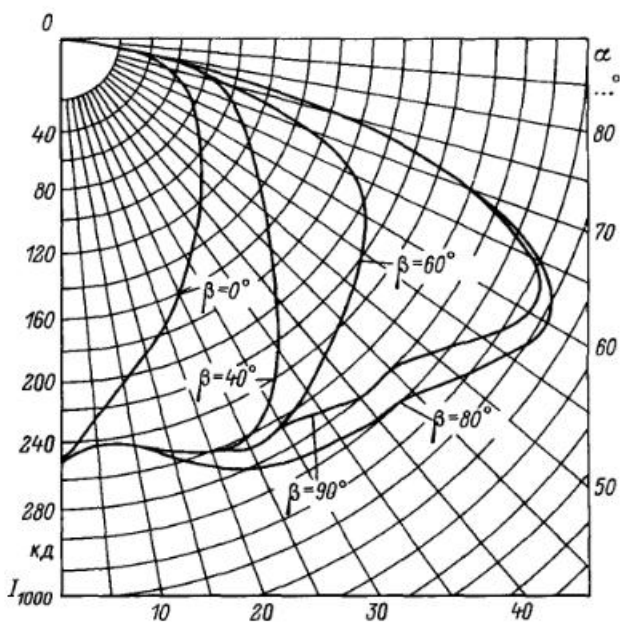


Рис. 99 КСС светильников типа РКУ03-250-002-У1 и РКУ03-400-004-У1

ру больших площадей, рассчитывается по формуле

$$N = \frac{E_{\text{ср}} S K_3}{U_E \Phi_n}, \quad (9.5)$$

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-

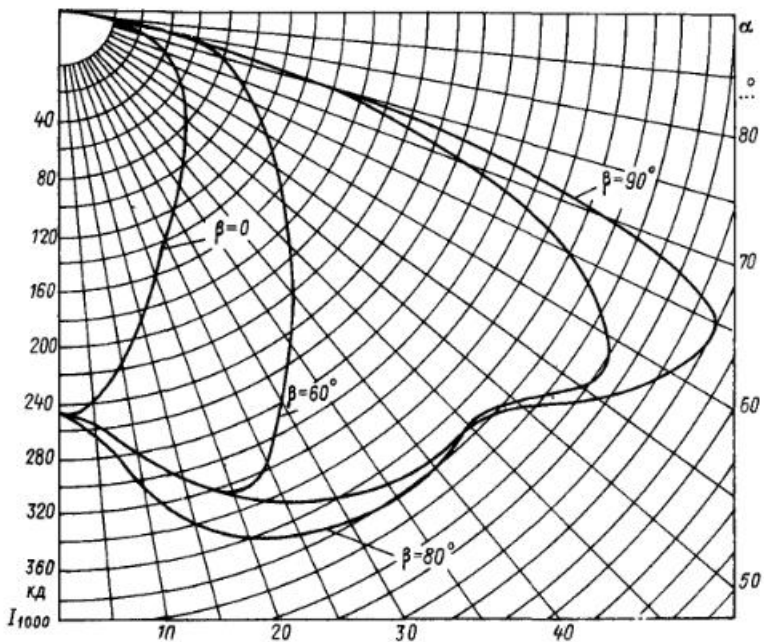


Рис 9 10 КСС светильников типа ЖКУ03-250-001-УХЛ1 и ЖКУ03-400-003-УХЛ1

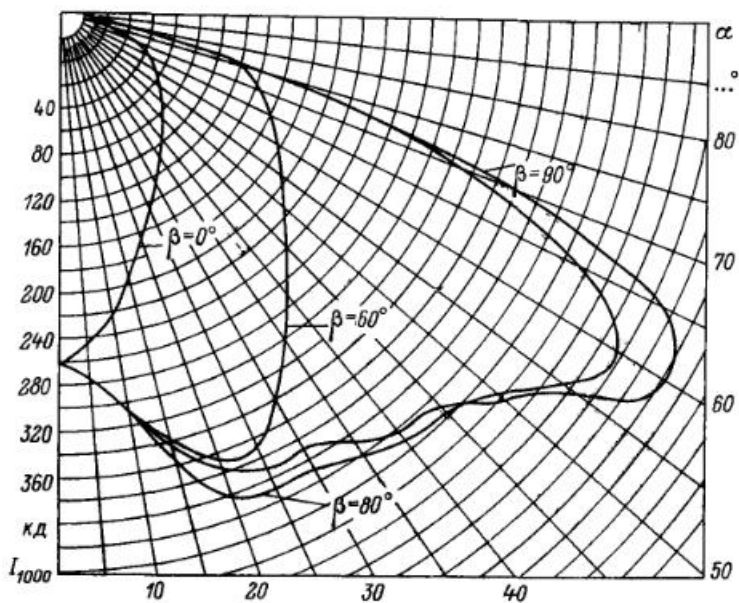


Рис 9 11 КСС светильников типа ЖКУ03-250-002-УХЛ1 и ЖКУ03-400-004-УХЛ1

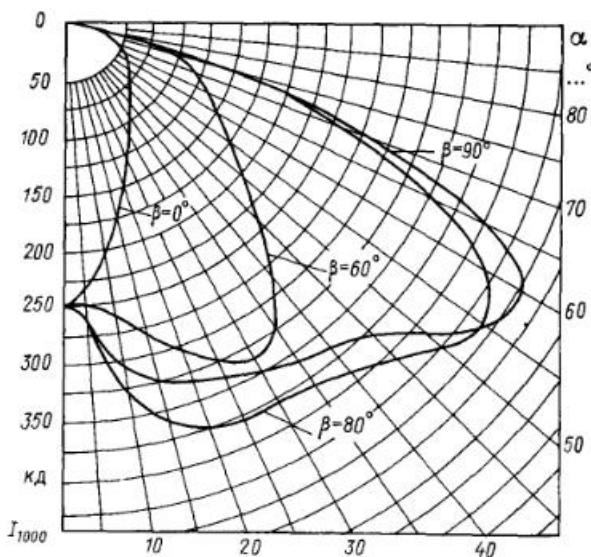


Рис 9.12 КСС светильников типа ГКУ03-250-001-У и ГКУ03-400-003 У

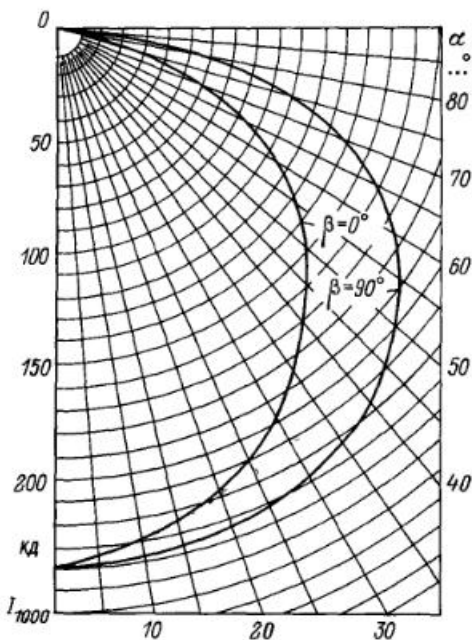


Рис 9.13 КСС светильников типа РКУ06-125-001-У1

на ДРЛ125 ($\Phi_n = 6300$ лм). Требуемая нормативная освещенность 2 лк. Определить шаг светильников.

Решение. 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 $b_1/h = b/(2h) = 8/(2 \times 8) = 0,5$ 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):

$$D = \frac{\Phi_n U_E N}{E_{\text{ср}} K_3 b} = \frac{6300 \cdot 0,162 \cdot 1}{2 \cdot 1,5 \cdot 8} = 42,5 \text{ м.}$$

Пример 9.2. Светильники типа РКУ01-250-011 с лампами ДРЛ250(6)-4 ($\Phi_n = 13000$ лм) установлены на опорах высотой 8 м в ряд вдоль освещаемой дороги шириной 8 м на расстоянии $b_2 = 4$ м от нее. Расстояние между опорами 20 м. Определить среднюю освещенность на дороге.

Решение. Задача соответствует расположению светильников III, приведенному на рис. 9.31, а, и решается следующим образом:

1. Определяется коэффициент ис-

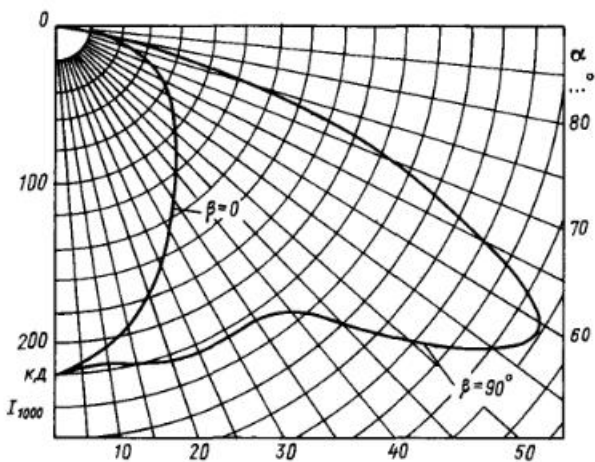


Рис. 9.14 КСС светильников типа РКУ07-80-001-У1

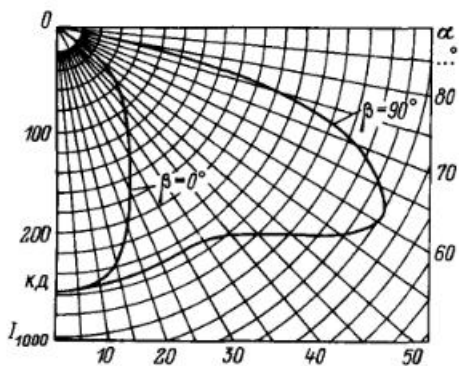


Рис 9.15 КСС светильников типа РКУ07-125-001-У1

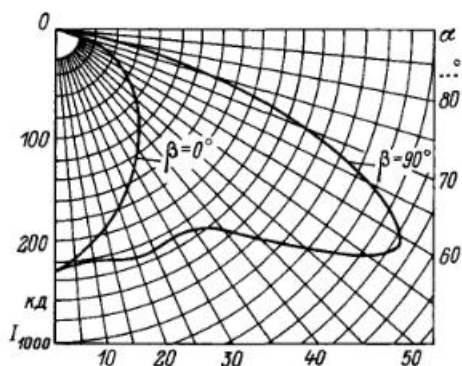


Рис 9.16. КСС светильников типа РКУ07-80-002-У1

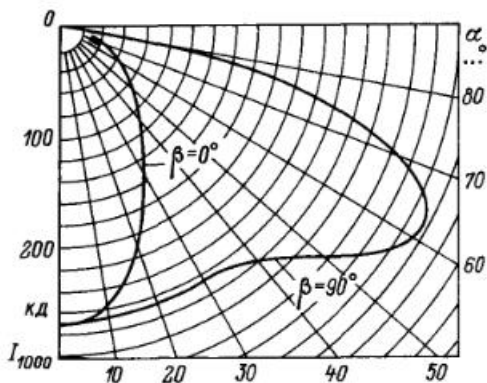


Рис 9.17 КСС светильников типа РКУ07-125-002-У1

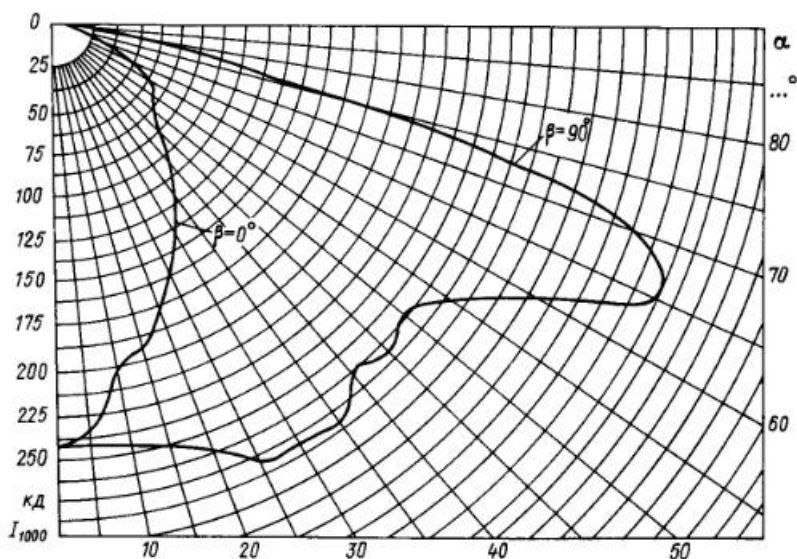


Рис 9.18 КСС светильников серии ЖКУ08 и ЖСУ08

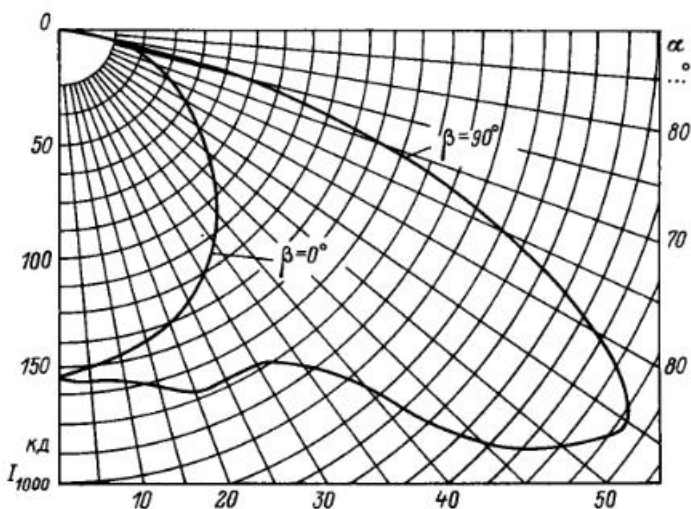


Рис 9.19 КСС светильников серии РСУ08

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 находим $U_2 = f(b_2/h) = 0,28$. При этом $U_E = 0,33 - 0,28 = 0,05$.

2. По формуле (9.1), записанной для одного ряда светильников, определяется освещенность на дороге

$$E = \frac{\Phi_n U_E}{D b K_3} = \frac{13\,000 \cdot 0,05}{20 \cdot 8 \cdot 1,5} = 0,27 \text{ лк.}$$

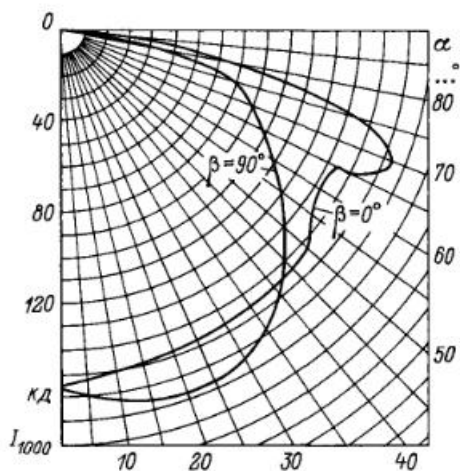


Рис 9 20 КСС светильников серии НКУ01

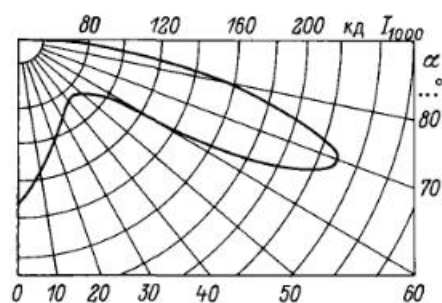


Рис 9 21 КСС светильников типа СЗПР-250МН-С

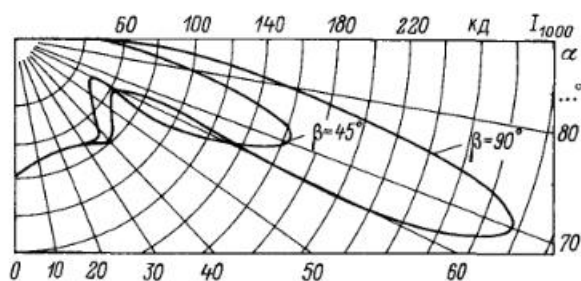


Рис 9 22 КСС светильников типа СЗПР-250МН-Ц

Таблица 9 3

Высота установки светильников с защитным углом до 15°

Светораспределение светильников	Наибольший световой поток в светильниках, установленных на одной опоре, лм	Наименьшая высота установки светильников, м	
		при лампах накаливания	при разрядных 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

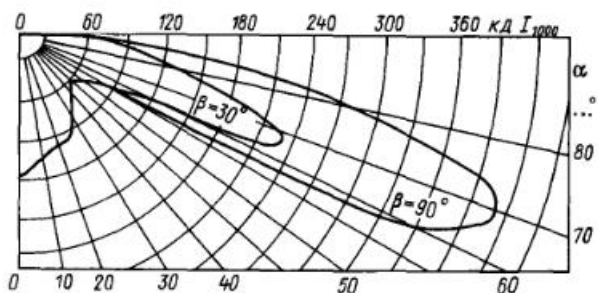


Рис 9 23 КСС светильников типа СЗПР-250МН-П

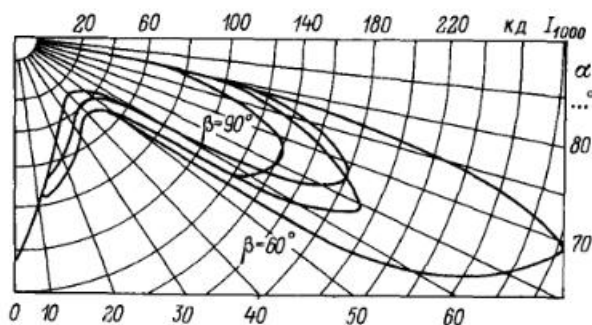


Рис 9 24 КСС светильников типа СЗПР-250МН-Б

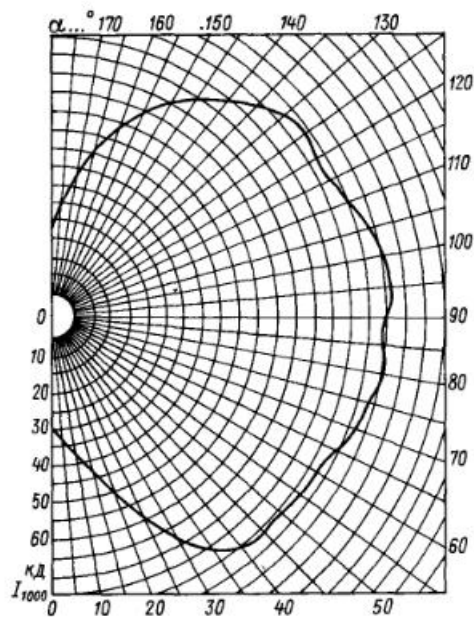


Рис 9 25 КСС светильников типа РТУ01-125/С53-01-У1

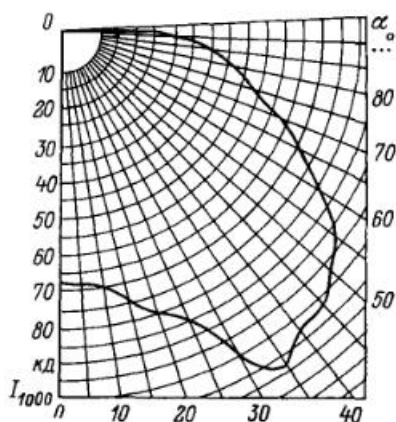


Рис 9 26 КСС светильников типа РТУ01-250/С53-02-У1

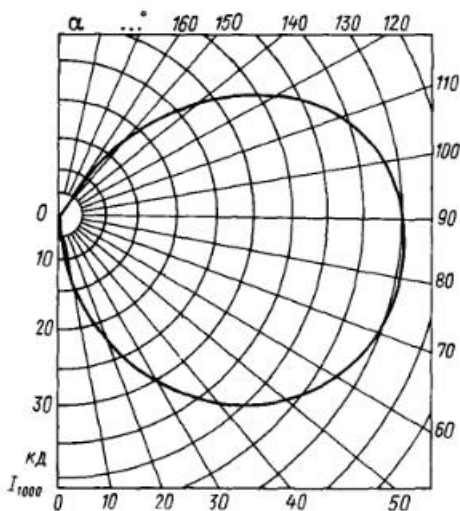


Рис 9.27 КСС светильников типа РТУ02

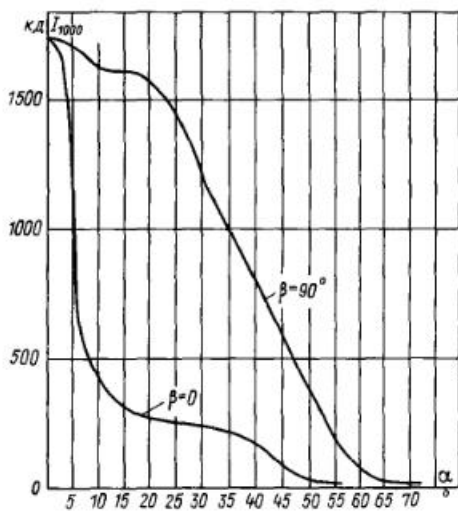


Рис 9.28 КСС светильников типа ИСУ01-2000-002-У1

Расчет по наименьшей освещенности светильников с круглосимметричной КСС

В установках, для которых нормируется наименьшая освещенность, расчет рекомендуется вести точечным методом. Расчет основан на зависимости

$$\Phi = \frac{1000EK_3h^2}{\Sigma \epsilon}, \quad (9.6)$$

где E , K_3 , h — соответственно освещенность, лк; коэффициент запаса; расчетная высота, м; Φ — световой поток ламп в светильнике, лм; $\Sigma \epsilon$ — сумма относительных освещенностей в контрольной точке.

Контрольная точка выбирается обычно между светильниками по краю освещаемой полосы, при однорядном расположении — противоположном ряду светильников. Чаще всего при определении $\Sigma \epsilon$ достаточно учесть ближайшие светильники 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

$$\epsilon = I_\alpha \cos^3 \alpha, \quad (9.7)$$

где I_α определяется по КСС светильника для угла $\alpha = \arctg(d/h)$; h , d — высота подвеса светильника и расстояние от проекции светильника на горизонтальную плоскость, в которой расположена

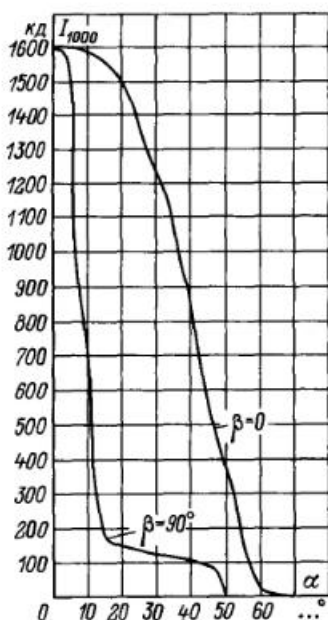


Рис 9.29 КСС светильников типа ИСУ02-5000/К23-01-УХЛ1

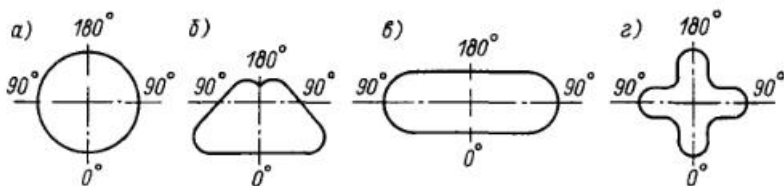


Рис 930 Характер изолук на горизонтальной плоскости и отсчет угла β светильников наружного освещения *a* — симметричное светораспределение (С), *б* — боковое светораспределение (Б), *в* — осевое светораспределение (Ц), *г* — для площадей (П)

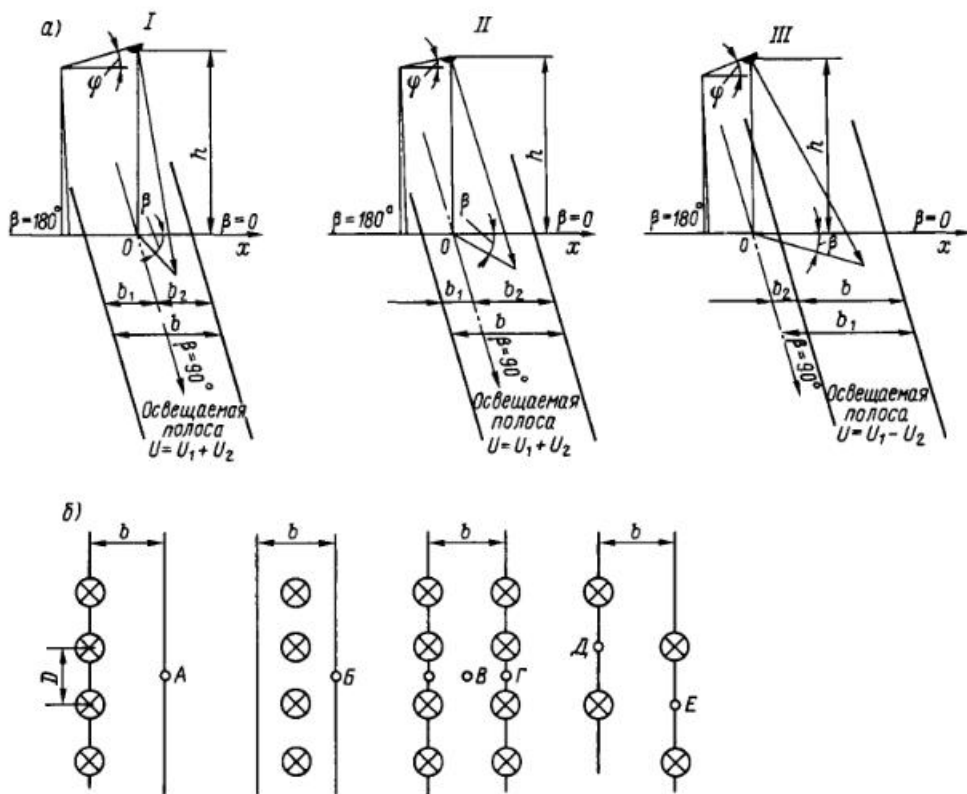


Рис 931 Расположение светильников относительно освещаемой поверхности *a* — к определению коэффициента использования, *б* — расположение точек минимальной освещенности (А, Б, В, Г, Д)

расчетная точка, до расчетной точки (см. рис. 7.1).

График *e* 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 находят значения e 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

$$e/h^2. \quad (9.8)$$

При определении освещенности в за-

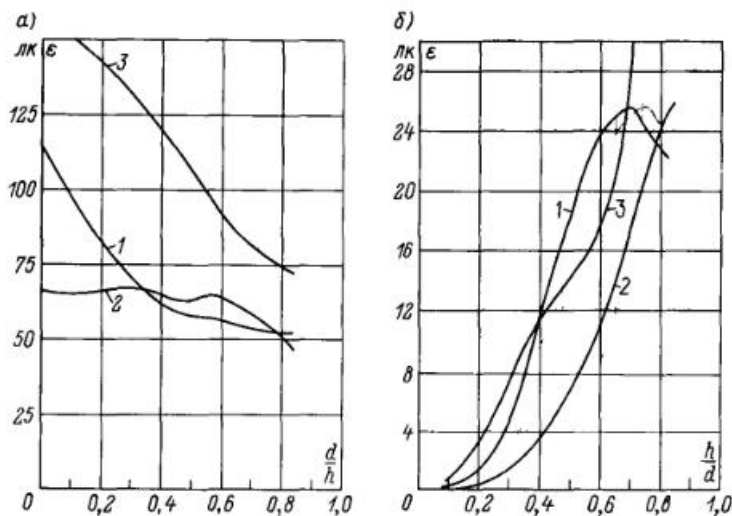


Рис 9.32 Кривые относительной освещенности светильников а — $\varepsilon=f(d/h)$ при $d < h$, б — $\varepsilon=f(h/d)$ при $d > h$
 1 — СЗПР 250МН С, 2 — РТУ01 250/С53 02 У1, 3 — НКУ01 ($\beta=0^\circ$)

данной точке расчет производится по формуле

$$E = \frac{\Phi_n \mu \Sigma \varepsilon}{1000 K_3 h^2}, \quad (9.9)$$

где μ — коэффициент, учитывающий составляющую освещенности от удаленных светильников ($\mu \geq 1,0$), световой поток которых не учитывается величиной Φ_n ; $\Sigma \varepsilon$ — 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 находят соответствующие значения относительной освещенности и подсчитывается $\Sigma \varepsilon$.

Необходимый световой поток ламп определяется по формуле

$$\Phi_n = \frac{1000 E_n K_3 h^2}{\mu \Sigma \varepsilon}, \quad (9.10)$$

соответственно этому

$$\Sigma \varepsilon = \frac{1000 E_n K_3 h^2}{\mu \Phi_n}. \quad (9.11)$$

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 ($\Phi_n=13\,000$ лм). Требуемая нормативная освещенность равна 1 лк. Определить шаг светильников D при $K_3=1,3$.

Решение. По формуле (9.11) сумма относительных освещенностей

$$\begin{aligned} \Sigma \varepsilon &= \frac{1000 E_n K_3 h^2}{\mu \Phi_n} = \\ &= \frac{1000 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 8^2}{1 \cdot 13\,000} = 6,4 \text{ лк} \end{aligned}$$

Учитывая, что минимальная освещенность (в точке Б на рис. 9.31, б) создается одновременно двумя ближайшими светильниками, получаем

$$\Sigma \varepsilon = 2\varepsilon \text{ и } \varepsilon = \frac{\Sigma \varepsilon}{2} = 3,2 \text{ лк.}$$

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 $e=3,2$ 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 изолукс (рис. 9.33), которые построены в функции парамет-

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

Тип светильника, дорожное покрытие	Угол наклона светиль- ника 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 96

Коэффициент использования светового потока U_E при расчете освещенности по средней
нормируемой освещенности

Тип светильника	Угол наклона светиль- ника 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

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

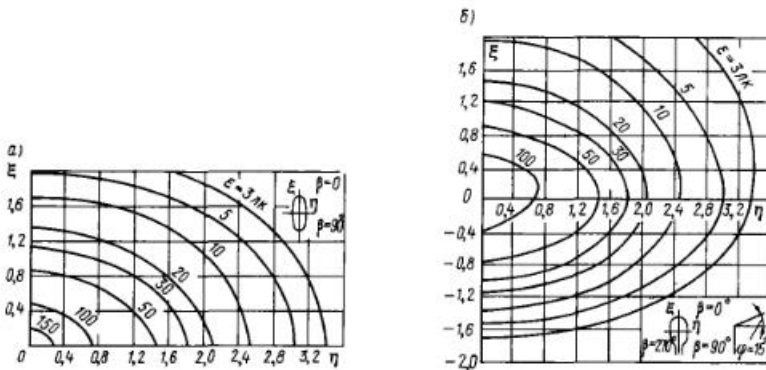


Рис 9.33 Графики условных изолюк. а — для светильников типа РСУ05 с лампами ДРЛ ($\Phi_0=1000$ лм), б — для светильников типа РКУ01 с лампами ДРЛ ($\Phi_0=1000$ лм, $\varphi=15^\circ$)

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 ΣE . 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 $15-20^\circ$. Для консольных светильников расчет производится также посредством графиков

условных изолюк (рис. 9.33), но определение координат выполняется с помощью таблицы коэффициента использования светового потока от консольных светильников, установленных под углом $15-20^\circ$ (табл. 9.7). Суммарная относительная освещенность определяется по формуле

$$\Sigma E = \frac{1000 E_n K_z \rho^3}{\Phi_n}, \quad (9.12)$$

а необходимый световой поток лампы в светильнике

$$\Phi_n = \frac{1000 E_n K_z h^2 \rho^3}{\Sigma E}, \quad (9.13)$$

где ρ^3 берется из табл. 9.8.

Порядок расчета следующий:

Данные для расчета освещения от светильников наружного освещения, наклоненных к горизонтали на угол 15—20°

$\frac{x}{h}$	ξ	ρ^3	Значение η при μ/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	2,07	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

Данные для расчета прожекторного освещения

$\theta, ^\circ$	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
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	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	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	4,70	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	0,17
	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	0,19	
	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	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	1670	
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	0,23	
	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	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	1670	
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	0,26	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	10,6	10,6	
	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	1240	1670	
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	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	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	10,1	10,6	10,6	
	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	1030	1190	1470	
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	0,33	0,33	0,33	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	9,6	10,1	10,6	10,6	
	0,26	0,64	1,30	2,3	5,6	11	19	31	47	67	92	123	160	205	255	315	380	460	545	640	750	870	1000	1150	1430	
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	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	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	8,1	8,6	9,1	9,6	10,1	10,6	10,6	
	0,29	0,70	1,37	2,39	5,7	11	19	31	46	65	90	120	156	198	247	305	370	445	530	625	730	840	960	1090	1240	

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	0,71	0,47	0,3	0,1	0,03	0,11	0,17	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,35	0,36						
	0,69	0,91	1,13	1,35	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,2	6,6	7,1	7,5	8,1	8,5						
	0,33	0,75	1,44	2,47	5,7	11	19	30	45	64	87	116	151	192	240	295	355	425	525	620						
30	1,03	0,66	0,43	0,27	0,07	0,06	0,15	0,20	0,25	0,29	0,32	0,34	0,36	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,39							
	0,72	0,93	1,15	1,37	1,8	2,2	2,7	3,1	3,5	4,0	4,4	4,8	5,3	5,7	6,1	6,6	7,0	7,4	8,0							
	0,32	0,81	1,50	2,53	5,8	11	19	30	44	62	85	112	145	184	230	283	343	410	505							
32	0,96	0,61	0,39	0,25	0,03	0,09	0,18	0,24	0,29	0,32	0,35	0,38	0,40	0,41	0,43	0,44										
	0,74	0,95	1,16	1,38	1,80	2,23	2,65	3,07	3,5	3,9	4,3	4,8	5,2	5,6	6,0	6,5										
	0,41	0,87	1,58	2,61	5,85	1,0	18,6	29	43	60	82	108	140	177	220	270										
35	0,87	0,54	0,33	0,18	0,02	0,15	0,23	0,30	0,34	0,38	0,41	0,44	0,46	0,48	0,49	0,51										
	0,78	0,98	1,18	1,39	1,80	2,21	2,62	3,03	3,44	3,85	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,3										
	0,47	0,95	1,68	2,7	5,8	10,8	18	28	41	57	77	102	131	165	205	251										
37	0,81	0,50	0,29	0,14	0,06	0,18	0,27	0,33	0,38	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54											
	0,80	1,00	1,20	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8											
	0,51	1,00	1,73	2,7	5,8	10,6	17,5	27	39	55	74	97	124	157	194											
40	0,72	0,43	0,23	0,09	0,11	0,24	0,33	0,39	0,45	0,49	0,52	0,55	0,57	0,59	0,60											
	0,83	1,03	1,22	1,40	1,80	2,20	2,6	2,9	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,24	5,6											
	0,58	1,08	1,8	2,8	5,7	10,3	17	25	37	51	68	89	114	144	178											
45	0,6	0,33	0,14	0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,56	0,6	0,64	0,67	0,69	0,71	0,73											
	0,88	1,06	1,24	1,41	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3											
	0,69	1,19	1,89	2,8	5,5	9,5	15	23	32	44	59	76	97	121	149											
50	0,49	0,24	0,05	0,09	0,29	0,43	0,54	0,6	0,67	0,72	0,77	0,8	0,83	5												
	0,93	1,09	1,25	1,4	1,7	2	2,4	2,7	3	3,3	3,6	4	4,3	4,6												
	0,80	1,29	1,94	2,79	5,2	8,6	13	19	27	37	49	63	79,6	98,8												
55	0,38	0,15	0,03	0,17	0,39	0,54	0,65	0,74	0,81	0,87	0,9	0,95	0,99	1,0												
	0,96	1,1	1,25	1,39	1,68	1,97	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3												
	0,89	1,35	1,94	2,7	4,7	7,6	11,4	16,4	22,5	30	39	50	63	77												
60	0,29	0,06	0,12	0,27	0,49	0,66	0,79	0,89	0,97	1,03	1,09	1,14	1,18	1,2												
	0,99	1,11	1,24	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9												
	0,97	1,39	1,91	2,55	4,2	6,5	9,5	13	18	23	30	38	47	58												

Примечание. Значения ξ 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 изолукс (рис. 9.33) определяют относительную освещенность e .

4. Вычисляют Σe .

5. Рассчитывают необходимый световой поток лампы светильника по формуле (9.13).

Если задан световой поток лампы, то расчет производится относительно Σe 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 изолукс; расчет с помощью изолукс для одиночного прожектора и для группы (пучка) прожекторов

Перечень и основные технические ха-

рактеристики 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 β_r или вертикальной β_v 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

Прожекторы (технические данные)

Тип прожектора	Степень защиты по ГОСТ 14254-80 ГОСТ 17677-82	Максимальная сила света, кд, не менее	Угол рассеивания силы света β , °		КПД, %, не менее	Тип лампы	Тип цоколя	Тип патрона	Тип клеммной колодки
			в горной зонтичной плоскости	в вертикальной плоскости					
ПСМ-40А-1 ПСМ-40А-2 ПСМ-50А-1 ПСМ-50А-2	IP51	65 000	19,0	19,0	40	Г220-500	E40/55×47	E40DK-06	СО ₈ -2-4,0/380
		250 000	8,5	—	—	ПЖ220-600	Е _р С51-1	Профокс-51	
		100 000	21,0	21	40	Г220-1000	E40/55×47	E40DK-06	
		600 000	8,5	—	—	ПЖ220-1100	Е _р С51-1	Профокс-51	
ПКН-1500АУ1 (Т1)	IP44	11 000	90	12	45	КГ220-1500	E40/55×47	ЛКИ-220-Т	СО ₈ -1-4,0/380
ПЗР-250 ПЗР-400	IP54	9 000	60	60	45	ДРЛ250	E40/55×47	E40DK-06	С ₈ -2-4,0/380
		16 000	60	60	45	ДРЛ400	E40/55×47	E40DK-06	
ПКН-1000А ПЗИ-700	IP51	80 000	80	12	45	КГ220-1000-5	—	ЛКИ-220-Т	С ₈ -1-4,0/380
		700 000	14	14	45	ДРИ700	E40/55×47	E40DK-06	
С-60М1	IP44	28·10 ⁶ (15·10 ⁶)	12 (60)	12 (60)	—	ПЖ110-3000	—	—	—
Светильник прожекторного типа СЗЛ-300-1МУ1	IP44	—	—	—	60	ЗК220-300	E27/32×30	E27ЦКБ-04	С ₈ -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	—	—	—

Тип прожектора	Стенда по ГОСТ 14254-80 ГОСТ 14254-80 ГОСТ 17677-82	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		450 000 (ячеистый отражатель)	90	80	45	ДРИ1000-6		—	—
			100	90					
ПГП-М-1000-К1-У1	IP54	1 000 000 (зеркальный отражатель)	18	18	30	ДРИ1000-6	E40/65 X 505M	—	—
			18	18					
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

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		
ПЗР-400	660	535	575	18,0		
ПКН-1000А	390	340	200	8,5		
ПЗИ-700	660	580	550	21,0		
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 принимается 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]

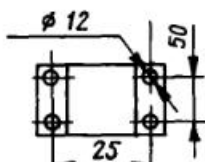
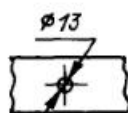
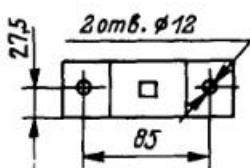
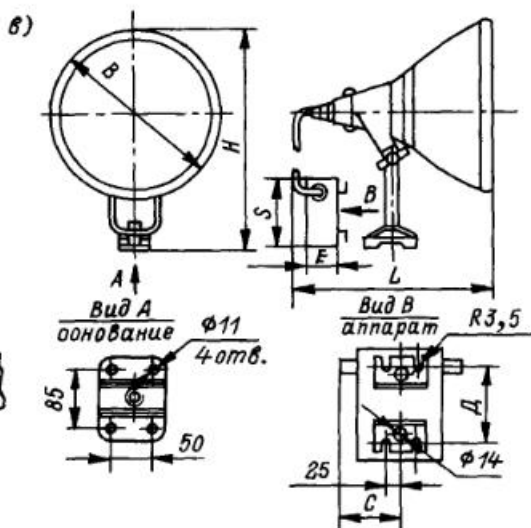
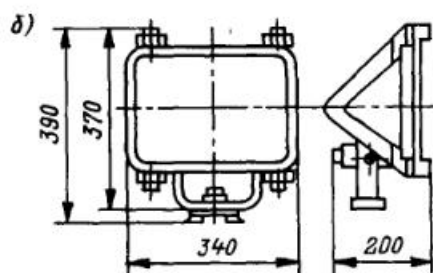
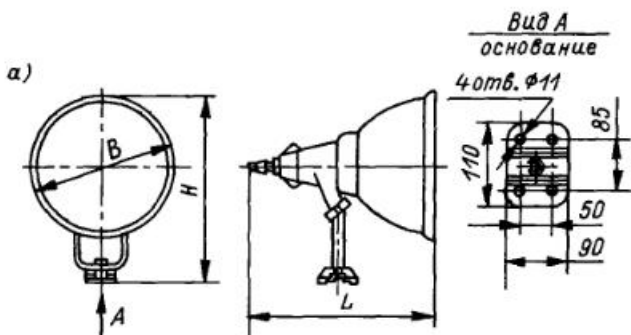
$$H = \sqrt{I_{\max}/c}, \quad (9.14)$$

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

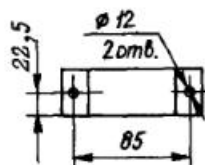
При окончательном выборе высоты установки прожекторов кроме фактора слепимости необходимо учитывать мест-



Только для экспорта



Для внутрисоюзных поставок



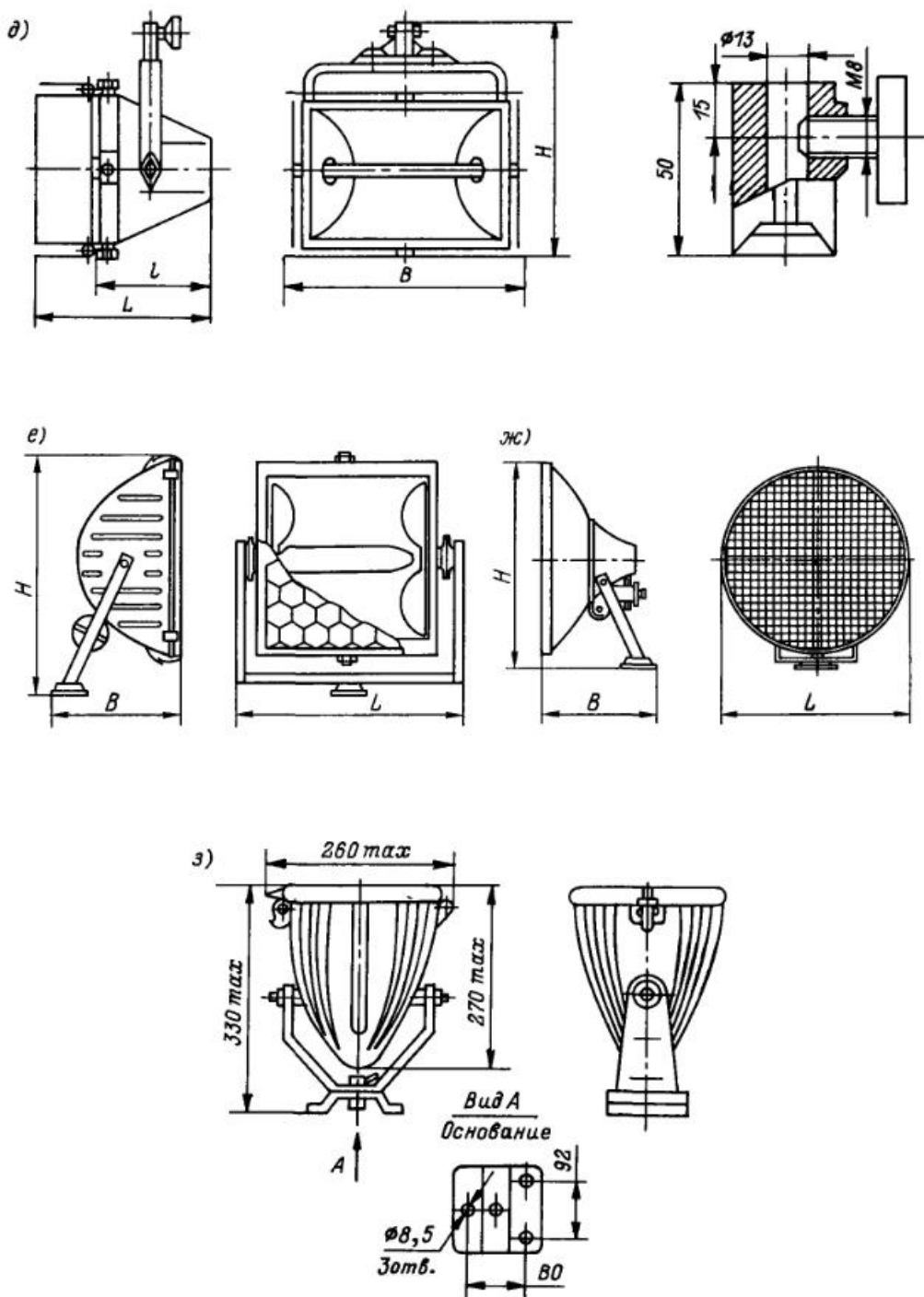


Рис 934 Общий вид и установочные размеры прожекторов типа: а — ПСМ, б — ПКН-1000 и ПКН-1500 (1 — прожектор ПКН-1000 с основанием, 2 — прожектор ПКН-1000 без основания, 3 — прожектор ПКН-1500), в — ПЗР, г — ПЗИ, д — ТСИМ, е — ПГЦ-М, ж — ПГМ-М, з — СЗЛ

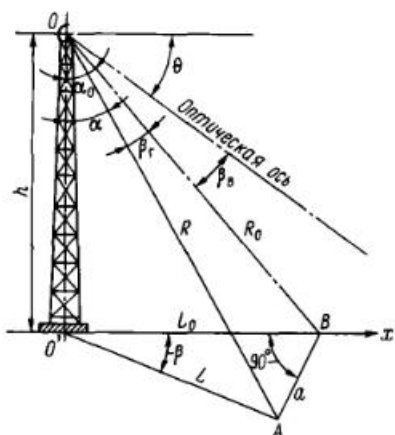
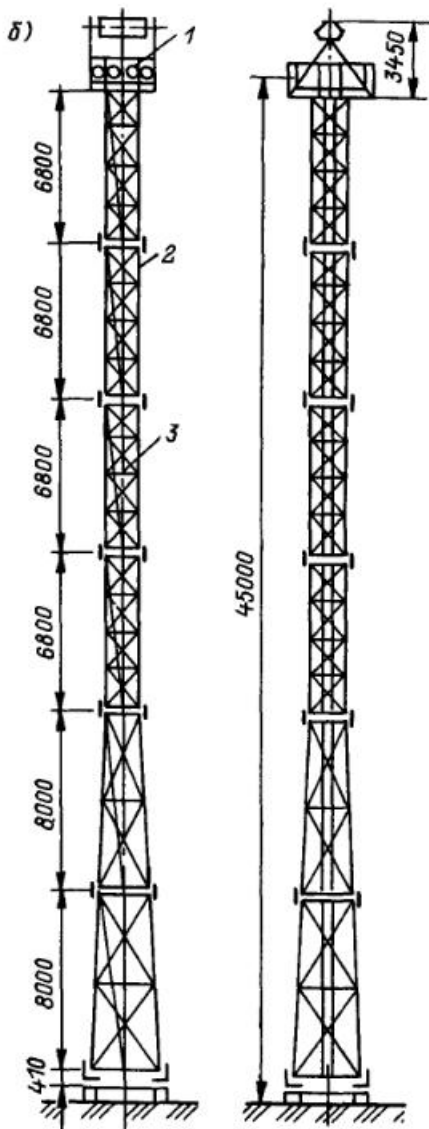
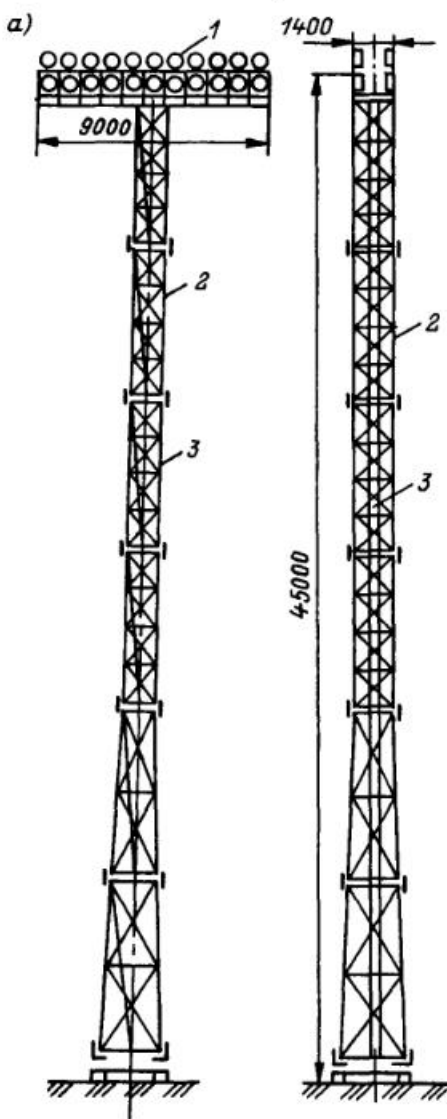


Рис 935 Построения при расчете освещенности в точке А

Рис 936 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



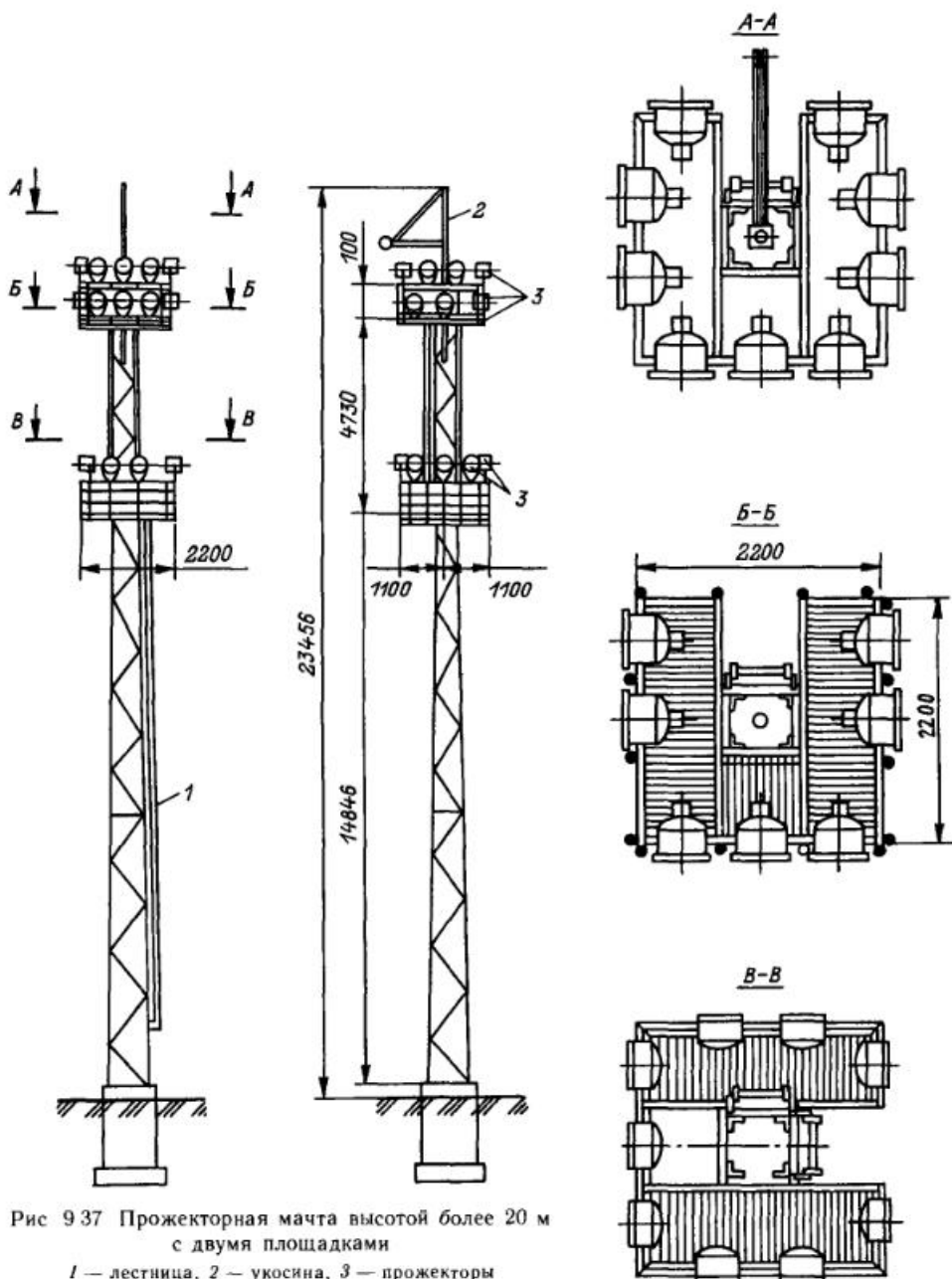


Рис 9 37 Проекторная мачта высотой более 20 м с двумя площадками
1 — лестница, 2 — укосина, 3 — прожекторы

ные условия, например высотные объекты, на которых возможна установка прожекторов, протяженность освещаемого пространства, соотношение вертикальной и горизонтальной освещенно-

сти 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 изолуксой, соответствующей требованиям норм, имеет наибольшее значение. Установлено [38], что наиболее выгодный угол наклона, соответствующий определенному значению горизонтальной освещенности E_r , достаточно точно совпадает с тем углом наклона, при котором создается на освещаемой площади средняя освещенность $E_{cp} = E_r$.

Поэтому искомый угол при освещении прожектором горизонтальной поверхности будет

$$\theta = \arcsin 0,01 \sqrt{m + n(eh^2)^{2/3}}, \quad (9.15)$$

где m, n — постоянные, которые зависят от углов рассеяния прожекторов в горизонтальной и вертикальной плоскостях:

$$m = \sin^2 \beta_a; \quad n = \left(\frac{\pi \sin 2\beta_a \operatorname{tg} \beta_r}{2\Phi} \right)^{2/3}; \quad (9.16)$$

здесь Φ — световой поток ламп, лм.

Для освещения вертикальных поверхностей оптимальный угол наклона прожектора определяется по формуле

$$\theta = \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{I_0}{eh^2}}, \quad (9.17)$$

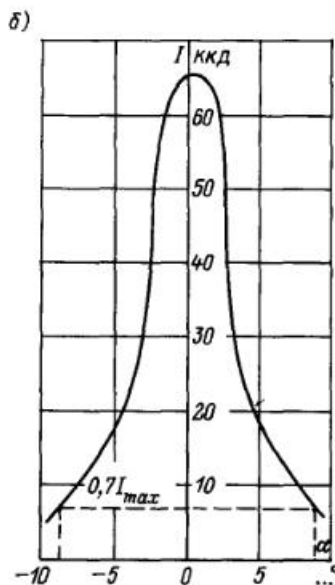
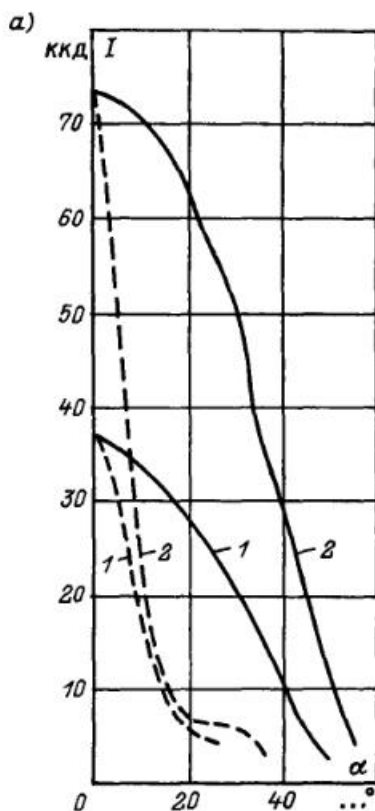
где I_0 — осевая сила света, кд; e — освещенность (для данной кривой равной освещенности), лк.

Силу света прожектора в направлении расчетной (см. рис. 9.35) точки A определяют по кривым силы света (рис. 9.38) и по значениям углов β_r и β_a . Угол β_a представляет собой разность углов:

$$\beta_a = \pm 90 - \alpha_0 - \theta,$$

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 β_r определяется по графику (рис. 9.39). Для определения β_r 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-



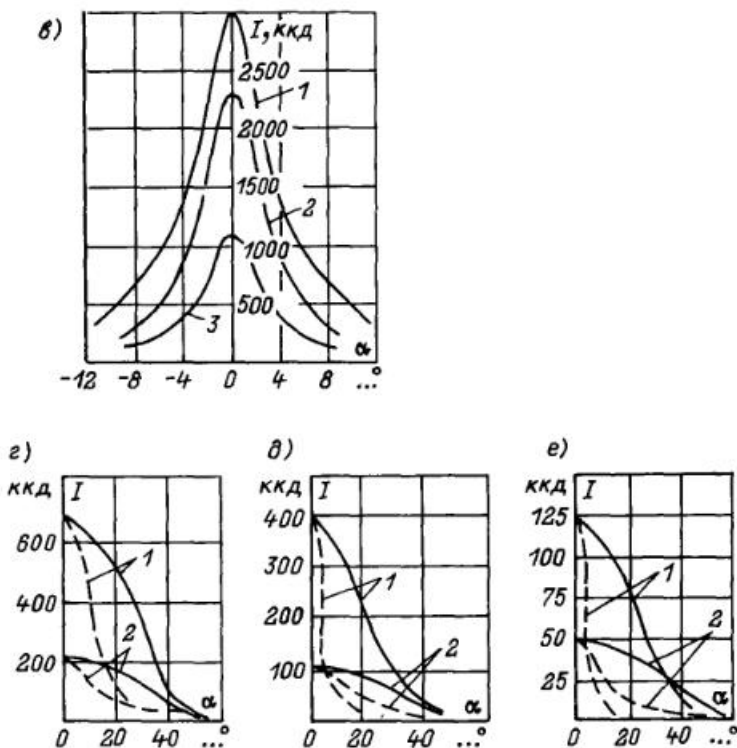


Рис 938 КСС прожекторов а — типа ПКН-1000Б (1) и ПКН-1500Б (2) в горизонтальной (—) и вертикальной (---) плоскости; б — типа ПСМ-40А-1 с лампами Г220-500, в — типа ПГП-М-3500 (1), ПГП-М-2000 (2), ПГП-М-1000 (3), г — типа ПГЦ-М-3500 в горизонтальной (—) и вертикальной (---) плоскости (1 — с зеркальным отражателем, 2 — с ячеистым отражателем); д — типа ПГЦ-М-2000; е — типа ПГЦ-М-1000

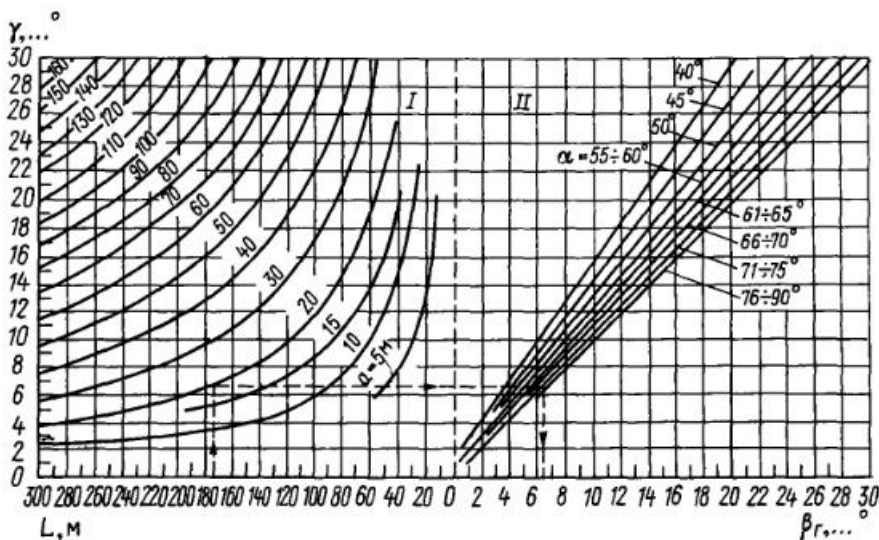


Рис 939 График для определения угла β .

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 β_r . На графике рис. 9.39 определение β_r показано стрелками. Угол в горизонтальной плоскости α определяется равенством

$$\operatorname{tg} \alpha = L/h.$$

К основанию мачты примыкает неосвещенная зона, ограниченная для большинства прожекторов радиусом, примерно равным $h \operatorname{tg} (45^\circ - \theta)$. Если эта зона 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

$$N = \frac{E_n S K_3}{\Phi_n \eta_n U_n z}, \quad (9.18)$$

где η_n — КПД прожектора в долях единицы; U_n — коэффициент использования светового потока прожекторов; z — коэффициент неравномерности освещения, равный $E_{\min}/E_{\text{ср}}$; K_3 — коэффициент запаса (для прожекторного освещения принимается $K_3 = 1,5$); S — освещаемая площадь, м^2 ; Φ_n — световой поток лампы выбранного типа прожектора, лм

Удельная мощность ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

$$\omega = m E_n K_3, \quad (9.19)$$

где E_n — нормированная освещенность; K_3 — коэффициент запаса; m — коэффициент, который для прожекторов с лампами ДРЛ и галогенными лампами накаливания равен $0,12-0,16$ [38].

Установленная мощность всех прожекторов

$$P_y = \omega S, \quad (9.20)$$

где S — освещаемая площадь, м^2 .

Необходимое число прожекторов N , обеспечивающее освещенность E_n ,

$$N = P_y / P_{\lambda}, \quad (9.21)$$

где P_{λ} — 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 большую 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; $E_n = 5$ лк; $m = 0,15$.

Решение. Приемлемыми являются прожекторы с лампами ДРЛ. По формулам (9.19), (9.20) находим

$$\omega = 0,15 \cdot 5 \cdot 1,5 = 1,12 \text{ Вт}/\text{м}^2;$$

$$P_y = 1,12 \cdot 120 \cdot 90 = 12\,100 \text{ Вт}.$$

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 на 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 выполнять 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 оснащённости ЭВМ. В связи с этим в практике проектирования широко распространение имеют упрощенные методы расчета, наиболее известными из которых являются: метод, разработанный Г. М. Кноррингом [18], основан на применении относительных изолюкс и вспомогательных расчетных таблиц, метод, разработанный М. С. Дадимовым [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 горизонтالي 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* (ξ , η) и освещенность их *E* и ϵ связаны соотношениями

$$y = \eta \rho h \text{ или } \eta = y / (\rho h); \quad (9.26)$$

$$\epsilon = E \rho^3 h^2 \text{ или } E = \epsilon / (\rho^3 h^2). \quad (9.27)$$

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

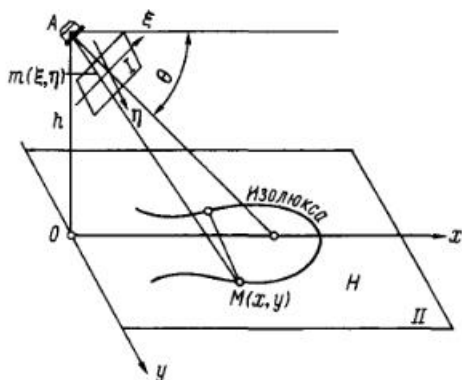


Рис 9.40 Построение изолюкс

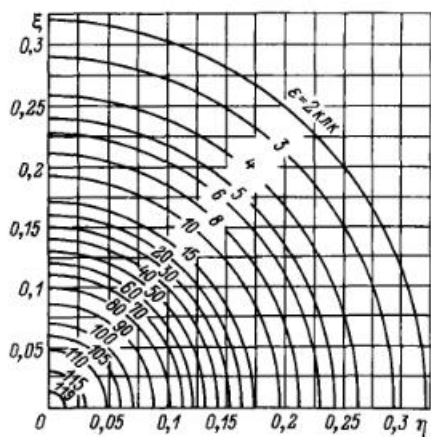


Рис 941 Изолюксы на условной плоскости для прожектора ПСМ-50А-1 с лампой Г220-1000

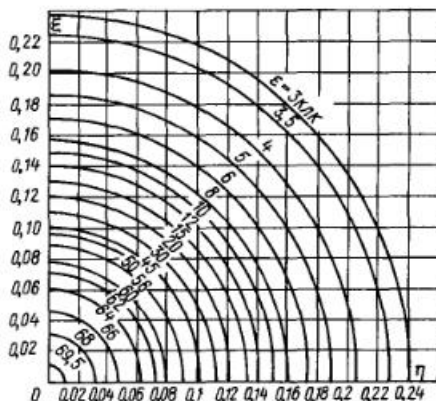


Рис 942 Изолюксы на условной плоскости для прожектора ПСМ-40А-1 с лампой Г220-500

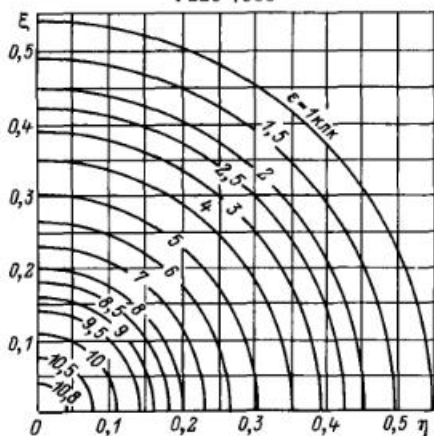


Рис 943 Изолюксы на условной плоскости для прожектора ПЗР-250 с лампой ДРЛ250

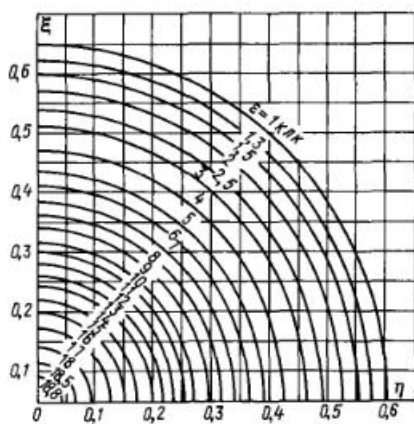


Рис 944 Изолюксы на условной плоскости для прожектора ПЗР-400 с лампой ДРЛ400

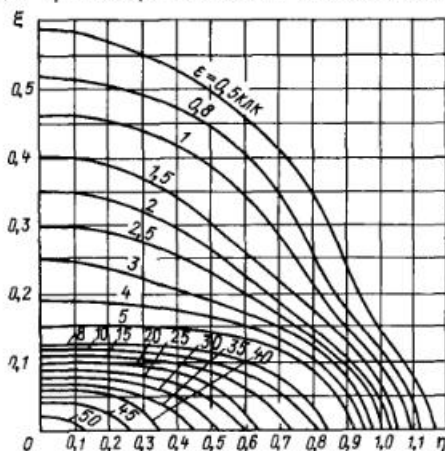


Рис 945 Изолюксы на условной плоскости для прожектора ПКН-1000 с лампой КГ220-1000-5

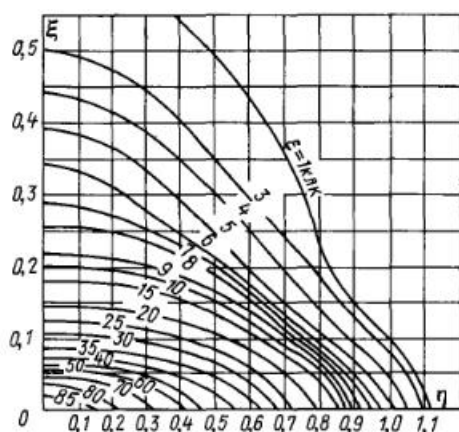


Рис 946 Изолюксы на условной плоскости для прожектора ПКН-1500 с лампой КГ220-1500

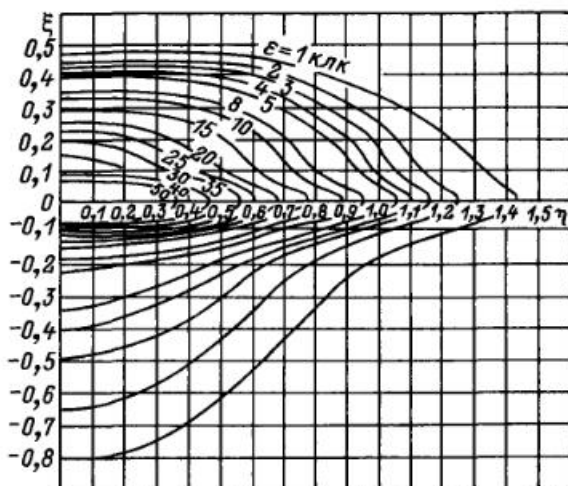


Рис 9.47 Изолуксы на условной плоскости для светильника прожекторного типа ИСУ01-2000

точки, ордината которой равна ξ , а освещенность ϵ . Вычисляется y по формуле (9.26), что дает пару точек изолуксы в горизонтальной плоскости. Последовательно повторяется операция до значения x , при котором необходимая освещенность ϵ , больше ее максимального значения на графике. Строится изолукса в масштабе плана освещенной территории.

Аналогично решается задача построения изолуксы вертикальной освещенности.

Под вертикальной освещенностью понимается 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 $\epsilon = e h^2 \rho^3$ заменяется формулой

$$\epsilon = e \rho^3 h^2 (x/h). \quad (9.28)$$

В остальном метод построения изолуксы 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 изолукс или рассчитана индивидуально. В последнем случае обмеряется по плану x и y ; по x/h в табл. 9.8 находят ξ , ρ , ρ^3 ; в со-

ответствии с формулой (9.26) определяется η ; по графику изолукс 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 изолукс. Выбор числа прожекторов и углов θ и β производят именно в процессе компоновки изолукс. Расположение мачт намечают до компоновки и уточняют при последней. Заполнив весь план освещаемой поверхности изолуксами $E = E_n K_3 / 2$ (рис. 9.48), где

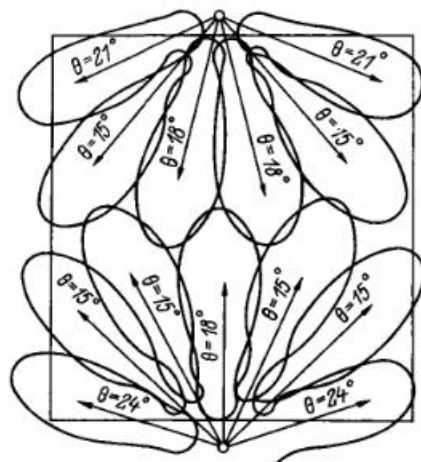


Рис 9.48 Пример компоновки изолукс

E_n — нормированная освещенность, а K_3 — коэффициент запаса, получают в точках касания или пересечения изолюкс освещенность $2E = E_n K_3$, а внутри изолюкс — еще большую освещенность.

При сравнительно высоких E_n , 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 $E = E_n K_3 / 5$.

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 и план освещаемой территории, и для различных углов θ . Такие заготовки изолюкс накальваются 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 $E = E_n K_3$. Площадь, охватываемая изолюксой, обычно имеет максимум при определенном θ , и желательно принимать этот угол близким к оптимальному.

При больших освещенностях и площадях наиболее выгодный вариант может оказаться неосуществимым. На это указывает значение Eh^2 , существенно превышающее наибольшее табличное значение, либо угол θ получается таким, что оптимальная 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 одинаковыми углами τ между проекциями осей смежных прожекторов (рис 9 49), называется пучком (веером) про-

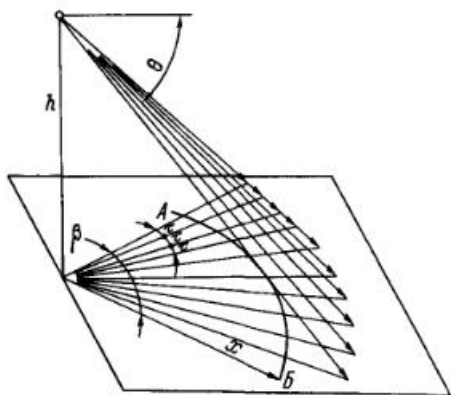


Рис 9.49 Пучок прожекторов

жекторов. Он может рассматриваться как сложный светильник, освещенность от которого определяется значениями h , x , θ . При $\tau \leq 20^\circ$ освещенность в пределах дуг AB 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 $\tau=1^\circ$.

При расчете подбирают угол θ и границы вееров и определяют угол τ , характеризующий световую мощность пучка.

Порядок расчета заключается в следующем. При намеченном расположе-

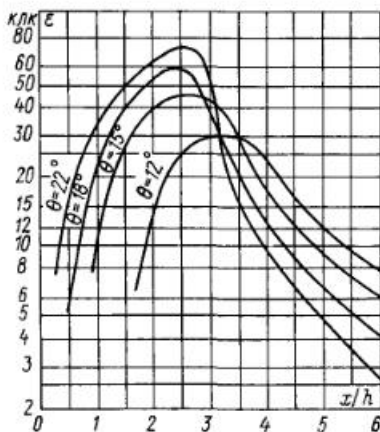


Рис 9 50 Приведенная освещенность от веера прожекторов ПСМ-50А-1 с лампами КГ220-1000

нии мачт контрольную точку выбирают так же, как при обычных светильниках.

Для этой точки и для каждой освещающей ее мачты измеряют 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

$$\tau = \Sigma \varepsilon / (E_n K_3 h^2), \quad (9.29)$$

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 $\theta=15^\circ$ 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 изолукс 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

$$E_r = \frac{\varepsilon}{h^2 \rho^3} = \frac{1100}{15^2 \cdot 11} = 0,44 \text{ лк.}$$

Более подробный материал по прожекторному освещению изложен в работе [48], где дано руководство по проектированию прожекторного освещения и приведены изолуксы на условной плоскости и на горизонтальной 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, испытывающих дефицит природного УФО-излучения или естественного света [49].

По обеспеченности природным УФО-излучением территорию СССР подразделяют на три зоны: зону УФО-дефицита (севернее $57,5^\circ$ с. ш.); зону УФО-комфорта ($57,5-42,5^\circ$ с. ш.); зону избыточ-

ного УФО-излучения (южнее $42,5^\circ$ с. ш.).

Практика показывает, что дефицит УФО-излучения может наблюдаться и на территориях, относящихся по географической широте к зоне УФО-комфорта, в случае загрязнения атмосферного воздуха. Учитывая степень и сложный состав загрязнений атмосферного воздуха во многих промышленных регионах, расположенных в зоне УФО-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 диапазоном 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 ти-

па ДБ30. Для дезинфекции и озонирования воздуха в помещениях с большим скоплением людей (вокзалы, кинотеатры, школы и т. п.), для обеззараживания животноводческих помещений, 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 профилактики 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 людьми 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 практике обычно используют дробную единицу — миллиэр (мэр).

Нормируют УФО по эритемной облученности и дозе облучения. Эритемная облученность — эритемный поток, проходящий на единицу облучаемой поверхности, единицы — мэр/м² (так называемая эффективная единица) или мВт/м² (энергетическая единица). Доза облучения — произведение облученности и длительности облучения, единица — мэр·ч/м² или Дж/м². За МЭД принимают дозу, равную 80 мэр·ч/м² (1720 Дж/м²).

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,

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 I	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 I	30	104	6,6	—	—	—	5,0	30	908,8	30	G13d/24
ДБ36	36	122	10,5	—	—	—	7,5	16	860,0	250	Специальный
ДБ60	60	108	8,0	—	—	—	5,0	30	908,8	30	G13d/24
ЛЭ15	15	54	—	—	40	—	5,0	30	451,6	75	
ЛЭ30 I	30	104	—	750	95	—	5,0	30	908,8	75	G13d/35
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, 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, генерирующие 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 длиной 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-излучения 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 или аргоном. Балластная вольфрамовая спираль 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, приведенным 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, приведенным 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 помещения	Продолжительность облучения, ч/сут	Величина	Единица	Норма		
				минимальная	максимальная	рекомендуемая
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	$\text{мэр} \cdot \text{ч/м}^2$ Дж/м^2	12 260	60 1300	40 860
Групповые помещения детских учреждений, классы и кабинеты школ, палаты больницы, 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	$\text{мэр} \cdot \text{ч/м}^2$ 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

Нормы ультрафиолетового облучения от осветительно-облучательных ламп в эффективных и энергетических единицах

Величина	Единица	Норма		
		минимальная	максимальная	рекомендуемая
Облученность	мэр/м ²	1,5	2,75	2,5
	мВт/м ²	9,0	16,5	15,0
Доза за сутки	мэр·ч/м ²	12	22	20
	Дж/м ²	260	475	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

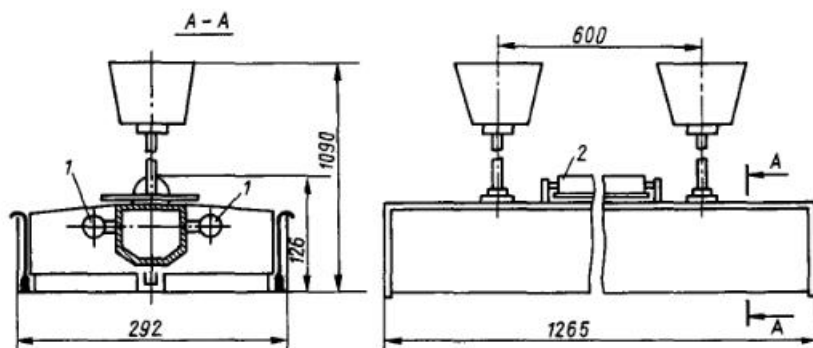


Рис 10.1 Светильник для отраженного эритемного облучения

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 сни-

жение 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 $2,25 \text{ мэр/м}^2$ и не большей $7,5 \text{ мэр/м}^2$.

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 светильники типа ЛСО02-2 \times 40+1 \times 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 облученности и дозы УФО в фотариях устанавливаются с учетом возраста облучаемых, режима и длительности цикла облучения, средней МЭД.

Фотарии выполняют кабинными или 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 оси колб ламп были вертикальными, а нижние края ламп располагались на высоте 0,5 м от пола.

Фотарии кабинного типа для индивидуального облучения 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.

Фотарии 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 фотарию.

В проходных фотариях лабиринтного типа унифицированные секции имеют 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, достигающую до 900 чел/ч, однако при 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-

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	1200	800
			1,2	7,2	4,8
	Доза за сутки	мэр·ч/м ² Дж/м ²	10	60	40
			215	1300	860
Дети от 2 до 14 лет	Облученность	мэр/м ² Вт/м ²	200	800	320
			1,2	4,8	1,9
	Доза за сутки	мэр·ч/м ² Дж/м ²	10	40	16
			215	860	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 м² на 100 обслуживаемых человек в максимальную смену, но не менее 8 м². 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, от-

бор 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-

Технические данные портативных УФ-облучателей

Таблица 10 6

Параметр	Тип облучателя	
	УФО Б1	УФО-01 250Н
Напряжение питания, В	220	220
Тип лампы	ДРТ2-100	ДРТ250
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,		
Габаритные размеры, мм	50	+ 50
Масса, кг	245×165×80	350×240×210
	1,5	10

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 $57,5^\circ$ с. ш. — с 1 ноября по 1 апреля; в районах средней полосы ($57,5$ — $50,0^\circ$ с. ш.) — с 1 ноября по 1 марта; в южных районах ($50,0$ — $42,5^\circ$ 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 обуславливает эффективность профилактического УФО-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 УФО-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 УФО-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.

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 напряжении 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 установки.

Для питания специальных ламп (ксенонные, 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 случаи, 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 толь-

ко в armатуре 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_i , 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 Δt_n , 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 δU_n , 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 электри-

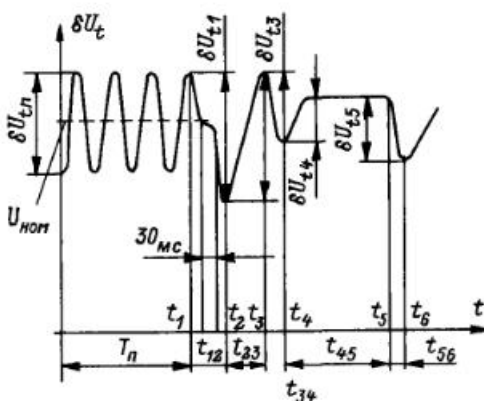


Рис 11.1. Колебания напряжения δU_{in} — размах периодических колебаний (семь «размахов» за время T_n), $\delta U_{i1} \div \delta U_{i5}$ — размахы неперiodических колебаний

ческих 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

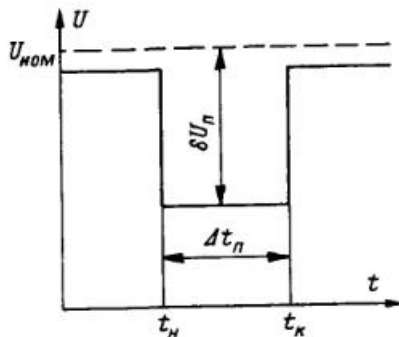


Рис 11.2 Провал напряжения

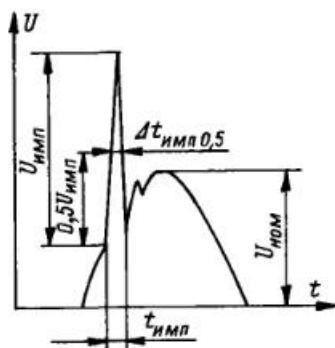


Рис 11.3 Импульс напряжения

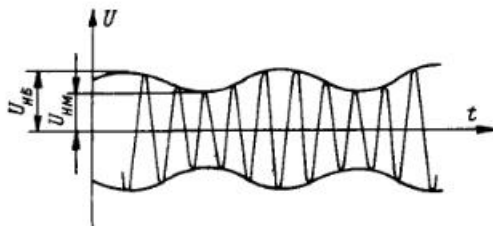


Рис 11.4 Периодическая амплитудная модуляция $U_{нб}$ и $U_{нм}$ — наибольшая и наименьшая амплитуды модулированного напряжения

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

$$\sum_{i=1}^n \Delta t_{дi} \leq T, \quad (11.1)$$

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 $\delta U_{д1} = 4,8\%$; $\Delta t_{д1} = 30$ с; для $\delta U_{д2} = 1,7\%$ $\Delta t_{д2} = 1$ с; для $\delta U_{д3} = 0,9\%$ $\Delta t_{д3} = 0,1$ 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 данной сети допустимо.

Контроль качества электрической энергии в тех или иных точках электрических сетей и на входе приемников электрической энергии должен осуществляться энергоснабжающей организацией и потребителем, каждый в своих подведомственных сетях.

При любой системе питания (как от общих, так и от осветительных трансформаторов), если имеются или ожидаются значительные отклонения напряжения, 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 плотности осветительных 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.

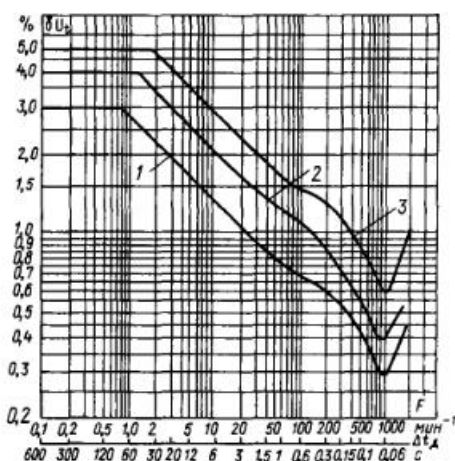


Рис 11.5. Допустимый размах изменений напряжения ($\delta U_{д}$, %) в зависимости от частоты или интервала времени ($\Delta t_{д}$, с) между изменениями напряжения

1 — ЛН в помещениях, где требуется значительное зрительное напряжение, 2 — ЛН в остальных помещениях, в том числе в жилых зданиях, 3 — РЛ всех типов

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 установки взаимно резервирующих технологических агрегатов или специальных устройств безаварийного останова 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 поврежденного 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 продолжения работы.

В целях сокращения параллельно прокладываемых линий, а следовательно, и общего расхода кабельной продукции в цехах с трехменной 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 рабочее 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 однострансформаторной 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 однострансформаторной 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 однострансформаторной 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 остановками технологического оборудования на ремонт и профилактический осмотр) желательно иметь пере-

мычки между однострансформаторными 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.

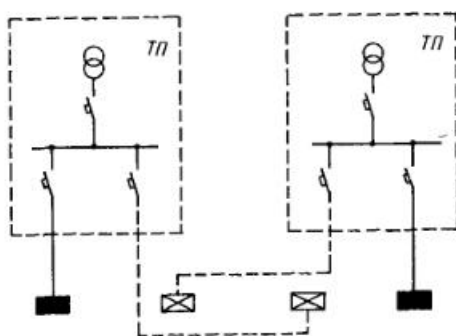


Рис. 11.7 Схема питания осветительной сети от двух однострансформаторных подстанций

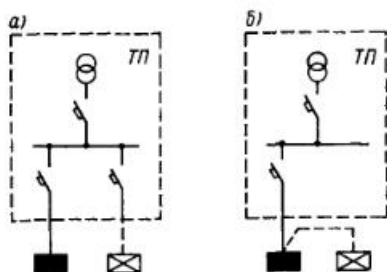


Рис. 11.6 Схема питания освещения от одной однострансформаторной подстанции. а — самостоятельные линии рабочего и аварийного освещения, начинающиеся от щита ТП, б — общая линия рабочего и аварийного освещения с разделением ее на вводе в здание

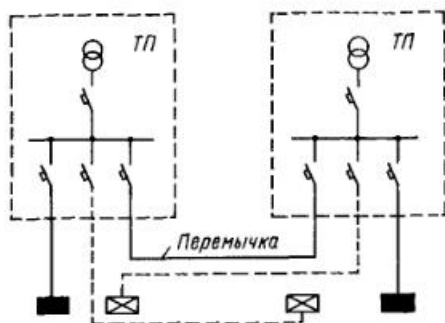


Рис. 11.8 Схема питания осветительной сети от двух однострансформаторных подстанций с перемычкой между ними на стороне низшего напряжения

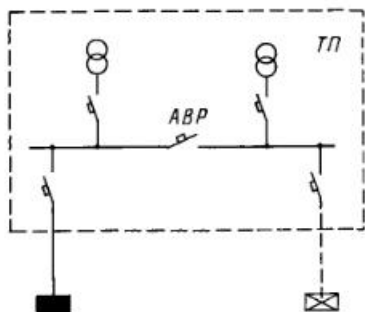


Рис 11.9. Схема питания осветительной сети от одной двухтрансформаторной подстанции

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, при-

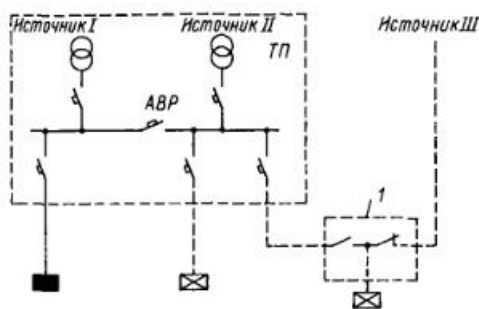


Рис 11.10. Схема питания осветительной сети от трех источников
1 — блок переключения

меняются 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 категории 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-

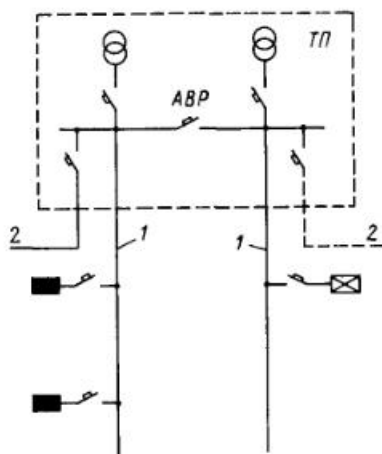


Рис 11.11. Схема питания осветительной сети при системе трансформатор — магистраль
1 — главные магистрали, 2 — линии, питающие внешние нагрузки

дуются, 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

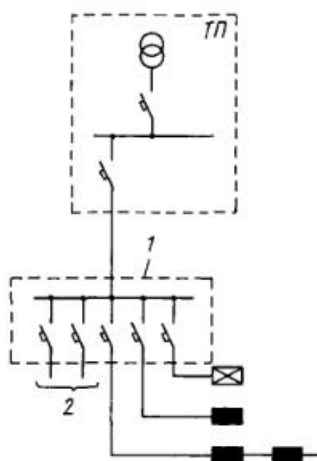


Рис 11.13 Схема питания осветительной сети с размножением линий на магистральном участке

1 — магистральная линия, 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, обслуживаемых 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-

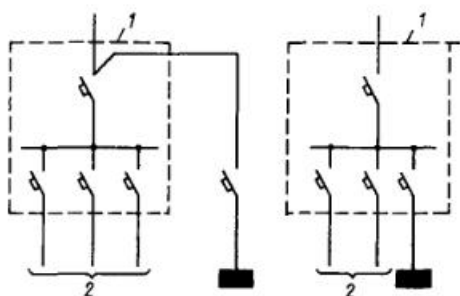


Рис 11.12 Схема питания осветительной сети от силовых вводов
1 — вводно-распределительное устройство, 2 — линии к потребителям

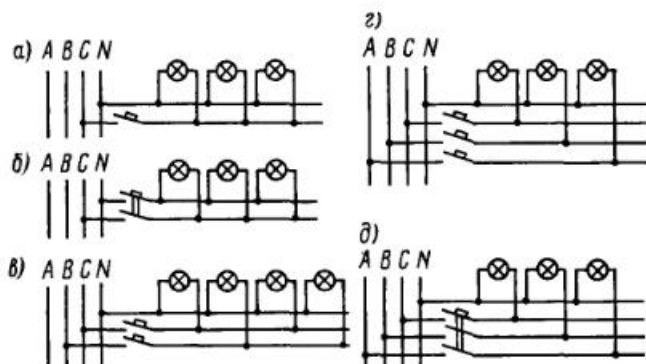


Рис 11.14 Схемы групповых линий при трехфазной системе с нулевым порядком

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-1 (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 меньших сечений),

уменьшить общее число проводников, прокладываемых по одной трассе (так, замена трех однофазных линий одной трехфазной уменьшает число проводников в 1,5 раза);

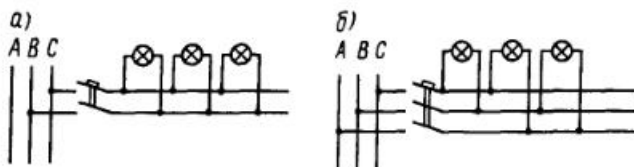


Рис 11.15 Схемы групповых линий при трехфазной системе без нулевого провода

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:

$A-B-C, A-B-C, \dots$ — при необходимости уменьшения коэффициента пульсации K_n , в случае, когда необходимо сохранение равномерного освещения по всей площади при отключении одной-двух фаз, для наружного освещения;

$A-A-A, B-B-B, C-C-C, \dots$ — при необходимости включения освещения по участкам площади при условии, что уменьшения K_n не требуется;

$A-B-C, C-B-A, \dots$ — 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 управле-

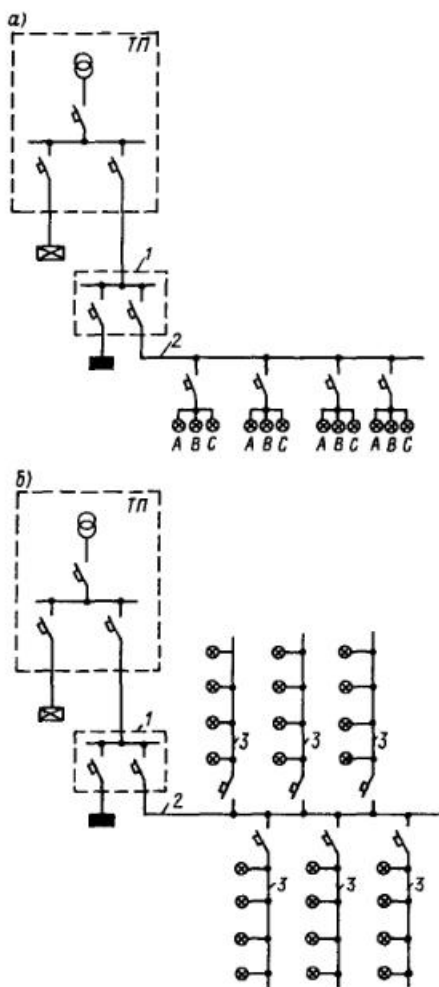


Рис 11.16. Схемы питания светильников при системе распределительных магистралей: а — непосредственно от главной магистрали; б — от вторичных магистралей

1 — магистральный щиток, 2 — главная (первичная) магистраль, 3 — вторичная магистраль

ние, находит применение система распределительных магистралей (рис. 11.16, а). При этой системе групповые

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 временную 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 временные 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:

$3I_0$ при защите предохранителями в невзрывоопасных зонах и $4I_0$ — во взрывоопасных зонах,

$3I_n$ при защите автоматами с расцепителями, имеющими обратно зависящую от тока временную характеристику, в невзрывоопасных зонах; $6I_n$ — то же во взрывоопасных зонах;

здесь I_n — 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°C , 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

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 обратной зависимостью от тока характеристической		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 мест, 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 персоналу.

Аппараты защиты должны устанавливаться в следующих пунктах осветительной сети: в местах присоединения сети к источникам питания (распределительные щиты, подстанции, распределительные пункты, 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

Требования к выполнению ответвления

Таблица 11.3

Длина линии от места от ветвления 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 шинпроводов, 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 занулять: 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, установленные 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 см², 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 контактам двухполюсных штепсельных розеток, за исключением двухполюсных розеток с защитным контактом, устанавливаемых в медицинских лечебных заведениях для электро-медицинских аппаратов и в кухнях квартир, гостиниц, общежитий для электро-бытовых приборов, к которым от группового щитка прокладывает самостоятельный защитный нулевой провод.

2. В сетях с изолированной нейтралью, а также в сетях, переключаемых на питание от аккумуляторной батареи при любых способах ввода проводов и кабелей в светильник,— проводом, присоединенным к заземляющему винту 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 люминесцентными с вынесенными пускорегулирующими аппаратами следует осуществлять при помощи перемычки между заземляющим винтом заземленного (зануленного) 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 должно удовлетворять следующим требованиям:

1. Если между кронштейном и корпусом светильника нет надежного электрического соединения, то оно должно быть осуществлено при помощи специально предназначенного для этой цели защитного проводника.

2. Если заземляющие провода присоединяются не к корпусу светильника, а к металлической конструкции, на которой светильник установлен, то между этой конструкцией, кронштейном и корпусом светильника должно быть надежное электрическое соединение.

Заземление или зануление корпусов переносных светильников на напряже-

ние выше 42 В должно осуществляться посредством специальной защитной жилы гибкого кабеля, которая не должна одновременно служить для подвода рабочего тока. Указанная жила должна присоединяться самостоятельно к защитному контакту вилки.

Осветительные приборы наружного освещения, установленные на железобетонных 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 деревянных 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 стационарных однофазных электрических плит,

бытовых кондиционеров, электропозвонки, 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 мм² (медные), 70 мм² (алюминиевые), 800 мм² (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 однофазных 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 рекомендуются однополюсные аппараты управления, 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 неза-

земленных 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 управления не непосредственно светильники, а катушки магнитных пускателей, реле или контакторов (рис. 11.17, з).

Как правило, при управлении магнитными пускателями и подобными ап-

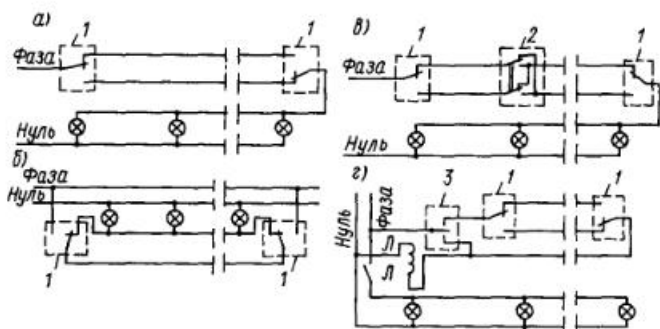


Рис 11 17 Коридорные схемы управления освещением *а* — из двух мест, *б* — из двух мест с транзитной фазой, *в* — из трех мест (*а* при увеличении числа выключателей *2* — из любого числа мест), *г* — с помощью пускателей, реле или контакторов (при управлении их катушками применяются схемы *а*, *б*, *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, электротехническим персоналом.

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 обслужи-

ваемых персоналом потребителя; в торговые, коммунальные и в другие, оборудованные 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 резко-различной 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 электроэнер-

гии 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 фотозлектронные 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. Фотозлектронные автоматы лишены этого недостатка, но являются более сложными и дорогими.

Для автоматического управления освещением применяют: автоматы серии АО, выпускаемые Московским энергетическим 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].

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 обследования 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

$$P_p = K_c P_{ур} n, \quad (12.1)$$

где K_c — расчетный коэффициент спроса, принимаемый по табл. 12.2; $P_{ур}$ — 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.

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

$$P_{см} = P_{об} + P_p,$$

где $P_{об}$ — расчетная нагрузка линии общего освещения, кВт; P_p — 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, мм ²	
	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:		
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

$$I = \frac{P_3}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi}; \quad (12.2)$$

в двухфазной сети с нулем, при равномерной нагрузке фаз

$$I = \frac{P_2}{2U_\phi \cos \varphi}; \quad (12.3)$$

в двухпроводной сети

$$I = \frac{P_1}{U_n \cos \varphi}, \quad (12.4)$$

где P — активная мощность нагрузки (включая потери в ПРА газоразрядных ламп) одной, двух или трех фаз; $\cos \varphi$ — коэффициент мощности нагрузки; U_n , U_ϕ , U_n — напряжение сети, V : линейное U_n , фазное U_ϕ , номинальное U_n .

При равномерной нагрузке фаз ток в нулевом проводе трехфазных сетей, питающих лампы накаливания, 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 ксенонных 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

$$I_A = \sqrt{I_{AB}^2 + I_{CA}^2 + 2I_{AB}I_{CA} \sin(\varphi_{AB} - \varphi_{CA} + 30^\circ)};$$

$$I_B = \sqrt{I_{BC}^2 + I_{AB}^2 + 2I_{BC}I_{AB} \sin(\varphi_{BC} - \varphi_{AB} + 30^\circ)};$$

$$I_C = \sqrt{I_{CA}^2 + I_{BC}^2 + 2I_{CA}I_{BC} \sin(\varphi_{CA} - \varphi_{BC} + 30^\circ)}.$$

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 $I_{доп} \geq I$. 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 $0,875/\sqrt{T_d}$, где T_d — 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°C , при прокладке проводов и кабелей по воздуху и от 15°C 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;

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 125

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,

Длительно допустимый ток I_d 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	Число проводов (жил)	Ток I_d , А, проводов (кабелей) сечением, мм ² , 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 В стальных трубах	Любое	24	32	39	60	75	105	130	165	210	255	295	340	390	
			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	—	—	
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	—
			2	34	42	55	80	105	135	160	205	245	295	340	390	440	—
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	
			2	35	46	60	80	110	140	175	210	250	290	335	385	—	
Голый провод *	А	Открыто	Любое	—	—	—	—	105	135	170	215	265	320	375	440	500	
			2	—	—	—	—	75	105	130	165	210	255	300	355	410	
			3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* В числителе — ток I_d для прокладки провода вне помещений, в знаменателе — в помещениях.

Длительно допустимый ток I_d для проводов и кабелей на напряжение до 1 кВ с медными жилами при температуре воздуха 25 °С и земли 15 °С

Таблица 12.7

Группа проводников	Способ прокладки	Число жил (одножильных проводов)	Ток I_d проводов (кабелей), А, сечением, мм ² , 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
			19	27	38	46	70	85	115	135	185	225	275	315	360
	В стальных трубах	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
	В земле	4	17	22	31	38	50	68	85	108	130	162	200	234	275
		2	33	44	55	70	105	135	175	210	265	320	385	445	505
Шланговые кабели	Открыто	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
		2	23	33	43	55	75	95	125	150	185	235	—	—	—
Кабели с бумажной пропитанной изоляцией	В воздухе	3	20	28	36	45	60	80	105	130	160	200	—	—	—
		4	—	30	40	55	75	95	130	150	185	225	275	320	375
	В земле	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
Голый провод *	Открыто	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	2	—	50	70	95	130	180	220	270	340	415	485	570	
		3	—	25	35	60	100	135	170	215	270	335	395	465	

* В числителе — ток I_d для прокладки провода вне помещений, в знаменателе — в помещениях

Длительно допустимый ток I_d 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_d , А, проводов (жил) сечением, мм ² , 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	
	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	
	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 в земле	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
		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 в земле	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
		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 поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одножильных	трех одножильных	четырёх одножильных	одного двухжильного	одного трехжильного
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	—	—	—	—	—

Допустимый длительный ток для проводов с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с алюминиевыми жилами

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одно- жильных	трех одно- жильных	четыре 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	26
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 токопроводящей жилы, мм ²	Ток*, А, для проводов и кабелей при 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, мм ²	Ток, А, для кабелей при прокладке				
	в воздухе		в земле	в воздухе	
	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, мм ²	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 массой, 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			четырёх 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 массой, в свинцовой оболочке, прокладываемых в воде

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для кабелей			
	трехжильных напряжением, кВ			четырёхжильных 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

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для кабелей			
	трехжильных напряжением, кВ			четырёхжильных 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 массой, в свинцовой оболочке, прокладываемых в воздухе

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для кабелей					
	одно-жильных до 1 кВ	двух-жильных до 1 кВ	трехжильных напряжением, кВ			четырёх-жильных до 1 кВ
			до 3	6	10	
6	—	55	45	—	—	
10	95	75	60	55	—	
16	120	95	80	65	60	
25	160	130	105	90	85	
35	200	150	125	110	105	
50	245	185	155	145	135	
70	305	225	200	175	165	
95	360	275	245	215	200	
120	415	320	285	250	240	
150	470	375	330	290	270	
185	525	—	375	325	305	
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 массой, в свинцовой или алюминиевой 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			четырёх-жильных до 1 кВ
			до 3	6	10	
6	—	60	55	—	—	
10	110	80	75	60	—	
16	135	110	90	80	75	
25	180	140	125	105	90	
35	220	175	145	125	115	
50	275	210	180	155	140	
70	340	250	220	190	165	
95	400	290	260	225	205	
120	460	335	300	260	240	
150	520	385	335	300	275	

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для кабелей					
	одно-жильных до 1 кВ	двух-жильных до 1 кВ	трехжильных напряжением, кВ			четырёх-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 маслосканифольной или нестекающей массой, в свинцовой оболочке, прокладываемых в воде

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	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 маслосканифольной или нестекающей массой, в свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемых в воздухе

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для кабелей					
	одно-жильных до 1 кВ	двух-жильных до 1 кВ	трехжильных напряжением, кВ			четырёх-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 свинцованными медными жилами с бумажной изоляцией, пропитанной маслокаифольной или нестекающей массой, 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 отличным от 120 Ом·м, необходимо токовые нагрузки, указанные в упомяну-

тых 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 маслосанифольной или нестекающей массаами, 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	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 %, каменная почва	300	0,75

Таблица 12 31

Длительно допустимый ток для одножильных кабелей с медной жилой с бумажной изоляцией, пропитанной маслосанифольной или нестекающей массаами, в свинцовой оболочке, небронированных, прокладываемых в воздухе

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	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 массаами, 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 наилучшими 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 коэффициент, приведенный в табл. 12.33. При этом не должны учитываться резервные кабели.

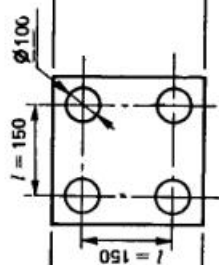
Прокладка нескольких кабелей в земле с расстояниями между ними менее 10 мм в свету не рекомендуется.

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

Допустимый ток для кабелей 10 кВ с медными или алюминиевыми жилами сечением 95 мм², прокладываемых в блоках

Группа блоков	Конфигурация блоков	N каналов	Ток I ₀ , А _н для кабелей	
			алюминиевых	медных
I	1	1	181	147
II		2	173	133
		3	167	129
		2	154	119
III		2	147	113
		3	138	106
		2	143	110
IV		3	135	104
		4	131	101
		2	140	103
V		3	132	102
		4	118	91
		2	140	103
VI		2	140	103
		3	132	102
		4	118	91



Группа блоков	Конфигурация блоков	число каналов	ток I ₀ , А, для кабелей		
			вспомогательных	медных	
VII	2 2	2	136	106	
	3 3	3	132	102	
	4 4	4	119	92	
	3 3	2	135	104	
VIII	2 3 3 3 2	2	135	104	
	3 3 3 3 3	3	124	96	
	3 3 3 3 3	4	104	80	
	2 3 3 3 2	2	135	104	
	3 4 4 3	3	118	91	
	3 3 3 3	4	100	77	
	2 3 3 2	2	133	102	
	3 4 3	3	116	90	
	3 4 3	4	81	62	
	2 3 2	2	129	99	
	IX	2 3 3 2	2	135	104
		3 4 4 3	3	118	91
3 3 3 3		4	100	77	
2 3 3 2		2	133	102	
3 4 3		3	116	90	
3 4 3		4	81	62	
2 3 2		2	129	99	
3 4 3		3	114	88	
3 4 3		4	79	55	
2 3 3 2		2	135	104	
3 4 4 3		3	118	91	
3 3 3 3		4	100	77	
2 3 3 2	2	133	102		
3 4 3	3	116	90		
3 4 3	4	81	62		
2 3 2	2	129	99		
XI	2 3 3 2	2	135	104	
	3 4 4 3	3	118	91	
	3 4 4 3	4	100	77	
	2 3 3 2	2	133	102	
	3 4 3	3	116	90	
	3 4 3	4	81	62	
	2 3 2	2	129	99	
	3 4 3	3	114	88	
	3 4 3	4	79	55	
	2 3 3 2	2	135	104	
	3 4 4 3	3	118	91	
	3 4 4 3	4	100	77	
2 3 3 2	2	133	102		
3 4 3	3	116	90		
3 4 3	4	81	62		
2 3 2	2	129	99		
XII	2 3 3 2	2	135	104	
	3 4 4 3	3	118	91	
	3 4 4 3	4	100	77	
	2 3 3 2	2	133	102	
	3 4 3	3	116	90	
	3 4 3	4	81	62	
	2 3 2	2	129	99	
	3 4 3	3	114	88	
	3 4 3	4	79	55	
	2 3 3 2	2	135	104	
	3 4 4 3	3	118	91	
	3 4 4 3	4	100	77	
2 3 3 2	2	133	102		
3 4 3	3	116	90		
3 4 3	4	81	62		
2 3 2	2	129	99		

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 неизолированных 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	—	395	300
	120/27	375	—	—	375	—	—
150	150/19	450	365	—	—	—	—
	150/24	450	365	570	440	465	355
	150/34	450	—	—	—	—	—
185	185/24	520	430	—	—	—	—
	185/29	510	425	650	500	540	410
	185/43	515	—	—	—	—	—
240	240/32	605	505	—	—	—	—
	240/39	610	505	760	590	685	490
	240/56	610	—	—	—	—	—
300	300/39	710	600	—	—	—	—
	300/48	690	585	880	680	740	570
	300/66	680	—	—	—	—	—
330	330/27	730	—	—	—	—	—
400	400/22	830	713	1050	—	—	—
	400/51	825	705	—	815	895	690
	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

Длительно допустимый ток для шин круглого и трубчатого сечения

Круглые шины			Медные трубы		Алюминиевые трубы		Стальные трубы				
Диаметр, мм	Ток*, А		Внутренний и наружный диаметры, мм	Ток, А	Внутренний и наружный диаметры, мм	Ток, А	Условный проход, мм	Толщина стенки, мм	Наружный диаметр, мм	Переменный ток, А	
	медные	алюминиевые								труба без разреза	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

$$I = abcI_0 \quad (12.5)$$

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 нагрузка $I_{ср\ сут} / I_{ном}$	1,0	0,85	0,7
Коэффициент c	1,0	1,07	1,16

Резервные кабели допускается прокладывать в незаномерованных каналах блока, если они работают, когда рабочие кабели отключены.

Длительно допустимые токи для кабелей, прокладываемых в двух параллельных блоках одинаковой 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 изолированных 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 полюсов 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 сталелатунных 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		Сталелатунный	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 $\rho_{20^\circ} = 0,03 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$

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»)

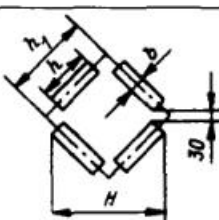
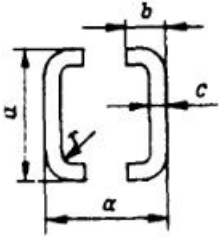
Полый пакет	Размеры, мм				Поперечное сечение четырехполосной шины, мм ²	Ток, А, на пакет шин	
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>h</i> ₁	<i>H</i>		медных	алюминиевых
	80	8	140	157	2560	5750	4550
	80	10	144	160	3200	6400	5100
	100	8	160	185	3200	7000	5550
	100	10	164	188	4000	7700	6200
	120	10	184	216	4800	9050	7300

Таблица 12.42

Длительно допустимый ток для шин корыччатого сечения

Шины корыччатого сечения	Размеры, мм				Поперечное сечение одной шины, мм ²	Ток, А, на две шины	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>r</i>		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 $+70^\circ\text{C}$ при температуре воздуха $+25^\circ\text{C}$.

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 проводов 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.

Сопrotивление 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 ($t = 20^\circ\text{C}$) определяется по формуле

$$r = \frac{\rho l}{s} = \frac{l}{\gamma s}, \quad (12.6)$$

где ρ — удельное сопротивление материала провода, $\text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$; $\gamma = 1/\rho$ — удельная проводимость материала провода, $\text{м}/(\text{Ом} \cdot \text{мм}^2)$; l — длина провода, м; s — поперечное сечение провода, мм^2 .

Проводимость (сопротивление) провода при прочих равных условиях зависит от температуры провода:

$$\gamma_t = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha(t - 20)}, \quad (12.7)$$

где γ_t — удельная проводимость при температуре t ; γ_0 — удельная проводимость при температуре $t = 20^\circ\text{C}$; α — температурный коэффициент; для меди и алюминия $\alpha = 0,004$.

Удельная проводимость медных и алюминиевых проводов при $t = 20^\circ\text{C}$ $\gamma_0 = 55,56 \text{ м}/(\text{Ом} \cdot \text{мм}^2)$ для меди и $\gamma_0 = 33,9 \text{ м}/(\text{Ом} \cdot \text{мм}^2)$ 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 $\gamma_{\text{ж}} = 53 \text{ м}/(\text{Ом} \cdot \text{мм}^2)$ для меди и $\gamma_{\text{ж}} = 32 \text{ м}/(\text{Ом} \cdot \text{мм}^2)$ для алюминия.

Индуктивное сопротивление одной фазы на 1 км трехфазных линий ($\text{Ом}/\text{км}$) для любого расположения проводов определяется формулой [57]

$$x_0 = \omega \left(4,6 \lg \frac{D_{\text{ср}}}{r} + 0,5\mu \right) \cdot 10^{-4}; \quad (12.8)$$

где $\omega = 2\pi f$ — угловая частота, рад; f — частота напряжения сети, Гц; $D_{\text{ср}}$ — среднегеометрическое расстояние между осями проводов; r — внешний радиус провода; μ — относительная магнитная проницаемость материала провода.

Среднегеометрическое расстояние между осями проводов трехфазной линии

$$D_{cp} = \sqrt{D_1 D_2 D_3}, \quad (12.9)$$

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

$$x_0 = 0,1445 \lg \frac{D_{cp}}{r} + 0,0157. \quad (12.10)$$

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°C , 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 клинцах 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

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 $x'_0 = \omega \cdot 4,6 \cdot 10^{-4} \lg \frac{D_{cp}}{r}$ — индуктивное сопротивление, Ом/км, обусловленное внешним магнитным полем и зависящее только от геометрических параметров линии; $x''_0 = \omega \cdot 0,5\mu \cdot 10^{-4}$ — индуктивное 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 или 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 изображать упрощенно как однолинейные схемы (рис. 12.1, б), поскольку изображение прямого и обратного проводов симметрично.

Ниже дается сокращенный вывод формул для расчета потерь напряжения

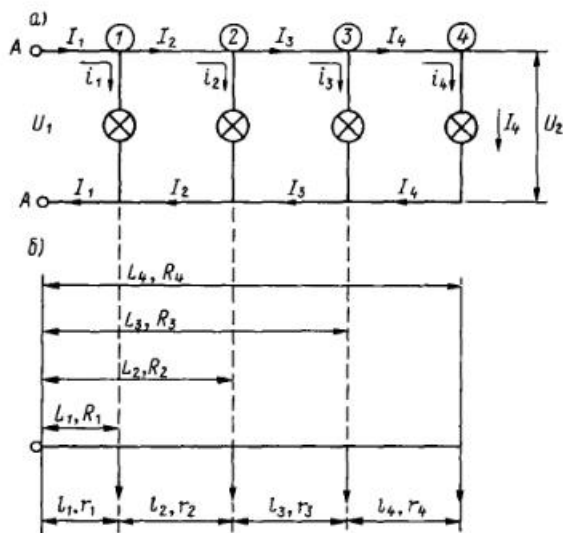


Рис 12.1 К определению потерь в двухпроводной линии $i_1 - i_4$ — нагрузочные токи, $A, I_1 - I_4$ — токи, проходящие по отдельным участкам линии, $A, l_1 - l_4$ — длины отдельных участков линии, м, $r_1 - r_4$ — сопротивление проводов отдельных участков линии, $L_1 - L_4, R_1 - R_4$ — длины отрезков 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):

$$\begin{aligned} I_1 &= i_1 + i_2 + i_3 + i_4; \\ I_2 &= i_2 + i_3 + i_4; \\ I_3 &= i_3 + i_4; \quad I_4 = i_4; \end{aligned} \quad (12.13)$$

$$\begin{aligned} R_1 &= r_1; \quad R_2 = r_1 + r_2; \quad R_3 = r_1 + r_2 + r_3; \\ R_4 &= r_1 + r_2 + r_3 + r_4. \end{aligned} \quad (12.14)$$

С учетом зависимостей (12.13) выражение для потери напряжения (12.11) может быть записано в виде

$$\begin{aligned} \Delta U &= 2[(i_1 + i_2 + i_3 + i_4) r_1 + \\ &+ (i_2 + i_3 + i_4) r_2 + (i_3 + i_4) r_3 + i_4 r_4]. \end{aligned} \quad (12.15)$$

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 ($U_{\text{ном}}$). Учитывая, что ток нагрузки при принятом допущении $i = P/U_{\text{ном}}$, потерю напряжения в сети определяем по формуле

$$\Delta U = \frac{2}{\gamma s U_{\text{ном}}} \Sigma PL, \quad (12.19)$$

где P — нагрузка потребителей, Вт

Принято потери напряжения выражать в процентах номинального напря-

жения, $\Delta U_{\%} = \frac{U_{\text{ном}} - U}{U_{\text{ном}}} \cdot 100$, длину сети в метрах, а нагрузку в киловаттах, тогда формула (12.19) принимает вид

$$\Delta U_{\%} = \frac{2 \cdot 10^5}{\gamma s U_{\text{ном}}^2} \Sigma PL. \quad (12.20)$$

Сечение провода, обеспечивающее данную потерю напряжения, определяется по формуле

$$s = \frac{2 \cdot 10^5}{\gamma \Delta U_{\%} U_{\text{ном}}^2} \Sigma PL. \quad (12.21)$$

В формулах (12.20) и (12.21) приняты следующие обозначения: P — нагрузка потребителей, кВт; $\Delta U_{\%}$ — потеря на-

пряжения 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, мм², γ — удельная проводимость материала проводов сети, м/(Ом·мм²).

Произведение PL называется моментом нагрузки и обозначается буквой M .

Если для определенных условий расчета (заданное номинальное напряжение сети и материал провода) обозначить $c = \gamma U_{\text{ном}} / (2 \cdot 10^5)$, то

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Sigma M}{cs} \quad (12.22)$$

и

$$s = \frac{\Sigma M}{c \Delta U_{\%}}. \quad (12.23)$$

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, кВт·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

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 коэф-фициента c	Значение коэффициента c для проводников	
			медных	алюминиевых
380/220 380 220/127	Трехфазная с нулевым проводом Трехфазная без нулевого провода Трехфазная с нулевым проводом	$\frac{\gamma U_n^2}{10^5}$	72	44
			72	44
			24	14,7
220 36 24 12	Трехфазная без нулевого провода	$\frac{\gamma U_n^2}{10^5}$	24	14,7
			0,648	0,396
			0,288	0,176
			0,072	0,044
380/220 220/127	Двухфазная с нулевым проводом	$\frac{\gamma U_n^2}{2,25 \cdot 10^5}$	32	19,5
			10,7	6,5
220 127 36 24 12	Двухпроводная переменного или постоянного тока	$\frac{\gamma U_{ном}^2}{2 \cdot 10^5}$	12	7,4
			4	2,46
			0,324	0,198
			0,144	0,088
			0,036	0,022

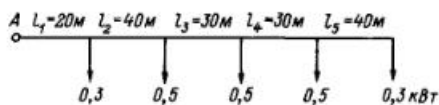


Рис 12.2 К примеру 12.2

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):

$$\Delta U_{\%} = \frac{2 \cdot 10^5}{\gamma S U_{\text{ном}}^2} \Sigma PL =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^5}{53 \cdot 10 \cdot 220^2} (0,3 \cdot 20 + 0,5 \cdot 60 +$$

$$+ 0,5 \cdot 90 + 0,5 \cdot 120 + 0,3 \cdot 160) = 3,24\%.$$

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.

Решение. Потери напряжения на участках определяются по формуле (12.22)

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Sigma M}{cS},$$

$$\text{где } c = \frac{\gamma U_{\text{ном}}^2}{2 \cdot 10^5} = \frac{32 \cdot 220^2}{2 \cdot 10^5} = 7,74.$$

На участке $A-I$

$$\Delta U_{A-I} = \frac{1 \cdot 20 + 1 \cdot 50}{7,74 \cdot 25} = 0,36\%.$$

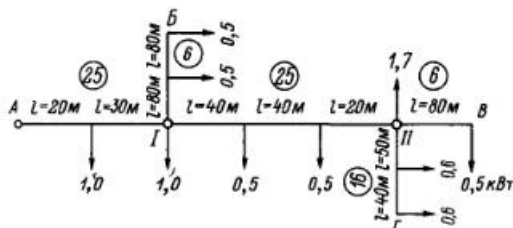


Рис 12.3 К примеру 12.3

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 $I-B$

$$\Delta U_{I-B} = \frac{0,5 \cdot 80 + 0,5 \cdot 160}{7,74 \cdot 6} = 2,58\%.$$

На участке $II-B$

$$\Delta U_{II-B} = \frac{0,5 \cdot 80}{7,74 \cdot 6} = 0,86\%.$$

На участке $II-\Gamma$

$$\Delta U_{II-\Gamma} = \frac{0,6 \cdot 50 + 0,6 \cdot 90}{7,74 \cdot 16} = 0,68\%.$$

Потери напряжения до точки B

$$\Delta U_{A-B} = \Delta U_{A-I} + \Delta U_{I-B} =$$

$$= 0,36 + 2,58 = 2,94\%.$$

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 Γ

$$\Delta U_{A-\Gamma} = \Delta U_{A-I} + \Delta U_{I-II} + \Delta U_{II-\Gamma} =$$

$$= 0,36 + 1,19 + 0,68 = 2,23\%.$$

Наибольшие потери напряжения в сети имеют место до точки B .

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

$$\Delta U_{\%} = \frac{2 \cdot 10^5}{U_{\text{ном}}^2 \cos \varphi} (r_0 \cos \varphi +$$

$$+ x_0 \sin \varphi) \Sigma PL, \quad (12.24)$$

где $\cos \varphi$ — коэффициент мощности нагрузки, r_0 и x_0 — активное и реактивное сопротивление 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

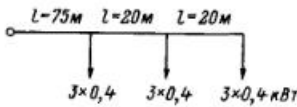


Рис 12.4 К примеру 12.4

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 нагрузок $\cos \varphi = 0,57$.

Решение 1. По формуле (12.10) определяется

$$\begin{aligned} x_0 &= 0,1445 \lg \frac{D_{\text{ср}}}{r} + 0,0157 = \\ &= 0,1445 \lg \frac{60}{0,255} + 0,0157 = \\ &= 0,358 \text{ Ом/км.} \end{aligned}$$

2. По формуле (12.24), учитывая, что дополнительно в ПРА теряется 12 % мощности, находим потери напряжения до конца линии

$$\begin{aligned} \Delta U_{\%} &= \frac{2 \cdot 10^5}{U_{\text{ном}}^2 \cos \varphi} (r_0 \cos \varphi + \\ &+ x_0 \sin \varphi) \Sigma PL = \frac{2 \cdot 10^5}{220^2 \cdot 0,57} \times \\ &\times (1,98 \cdot 0,57 + 0,358 \cdot 0,82) \frac{1,12}{1000} \times \\ &\times (1,2 \cdot 75 + 1,25 \cdot 95 + 1,2 \cdot 115) = 3,95 \%. \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \Delta U_{\%} &= \frac{10^5}{U_{\text{л}}^2 \cos \varphi} (r_0 \cos \varphi + \\ &+ x_0 \sin \varphi) \Sigma PL, \quad (12.26) \end{aligned}$$

где $U_{\text{л}}$ — 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

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Sigma M}{cs}, \quad (12.27)$$

где $c = \gamma U_{\text{л}}^2 / 10^5$.

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)

$$r_0 = \frac{l}{\gamma s} = \frac{1000}{53 \cdot 35} = 0,54 \text{ Ом/км.}$$

По формуле (12.8)

$$\begin{aligned} x_0 &= 1,445 \lg \frac{D_{\text{ср}}}{r} + 0,0157 = \\ &= 0,1445 \frac{100}{0,375} + 0,0157 = 0,366 \text{ Ом/км.} \end{aligned}$$

По формуле (12.26) определяется потеря напряжения между точками сети А и Б

$$\begin{aligned} \Delta U_{A-B} &= \frac{10^5}{U_{\text{ном}}^2 \cos \varphi} (r_0 \cos \varphi + \\ &+ x_0 \sin \varphi) \Sigma PL = \frac{10^5}{6000^2 \cdot 0,8} \times \\ &\times (0,54 \cdot 0,8 + 0,366 \cdot 0,6) (50 \cdot 1 + \\ &+ 100 \cdot 1,8 + 30 \cdot 3) = 0,73 \%. \end{aligned}$$

Расчет по потерям напряжения сети с нулевым проводом при неравномерной

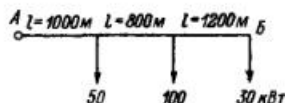


Рис 12.5 К примеру 12.5

нагрузке фаз производится по следующим формулам [57]

$$\Delta U_A = \Delta U_{\phi A} + \Delta U_{0A} - \frac{1}{2}(\Delta U_{0B} + \Delta U_{0C}); \quad (12.28)$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_B &= U_{\phi B} + \Delta U_{0B} - \\ & - \frac{1}{2}(\Delta U_{0A} + \Delta U_{0C}); \\ \Delta U_C &= \Delta U_{\phi C} + \Delta U_{0C} - \\ & - \frac{1}{2}(\Delta U_{0A} + \Delta U_{0B}), \end{aligned} \right\} (12.29)$$

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

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_{\phi A} &= \frac{\Sigma M_A}{c s_A}; \quad \Delta U_{0A} = \frac{\Sigma M_A}{c s_0}; \\ \Delta U_{\phi B} &= \frac{\Sigma M_B}{c s_B}; \quad \Delta U_{0B} = \frac{\Sigma M_B}{c s_0}; \\ \Delta U_{\phi C} &= \frac{\Sigma M_C}{c s_C}; \quad \Delta U_{0C} = \frac{\Sigma M_C}{c s_0}. \end{aligned} \right\} (12.30)$$

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; $c = \frac{\gamma U_{\phi}^2}{10^5}$ — ко-

эффициент, 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 мм², нулевого — 6 мм².

Решение. По формулам (12.30) определяются потери напряжения в фазных и нулевом проводах:

$$\begin{aligned} \Delta U_{\phi A} &= \frac{\Sigma M_A}{c s_A} = \\ &= \frac{0,5(40 + 160)}{8,5 \cdot 10} = 1,18 \%; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{\phi B} &= \frac{\Sigma M_B}{c s_B} = \\ &= \frac{0,5(80 + 200)}{8,5 \cdot 10} = 1,65 \%; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{\phi C} &= \frac{\Sigma M_C}{c s_C} = \\ &= \frac{0,5(120 + 240)}{8,5 \cdot 10} = 2,12 \%; \end{aligned}$$

$$\Delta U_{0A} = \frac{\Sigma M_A}{c s_0} = \frac{100}{8,5 \cdot 6} = 1,96 \%,$$

$$\Delta U_{0B} = \frac{\Sigma M_B}{c s_0} = \frac{140}{8,5 \cdot 6} = 2,74 \%;$$

$$\Delta U_{0C} = \frac{\Sigma M_C}{c s_0} = \frac{180}{8,5 \cdot 6} = 3,53 \%.$$

2. По формулам (12.28) и (12.29) определяются потери напряжения:

$$\begin{aligned} \Delta U_A &= \Delta U_{\phi A} + \Delta U_{0A} - \\ & - \frac{1}{2}(\Delta U_{0B} + \Delta U_{0C}) = 1,18 + 1,96 - \end{aligned}$$

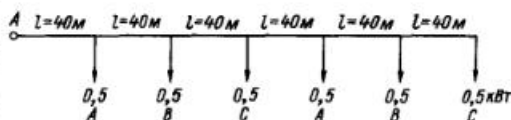


Рис 12.6 К примеру 12.6

$$-\frac{1}{2}(2,74 + 3,53) = 0,1 \%$$

$$\Delta U_B = \Delta U_{\phi B} + \Delta U_{0B} - \frac{1}{2}(\Delta U_{0A} + \Delta U_{0C}) = 1,65 + 2,74 -$$

$$-\frac{1}{2}(1,96 + 3,53) = 1,65 \%$$

$$\Delta U_C = \Delta U_{\phi C} + \Delta U_{0C} - \frac{1}{2}(\Delta U_{0A} + \Delta U_{0B}) = 2,12 + 3,53 -$$

$$-\frac{1}{2}(1,96 + 2,74) = 3,3 \%$$

В результате расчета выяснено, что наиболее нагруженной является фаза С. В подобных случаях следует включать нагрузку с чередованием фаз А—В—С—С—В—А.

Расчет двухфазных (трехфазных) сетей с нулевым проводом

Расчетная формула для двухфазной линии с нулевым проводом представлена в виде [57]

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Sigma M}{cS}, \quad (12.31)$$

где $c = \gamma U_{\lambda}^2 / (2,25 \cdot 10^5)$; U_{λ} — 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

$$\Delta U_{\%} = \frac{ILr_0}{10U_{\phi}}; \quad (12.32)$$

для двухфазной линии

$$\Delta U_{\%} = \frac{1,5ILr_0}{10U_{\phi}}; \quad (12.33)$$

для однофазной линии

$$\Delta U_{\%} = \frac{2ILr_0}{10U_{\phi}}. \quad (12.34)$$

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) и 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

$$\Delta U_{\%} = \frac{2ILr_0}{10U_{\phi}};$$

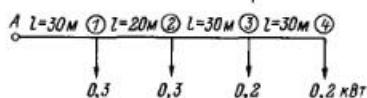


Рис 12.7 К примеру 12.7

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

$$\Delta U_{\%} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100}{U_{ном}} [\Sigma I r_0 l \cos \varphi + \Sigma I (x'_0 + x''_0) \sin \varphi] \quad (12.35)$$

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 $s_A = s_B = s_C = s_0$

$$\Delta U_{A\%} = \frac{4\Sigma M_A - \Sigma M_B - \Sigma M_C}{2c s_A} \quad (12.36)$$

а при $s_0 = 0,5s_A = 0,5s_B = 0,5s_C$

$$\Delta U_{A\%} = \frac{3\Sigma M_A - \Sigma M_B - \Sigma M_C}{c s_A} \quad (12.37)$$

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 мм²), 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

$$\Sigma M = P_1 \left(l_1 + \frac{l_2}{2} \right) + P_2 \left(l_1 + l_2 + l_3 + \frac{l_4}{2} \right).$$

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 проводов

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, мм ² , 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	

Моменты нагрузки для алюминиевых проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт·м, линий												
	двухпроводных на напряжение 220 В						трехпроводных двухфазных с нулем на напряжение 380/220 В						
	при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, 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 s , входящего в формулы для расчета сетей по потере напряжения для различных систем

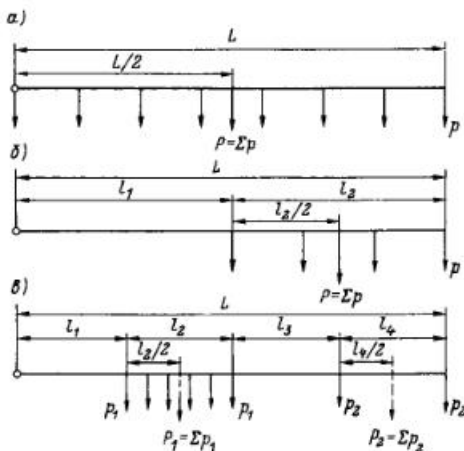


Рис 128 Примеры упрощенного определения моментов нагрузки

сети, рода тока и номинального напряжения, приведены в табл. 12.46.

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: $s = 10 \text{ мм}^2$ при $M = 880 \text{ кВт}\cdot\text{м}$ и $s = 16 \text{ мм}^2$ при $M = 1408 \text{ кВт}\cdot\text{м}$. Для обеспечения $\Delta U \leq 2 \%$ необходимо выбрать $s = 16 \text{ мм}^2$. При этом сечении по той же таблице находятся фактические потери $\Delta U < 1,4 \%$.

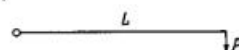


Рис 129 К примеру 12.9

Моменты нагрузки для алюминиевых проводников

ΔU %	Момент нагрузки, кВт·м, линий на напряжение 36 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника s , мм ² , равно											
	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 , равно											
	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 , равно											
	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

Моменты нагрузки линий 380/220 В

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														
	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, мм ² , 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	3120	4368	5928	7488	9360	11544		
2,8	101	168	269	403	672	1075	1780	2532	3660	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		

Моменты нагрузки для медных проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт м, линий												
	двухпроводных на напряжение 220 В						трехпроводных двухфазных с нулем на напряжение 380/220 В						
	при сечении проводника $S, \text{мм}^2$, 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

Моменты нагрузки для медных проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт·м, линий на напряжение 36 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, 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

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт·м, линий на напряжение 24 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, 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

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт·м, линий на напряжение 12 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, 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

Моменты нагрузки для медных проводов

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт·м, линий															
	двухпроводных на напряжение 220 В						трехпроводных двухфазных с нулем на напряжение 380/220 В						четырёхпроводных трехфазных с нулем на напряжение 380/220 В или трехпроводных трехфазных без нуля на напряжение 380 В			
	при сечении провода $s, \text{мм}^2$, 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	475	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					двухпроводных					трехпроводных трехфазных									
	на напряжение 40 В					на напряжение 36 В					на напряжение 40 В					на напряжение 36 В									
	при сечении провода s , мм ² , равно																								
	1,2	2	3	5	8	1,2	2	3	5	8	1,2	2	3	5	8	1,2	2	3	5	8	1,2	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	0,78	1,29	1,94	3,24	5,18
2	0,96	1,60	2,40	4,00	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	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	10,40	16,20	2,33	3,88	5,83	10,40	16,20
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	13,60	22,70	3,11	5,18	7,77	13,60	22,70
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	17,10	28,80	3,88	6,48	9,72	17,10	28,80
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	4,66	7,77	11,70	20,70	33,10	4,66	7,77	11,70	20,70	33,10
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	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	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	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	7,77	12,90	19,40	32,40	51,80

ΔU, %	на напряжение 24 В																								
	на напряжение 24 В					на напряжение 12 В					на напряжение 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	0,09	0,14	0,22	0,36
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	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	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	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	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	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	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	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	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	0,86	1,44	2,16	3,60	5,76

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								четырёхпроводных трехфазных с нулевым проводом на напряжение 380/220 В или трехфазных без нуля на напряжение 380 В							
	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	237	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	195	293	487	780	440	660	1100	1760												

Моменты нагрузок для алюминиевых проводов

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт·м, линейный															
	двухпроводных					трехпроводных					трехпроводных					
	на напряжение 40 В					на напряжение 36 В					на напряжение 36 В					
при сечении провода $s, \text{мм}^2$, 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																
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

Поправочный коэффициент k

Сечение, мм ²	Значение k для кабелей и проводов в трубах при $\cos \varphi$, 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 $\cos \varphi$, 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

$$kI_3 \leq I_{кз}, \quad (12.38)$$

где k — минимальная допустимая кратность тока короткого замыкания по отношению к номинальному току аппаратуры защиты; I_3 — номинальный ток аппарата защиты, $I_{кз}$ — 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-

Удельное сопротивление цепи фазный — нулевой провод

Сечение одножильного провода s , мм ²		Удельное сопротивление $z_{\text{ну}}$, 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.

Расчетные сопротивления силовых масляных трансформаторов при вторичном напряжении 400/230 В

Мощность трансформатора, кВ·А	Первичное напряжение, кВ	Полное сопротивление трансформатора z , в режиме однофазного КЗ при схеме соединения обмоток	
		Y/Y_n	$\Delta/Y_n, Y/\Upsilon$
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 обратную зависимость от тока характеристики; при отсутствии заводских данных для автоматических выключателей следует принимать $k=1,4$ с номинальным током I_3 до 100 А и $k=1,25$ с номинальным током I_3 свыше 100 А. При защите сетей автоматическими выключателями, имеющими только электромагнитный расцепитель (отсекку), 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]

$$I_{кз} = U_{\phi} / \left(z_r + R_{\Sigma \text{ пер}} + \sum_1^n z_{ny} l \right), \quad (12.39)$$

где U_{ϕ} — фазное напряжение сети, В; z_r — полное сопротивление трансформатора, Ом; $R_{\Sigma \text{ пер}}$ — суммарное переходное сопротивление контактов, Ом; z_{ny} — 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_r 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_k (в киловольт-амперах реактивных), необходимая для повышения $\cos \varphi_1$ до значения $\cos \varphi_2$, определяется по формуле

$$Q_k = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2), \quad (12.40)$$

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

$$C = \frac{Q_k}{2\pi f U^2 \cdot 10^{-3}}, \quad (12.41)$$

где U — напряжение на зажимах конденсатора, кВ; f — частота переменного тока, Гц; Q_k — 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

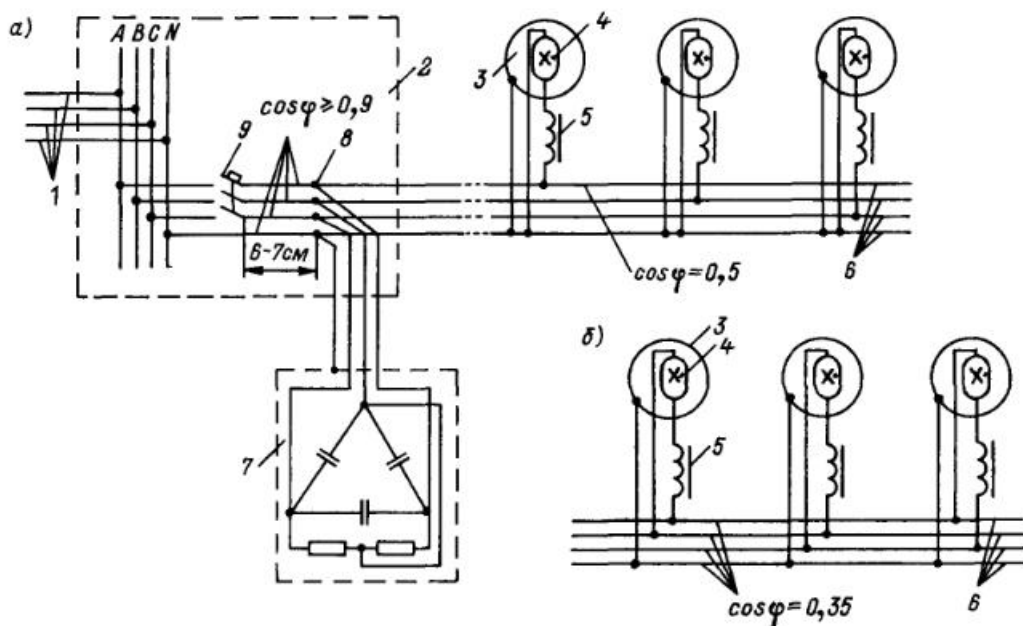


Рис 12.10 Схема присоединения конденсаторной установки к групповой линии а — 220 В, б — 380 В

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

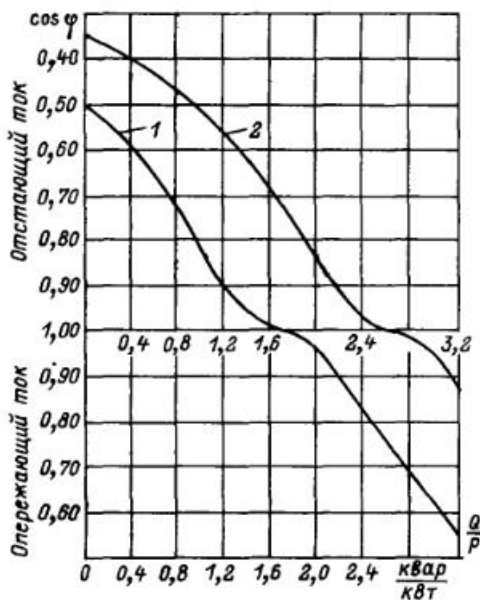


Рис. 12.11. Определение $\cos \varphi$ в установках с РЛВД для сети 380/220 В

P — суммарная мощность РЛВД с потерями в ПРА, кВт; Q — мощность трехфазных конденсаторов, квар; $\cos \varphi$ комплекта лампы — ПРА 1 — 0,5, 2 — 0,35

мощность конденсаторов при заданных $\cos \varphi$ и P

Для определения полной мощности S и $\cos \varphi$ 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 $P_n=3$ кВт, $\cos \varphi=1$ и лампы ДРЛ $P_d=15$ кВт (с учетом потерь

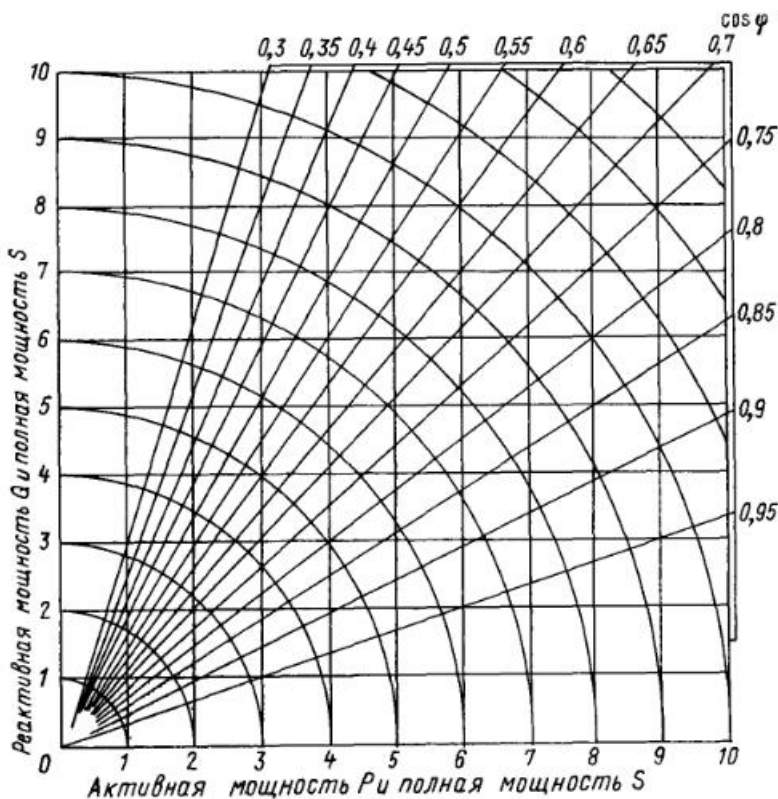


Рис. 12.12. Номограмма $P-Q-S-\cos \varphi$

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_k , ток автомата I_a на осветительном щитке, сечение (по току) фазных s_{ϕ} и нулевого s_0 проводов групповой сети, ток линии I_n .

До компенсации реактивной мощности:

реактивная мощность

$$Q_1 = P_a \operatorname{tg} \varphi_1 = 15 \cdot 1,73 = 26 \text{ квар,}$$

полная мощность

$$S_1 = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{18^2 + 26^2} = 31,6 \text{ кВ} \cdot \text{А};$$

ток групповой линии

$$I_n = \frac{S_1}{\sqrt{3} U_n} = 48 \text{ А};$$

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 $0,95$ ($\operatorname{tg} \varphi_2 = 0,33$),

$$Q_k = P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = 18 (1,43 - 0,33) = 19,8 \text{ квар.}$$

Ориентируясь на выпускаемые промышленностью аппараты, принимаем мощность конденсатора равной 18 квар.

При компенсации реактивной мощности:

реактивная мощность

$$Q_2 = Q_1 - Q_k = 8 \text{ квар;}$$

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 $I_n = 48$ А определяем $s_{\phi} = 16 \text{ мм}^2$.

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

$$I_a = \frac{S_2 k_n}{\sqrt{3} U_n} = \frac{19,6 \cdot 1,4}{1,73 \cdot 0,38} \approx 40 \text{ А},$$

где $k_n = 1,4$ — 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 (алюминевых)

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 нагрузкой 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 трехфазных 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 дистанционного управления освещением предназначаются для питания катушек контакторов, пускателей или реле, т. е. нагрузок, обладающих относительно большим индуктивным 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]

$$s = \frac{2I_{np}\rho}{U_n} \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\alpha^2} - \sin^2 \varphi_n - \cos \varphi_n}}, \quad (12.42)$$

где ρ — удельное сопротивление метал-

Таблица 12 67

Значения коэффициента β

cos φ_n	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

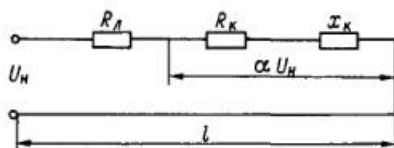


Рис 12.13 Схема замещения линии без индуктивности

R_L — активное сопротивление линии, R_K , X_K — активное и индуктивное сопротивление катушки, α — доля номинального напряжения, необходимая для надежного срабатывания аппаратов управления

ла проводника, Ом·мм²/м; l — длина линии, м; I_n — пусковой ток, А; U_n — напряжение питания сети

Формула (12.42) может быть представлена в виде

$$s = \beta I_n l, \quad (12.43)$$

где l — длина линии управления, км;

$$\beta = \frac{2000\rho}{U_n \sqrt{1/\alpha^2 - \sin^2 \varphi_n} - \cos \varphi_n}$$

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

$$\Delta U_{\%} = 100 \left(1 - \frac{U_n}{I_n \gamma} \right); \quad (12.44)$$

Таблица 12.68

Выражение для коэффициента γ

Марка, количество и сечение, мм ² , проводов воздушной линии	Выражение для коэффициента γ
МГ 2×6	$\sqrt{38,2l^2 + \frac{12U_n l}{I_n} (\cos \varphi_n + 0,132 \sin \varphi_n) + \frac{U_n^2}{I_n^2}}$
МГ 1×10+1×6	$\sqrt{23,7l^2 + \frac{9,7U_n l}{I_n} (\cos \varphi_n + 0,162 \sin \varphi_n) + \frac{U_n^2}{I_n^2}}$
МГ 2×10	$\sqrt{13,7l^2 + \frac{7,3U_n l}{I_n} (\cos \varphi_n + 0,211 \sin \varphi_n) + \frac{U_n^2}{I_n^2}}$
МГ 1×16+1×6	$\sqrt{18l^2 + \frac{8,3U_n l}{I_n} (\cos \varphi_n + 0,178 \sin \varphi_n) + \frac{U_n^2}{I_n^2}}$
МГ 2×16	$\sqrt{5,8l^2 + \frac{4,6U_n l}{I_n} (\cos \varphi_n + 0,312 \sin \varphi_n) + \frac{U_n^2}{I_n^2}}$
А 2×16	$\sqrt{15,1l^2 + \frac{7,7U_n l}{I_n} (\cos \varphi_n + 0,187 \sin \varphi_n) + \frac{U_n^2}{I_n^2}}$
А 1×25+1×16	$\sqrt{10,4l^2 + \frac{6,3U_n l}{I_n} (\cos \varphi_n + 0,223 \sin \varphi_n) + \frac{U_n^2}{I_n^2}}$
А 2×25	$\sqrt{6,6l^2 + \frac{5U_n l}{I_n} (\cos \varphi_n + 0,162 \sin \varphi_n) + \frac{U_n^2}{I_n^2}}$

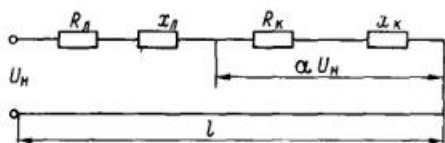


Рис 12.14 Схема замещения линии управления освещением с индуктивностью

здесь

$$\gamma = \sqrt{[(r_\phi + r_0)l]^2(1+k^2) + \frac{2U_n l}{I_n}(r_\phi + r_0) \times \sqrt{\cos \varphi_n + \sin \varphi_n + U_n^2/I_n^2}} \quad (12.45)$$

где r_0 и r_ϕ — активные сопротивления фазного и нулевого проводов линии, Ом/км, l — длина линии, км; $k = x_n/R_n$.

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_n , превышающее номинальное напряжение питания катушки реле. При выбранных проводах сети управления расчет сети сводится к расчету добавочного сопротивления R_d . Из схемы рис. 12.15, а следует:

$$U_n = \alpha I_p (R_d + R_d + R_k). \quad (12.46)$$

При сопротивлении линии $R_d = 2r_0 l$ добавочное сопротивление

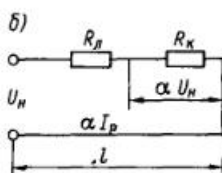
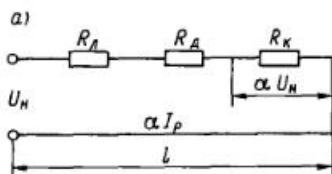


Рис 12.15 Схемы замещения линии управления постоянного тока

$$R_d = \frac{U_n - \alpha I_p (2r_0 l + R_k)}{\alpha I_p}. \quad (12.47)$$

Для наиболее распространенных проводов, применяемых для сетей управления диаметром 0,5 мм, $r_0 = 95$ Ом/км (жилы телефонных кабелей) и $\alpha = 0,85$

$$R_d = \frac{U_n}{0,85 I_p} - 190l - R_k. \quad (12.48)$$

Схема на рис. 12.15, б рассчитывается по потере напряжения в линии

$$\Delta U_{\%} = \frac{\alpha I_p R_d}{U_n} 100. \quad (12.49)$$

При наиболее употребительном напряжении $U_n = 48$ В для кабеля с диаметром жилы 0,5 мм ($r_0 = 95$ Ом/км) и при $\alpha = 0,85$

$$\Delta U_{\%} = 337 I_p l, \quad (12.50)$$

где l — длина линии, км.

По формуле (12.50) может быть определена наибольшая длина сети управления, при которой не потребуются источник питания, напряжение которого больше номинального напряжения катушки реле,

$$l_{\max} = \frac{\Delta U_{\%}}{337 I_p}. \quad (12.51)$$

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 замыканиях, а также для нечастых включений и отключений электрических цепей. Номинальный ток шкафов 100, 250, 400 и 630 А. Шкафы комплектуются: вводными автоматическими выключателями типа АЗ700 или АЕ2060, а на отходящих

линиях — типа АЕ20. Шкафы изготавливают 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 типоразмеров 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 НРН2 или ПН2. Шкафы изготавливают 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 типоразмеров шкафов приведены в каталоге Информэлектро 06.01.05-83.

Распределительные шкафы типа ПР8501 предназначены для распределения электрической энергии и защиты электрических установок напряжением до 660 В частоты 50 и 60 Гц при перегрузках и коротких замыканиях, а также для нечастых (до 6 в час) оперативных включений и отключений электрических цепей. Номинальный ток шкафов 160, 250, 400 и 630 А. Шкафы комплектуют автоматическими выключателями типа ВА51 и классифицируют по схемам (однополюсные, трехполюсные), по исполнению (навесные, напольные, уплотненные), по расположению выключателей ввода или зажимов ввода (в верхней или нижней части шкафа), по степени защиты оболочки (IP21 или IP54), по роду изоляции кабеля (в резиновой, пластмассовой или бумажной изоляции). Технические данные 148 типоразмеров 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 МЗ. Ящики комплектуются вводными рубильниками типа Р16, а на отходящих двух- или трехполюсных линиях — предохранителями типа ПН2. Технические данные 20 типовых 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

Технические данные распределительных пунктов ПР41

Таблица 13 1

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

Технические данные осветительных групповых щитков ЯОУ8500

Таблица 13 2

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 ис-

полнение 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 типоразмеров 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 замыкания в осветительных групповых линиях в сетях с заземленной нейтралью напряжением до 380 В частоты 50 и 60 Гц.

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

Технические данные ящиков с понижающими трансформаторами типа ЯТП-0,25У3

Тип 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 технические 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 устанавливается в нише размером 330×330×165 мм.

В ОУ широко используют понижающие трансформаторы, параметры которых должны соответствовать ГОСТ 19294—84.

Трансформаторы трехфазные понижающие типа ТСЗИ предназначены для питания сетей освещения, их технические данные приведены в табл. 13.5. Класс защиты от поражения электрическим током I.

Трансформаторы однофазные понижающие типа ОСОВ-0,25 предназначены для питания переносных ОП (рис. 131). Номинальное напряжение первич-

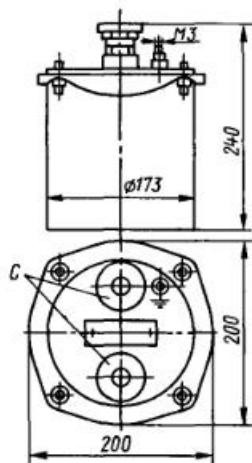


Рис 131 Однофазный трансформатор типа ОСОВ-0,25

С — сальник для ввода питающего кабеля и вывода для кабеля вторичной цепи

ной 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

Таблица 13 5

Технические данные трехфазных понижающих трансформаторов типа ТСЗИ

Тип трансформатора	Мощность, кВт · А	Номинальное напряжение		Схема и группа соединения обмоток	Габаритные размеры, мм			Масса, кг	Степень защиты по ГОСТ 14254—80			
		обмоток высокого напряжения (ВН), В	обмоток низкого напряжения (НН), В		Длина	Ширина	Высота					
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		
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	2,5			196		430	33,5					
ТСЗИ-2,5Т2 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)	385			208	505	47,5

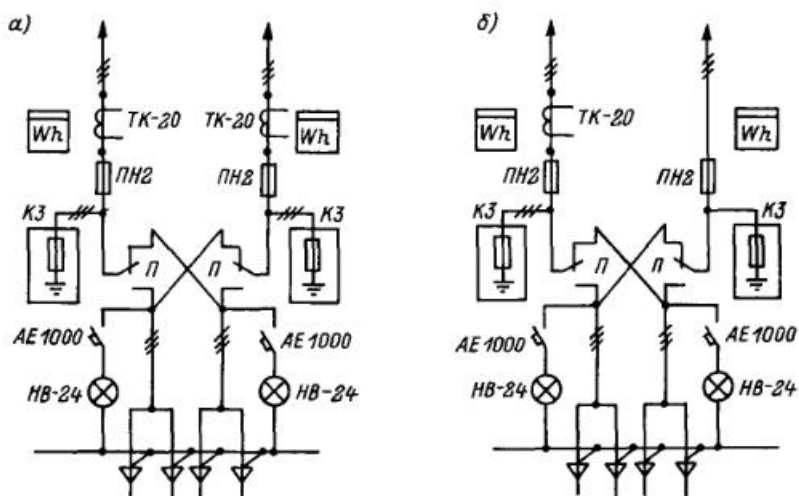


Рис 132 Схемы вводных панелей а — ВРУ1-11-10, ВРУ1-13-20, б — ВРУ1-12-10, ВРУ1-14-20, в — ВРУ1-17-70, ВРУ1-18-80

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

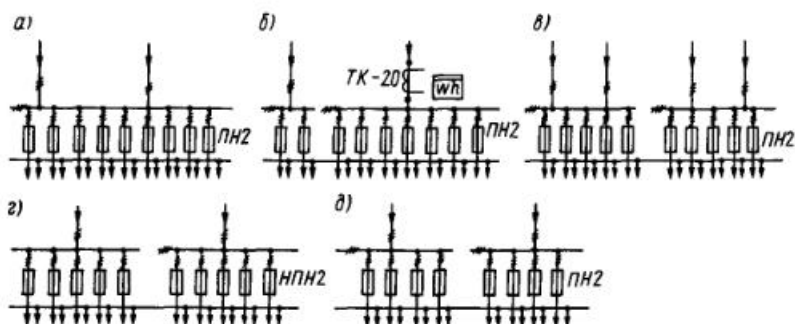
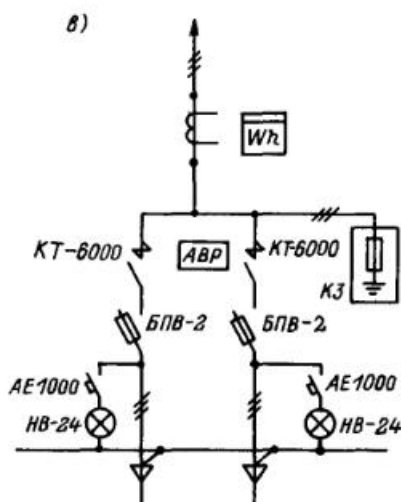


Рис 133 Схемы распределительных панелей. а — ВРУ1-41-00, ВРУ1-42-01, ВРУ1-42-02, ВРУ1-44-60, ВРУ1-45-01, ВРУ1-45-02, б — ВРУ1-43-00, ВРУ1-46-00, в — ВРУ1-47-00, ВРУ1-48-03, ВРУ1-48-04, г — ВРУ1-49-00, ВРУ1-49-03, ВРУ1-49-04, д — ВРУ1-50-00, ВРУ1-50-01, ВРУ1-50-02

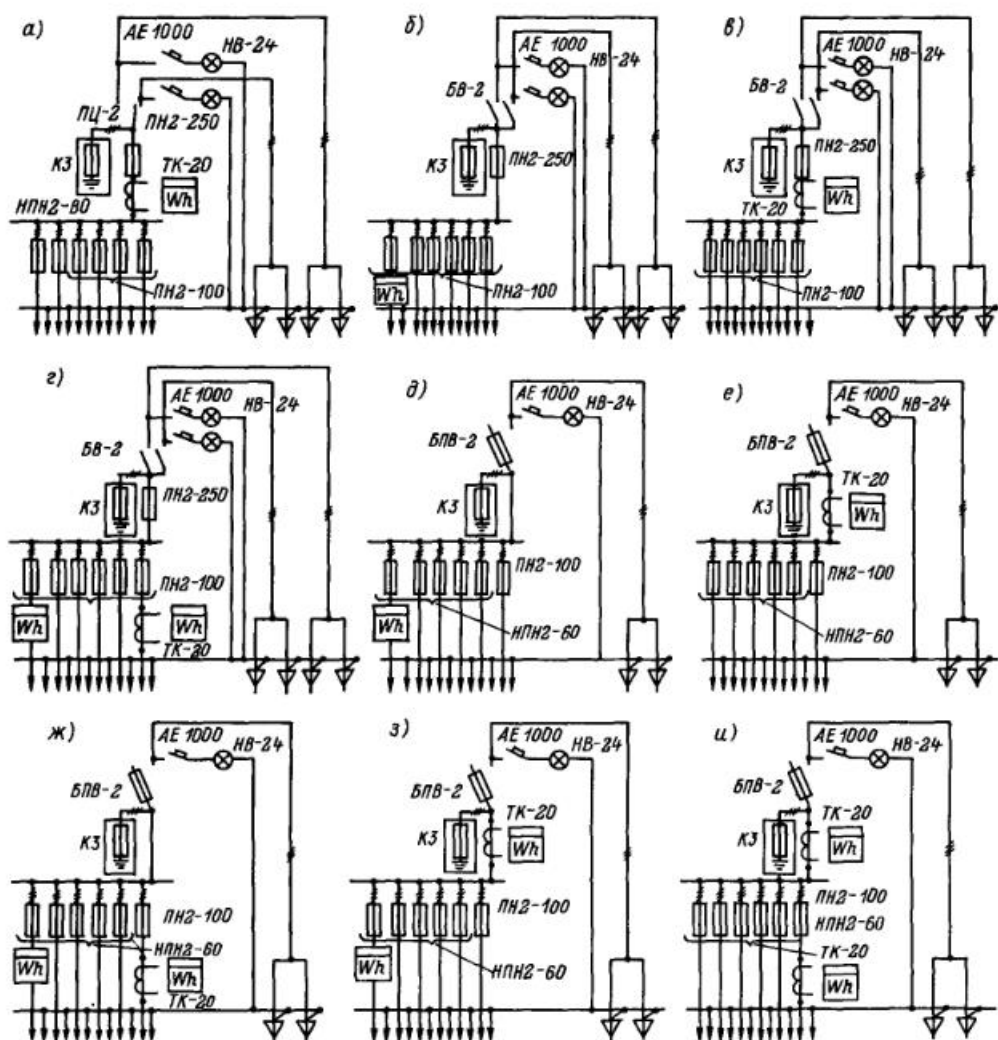


Рис 134 Схемы вводно-распределительных панелей а — ВРУ1-21-10, б — ВРУ1-22-55, ВРУ1-22-56, в — ВРУ1-23-55, ВРУ1-23-56, ВРУ1-26-65, г — ВРУ1-24-55, ВРУ1-24-56, ВРУ1-25-66, д — ВРУ1-25-65, ВРУ1-26-66, е — ВРУ1-26-66, ж — ВРУ1-27-65, ВРУ1-27-66, з — ВРУ1-28-65, ВРУ1-28-66, и — ВРУ1-29-65, ВРУ1-29-66

электрической энергии напряжением 380/220 В частоты 50 Гц в сетях трехфазного тока с заземленной нейтралью, а также для защиты линий при перегрузках и коротких замыканиях. Параметры ВРУ должны соответствовать требованиям ГОСТ 19734—80. ВРУ изготавливают однопанельными и многопанельными. 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 изготавливают с различным числом отходящих линий и схем учета. Предусматривается возможность установки аппаратуры управления освещением зданий. При автоматическом управлении включение освещения лестничных клеток и других помещений про-

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	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ВРУ1-48-03УХЛ4	—	—	ПН2 5 × 100 + 5 × 100	+	—	—	—	—	—
ВРУ1-48-04УХЛ4	—	АЕ1000 14 × 16	—	—	—	—	—	—	—
ВРУ1-49-03УХЛ4	—	—	НПН2 5 × 60 + 5 × 60	+	—	—	—	—	—
ВРУ1-49-04УХЛ4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ВРУ1-49-00УХЛ4	—	—	ПН2 4 × 250 + 4 × 250	—	—	—	—	—	—

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 освещением	трехфазных	автоматического	неавтоматического	общего	для дооправления	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	—	ИПН2 2 × 60 + ПН2 4 × 100	—	—	1	—	—	50—200
ВРУ1-22-55УХЛ4	2 × 250	—	ПН2 5 × 100	+	—	—	1	—	—
ВРУ1-23-55УХЛ4				+	—	—	1	—	—
ВРУ1-24-55УХЛ4	1 × 250	—	ИПН2 4 × 60 + ПН2 1 × 100	+	—	—	1	—	30—100
ВРУ1-25-65УХЛ4				+	—	—	1	—	—
ВРУ1-26-65УХЛ4	2 × 250	Е27 8 × 16	—	+	—	—	1	—	50—200
ВРУ1-27-65УХЛ4				+	—	—	1	—	1
ВРУ1-28-65УХЛ4	1 × 250	—	ПН2 5 × 100	+	—	—	1	—	50—200
ВРУ1-29-65УХЛ4				+	—	—	1	—	1
ВРУ1-32-56УХЛ4	2 × 250	—	ИПН2 4 × 60 + ПН2 1 × 100	—	+	—	—	—	30—200
ВРУ1-23-56УХЛ4				—	+	—	—	1	—
ВРУ1-24-56УХЛ4	1 × 250	—	ИПН2 4 × 60 + ПН2 1 × 100	—	+	—	—	—	30—100
ВРУ1-25-66УХЛ4				—	+	—	—	1	—
ВРУ1-26-66УХЛ4	2 × 250	АЕ1000 14 × 16	ПН2 5 × 100	—	+	—	—	—	30—100
ВРУ1-27-66УХЛ4				—	+	—	—	1	—
ВРУ1-28-66УХЛ4	1 × 250	—	—	—	+	—	—	—	50—200
ВРУ1-29-66УХЛ4				—	+	—	—	1	—

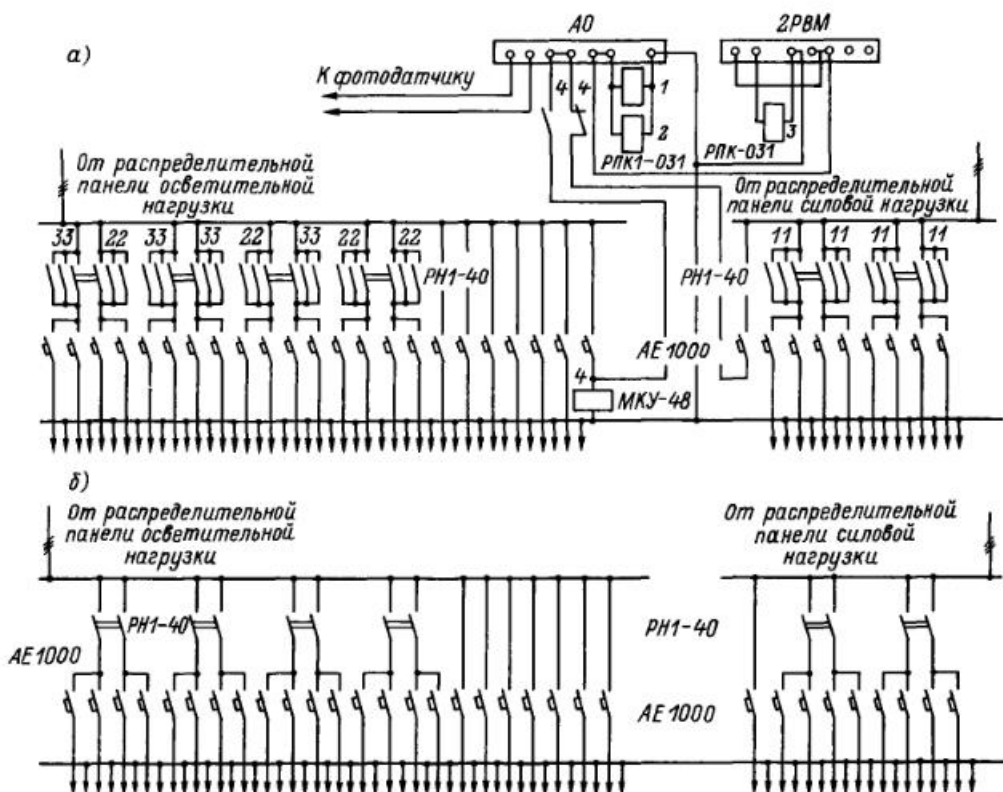


Рис 13.5 Схема блока автоматического (а) и неавтоматического (б) управления освещением на 30 групп а — ВРУ1-42-01, ВРУ1-45-01, ВРУ1-50-01, б — ВРУ1-42-02, ВРУ1-45-02, ВРУ1-50-02

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.

Особенностью электрических сетей жилых зданий является необходимость индивидуального 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. Счетчик электроэнергии и группо-

вые автоматические выключатели или плавкие предохранители могут устанавливаться непосредственно в квартире или на площадке лестничной клетки, в соответствии с этим щитки подразделяют на этажные, устанавливаемые в нише, и квартирные, устанавливаемые на стене или в нише.

Осветительные этажные щитки типа ЩЭ 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. 13.7 и 13.8. Степень защиты IP30. Габаритные размеры щитков типа ЩЭ14 — 310 × 116 × 330 мм, а размеры ниши под них 300 × 290 × 130 мм. Габаритные размеры щитков типа ЩЭ23 и ЩЭ24 — 560 × 153 × 1000 мм, а размер ниши под них — 950 × 500 × 140 мм. Габаритные размеры щитков типа ЩЭ32, ЩЭ33 и

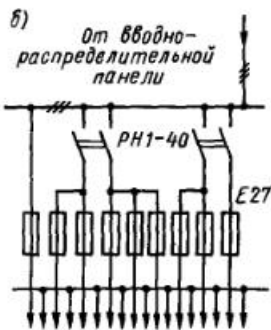
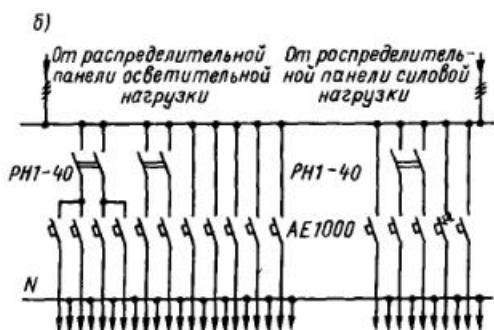
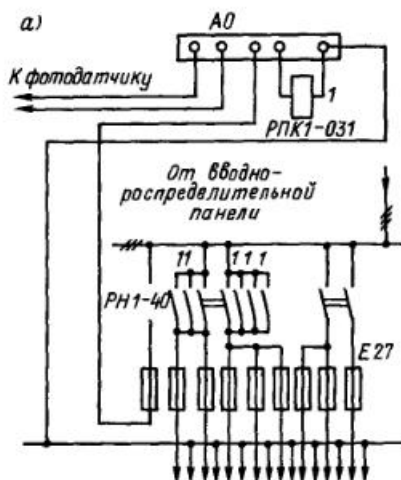
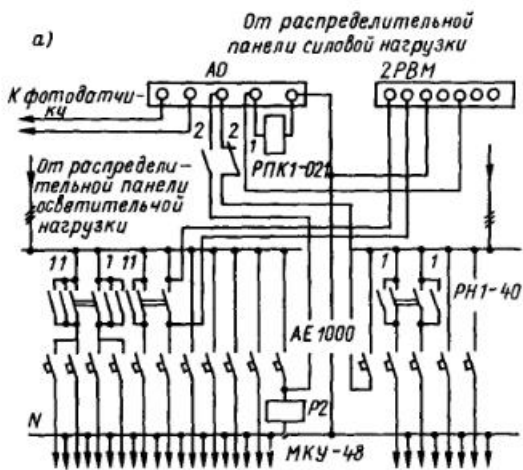


Рис 136 Схема блока автоматического (а) и неавтоматического (б) управления освещением на 14 групп а — ВРУ1-48-03, ВРУ1-49-03, б — ВРУ1-48-04, ВРУ1-49-04

Рис 137 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 137

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

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 139

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			
ШК1101УХЛ4	2	1	—	—	1	1	1,84
ШК2101УХЛ4	2	1	—	—	1	1	3,55
ШК2201УХЛ4	—	—	2	1	1	1	3,20
ШК1202УХЛ4	—	—	2	1	—	1	1,20
ШК1206УХЛ4	—	—	1	2	—	1	1,20

ЩЭ34 составляют $930 \times 153 \times 1000$ мм, а размер ниши для их установки — $950 \times 900 \times 140$ 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 — $204 \times 132 \times 464$ мм, а щитков типа ЩК12 — $204 \times 132 \times 364$ мм. Габаритные размеры щитков типа ЩК21 — $320 \times 144 \times 560$ мм, а ниши для их установки — $500 \times 280 \times 130$ 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

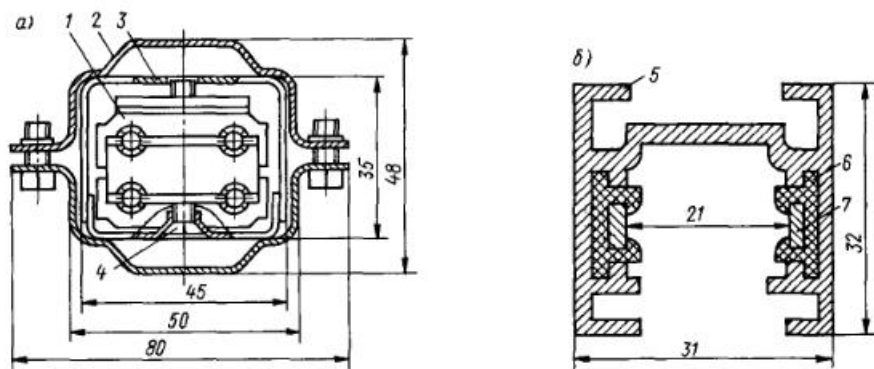


Рис 138 Поперечное сечение осветительных шинопроводов *а* — трехфазного типа ШОС4, *б* — однофазного типа ШОС80
 1 — розетка, 2 — муфта соединительная, 3 — короб, 4 — винт, 5 — алюминиевый короб, 6 — изолирующий профиль, 7 — медная шина

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 ШОС67У3 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

Технические данные осветительного шинопровода ШОС80УЗ

Наименование 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	АДЗ1
Масса 1 м шинопровода, кг	0,8

Таблица 13 13

Технические данные силовых кабелей с пластмассовой и резиновой изоляцией на напряжение 660 В

Марка кабеля	Число жил	Сечение основных 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

должен быть не менее его шести диаметров [61].

Строительная длина кабелей сечением 4—16 мм² составляет 150 м, сечением 25—70 мм² — 300 м, а 95 мм² и выше — 200 м. Кроме того, допускается поставка маломерных отрезков длиной не менее 50 м в количестве не более 20 % в пар-

ти кабелей сечением 4—16 мм² 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, мм ² , при напряжении, В	
				380	660
ПВ-1	С мелкой жилой, с ПВХ-изоляцией	Прокладка в пустотных каналах негорючих 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 алюминиевой жилой, с ПВХ-изоляцией	Прокладка в трубах и пустотных каналах негорючих 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	—
	2; 3				
АМПВ	То же, но с алюминиевыми жилами	Прокладка в трубах и пустотных каналах негорючих строительных, осветительных цепи машин	1	1—10	1,5—10
АМПВ	То же, плоский с разделительным основанием		2; 3		
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		2; 3		
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		

Марка	Характеристика	Преимущественная область применения	Число жил	Поперечное сечение, мм ² , 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	—
ПРТ0	То же, но в оплетке, пропитанной противогнилостным составом, многожильный	Прокладка в негорюемых трубах	1, 2, 3, 7, 10, 14	—	0,75—120
АПРТ0	То же, но с алюминиевой жилой многожильный	То же	1, 2, 3, 7, 10, 14	—	2,5—120
ПРИ	С медной жилой, с резиновой изоляцией	Прокладка в сухих и сырых помещениях	1	—	0,75—120
АПРИ	То же, но с алюминиевой жилой	То же	1	—	2,5—120
ПРФ	Одно-, двух-, трехжильный, с медной жилой, в резиновой изоляции и фальшовой 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 алюминиевой жилой	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 алюминиевыми жилами, с резиновой изоляцией, с несущим тросом, 1—4-жильный	Прокладка внутри помещений, где требуется повышенная механическая прочность	2 3 4	2,5 или 4 4 или 6 4—35	2,5 или 4 4 или 6 4—35
ПРКА	С изоляционно-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, гибкий двухжильный	Прокладка в сухих и сырых помещениях	2	1—6	—

Номенклатура и технические данные шнуров, используемых в осветительных установках

Марка	Характеристика	Преимущественная область применения	Число жил	Поперечное сечение, мм ²
ШВПТ	С ПВХ-изоляции, нагревостойкий, на переменное напряжение до 42 В	Для переносных световых приборов	2	0,35
ШПС	С ПВХ-изоляции, со скрученными жилами, в ПВХ-оболочке, подвешенной, грузонесущий, на переменное напряжение 220 В	Для светильников, подвешиваемых на электрическом шнуре	2 или 3	0,5 или 0,75
ШВП	Шнур гибкий со скрученными жилами с ПВХ-изоляцией 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-изоляции, 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-изоляции, 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-изоляции, на переменное напряжение 380 В			
ШВПЛ	То же, с жилами из луженых проволок		2 или 3	0,5

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 непосредственно 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: автоматиче-

скими 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 предусмотренного 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 быстродействующие (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 относи-

тельно 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.

Технические данные плавких предохранителей на 380 В

Таблица 13.16

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 обратную зависимость 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 на-

пряжением 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		16—50	
А3162	380	50	2		Тепловой	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 АЗ7ХХХ 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 укреплен 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 контактов, А, при напряжении		Число переключений, 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 изготавливают 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 шнурами.

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		

Варианты исполнения выключателей и переключателей и их технические данные
(ГОСТ 7397—88)

Номинальный ток коммутации, А	Исполнение выключателей и переключателей			
	по способу установки	по виду переключающего механизма	в зависимости от шифра	от степени защиты (ГОСТ 14254—80)
4,0 и 6,3	Для открытой и скрытой установки	Клавишные Перекидные Кнопочные Шнурковые	01 и 02	IP20
10,0 и 16,0			04—09 01—09 01—09	
6,3, 10,0, 16,0	Для открытой установки	Клавишные Поворотные	01—03 04—08	

Примечание Для выключателей с шифром 04 и 05 номинальный ток является суммарным 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 промышленных 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-

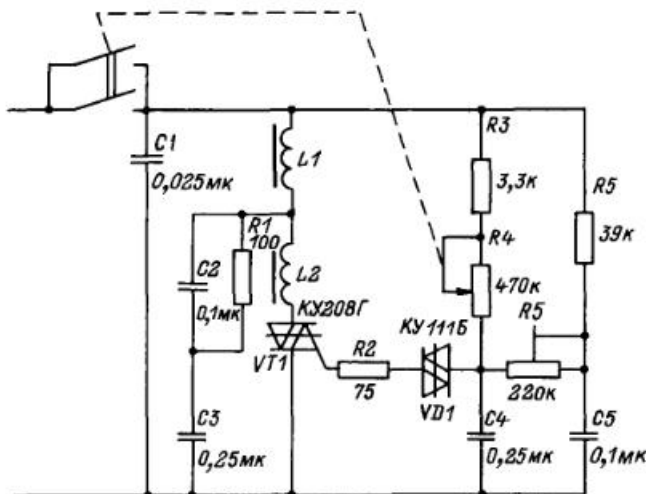


Рис 139 Принципиальная схема стационарного светорегулятора СРС-300-1

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, предназначен-

ного 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, мм ²			
		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	$\frac{380}{16}$	4,0	0,5	4,0	1,5
С-2-2,5 С-3-2,5	$\frac{220}{10}$	2,5	0,5	2,5	1,5
СО-2-4,0 СО-3-4,0	$\frac{380}{16}$	4,0	0,5	4,0	1,5
СО-2-2,5 СО-3-2,5	$\frac{220}{10}$	2,5	0,5	2,5	1,5
СОР-2-4,0 СОР-3-4,0	$\frac{380}{16}$	4,0	0,5	4,0	1,5
С-2-2,5 С-3-2,5 СО-2-2,5 СО-3-2,5	$\frac{220}{10}$	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	$\frac{380}{16}$	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 УЗ, УХЛЗ и ТЗ 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 терморезистивных 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 бай-

онетным 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 устанавливаются ЛН мощностью до 60 Вт. Для ЛН

Таблица 13 22

Технические данные патронов для электрических ламп

Тип патрона	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А, патрона		Сечение подсоединяемых проводов, мм ²
		со встроенным выключателем	без выключателя	
Е14	220	2	2	0,5—1,5
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

Технические данные резьбовых патронов для разрядных ламп высокого давления

Параметр	Тип патрона	
	E27ДКС-01	E40ДКС 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 E27, а для более мощных — E40.

В связи с тем что для зажигания РЛВД требуются высоковольтные импульсы (до 6 кВ), разработаны резьбовые патроны типов E27ДКС-01 и E40ДКС-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 резьбовым 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. ПУСКРЕГУЛИРУЮЩИЕ 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 горячей лампе и наличие компенсации коэффициента мощности (И — индуктивный, Е — емкостный, К — компенсируемый); 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 изготавливают на номинальное напряжение 110, 127, 220 и 380 В переменного тока номинальной частоты 50 или 60 Гц, работоспособные при отклонении напряжения сети в пределах $\pm 10\%$ 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 степени защиты не распространяются. При этом встроенные ПРА должны изготавливаться 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 горячей 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, опережаю-

щий 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 кабе-

лем с алюминиевыми жилами сечением $3 \times 16 + 1 \times 10$ мм². 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 $90 \pm 40^\circ$ 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 УЗ	33 ¹ / ₃	0,4	50	430	126	455	400×94	38
УК2 0,4-66 ² / ₃ УЗ	66 ² / ₃			430	375	505	364×335	59
УК3-0,4-100УЗ	100			580	430	505	540×364	87
УК4-0,4-133 ¹ / ₃ УЗ	133 ¹ / ₃			785	430	505	745×354	115

Примечание Степень защиты оболочки IP32 по ГОСТ 14254—80

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 старте-

ра в вольтах. Стартеры изготавливают 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 изготавливают 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 мм², а также двух проводов сечением до 0,75 мм².

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 произ-

водствах 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 nipples — 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		Обыкновенные трубы		
			Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	
мм	дюймы						
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

Наружный диаметр, мм	Масса 1 м, кг, при толщине 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

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 виниловые, полипропиленовые, полиэтиленовые и фторопластовые трубы типов: Л — легкие, СЛ — средне легкие, С — средние, Т — тяжелые и ОТ — особо тяжелые.

Виниловые 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 ПВД) 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 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	—	—	2,2	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 из полипропилена (ТУ 38-102-100-78)

Наружный диаметр, мм	Толщина 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		Толщина стенки, мм	Масса 1 м трубы, кг
условного прохода	наружный		
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 заво-

дами Главэлектромонтажа нормализованных элементов и деталей для монтажа трубных электропроводок следующей номенклатуры:

соединительные уголки для поворота трассы труб на 90° (У280—У294, У421—У423) и на 135° (У382—У389), при этом, если требуется поворот трассы на 120 или 150°, применяют соединительные

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 по-

мощью 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.

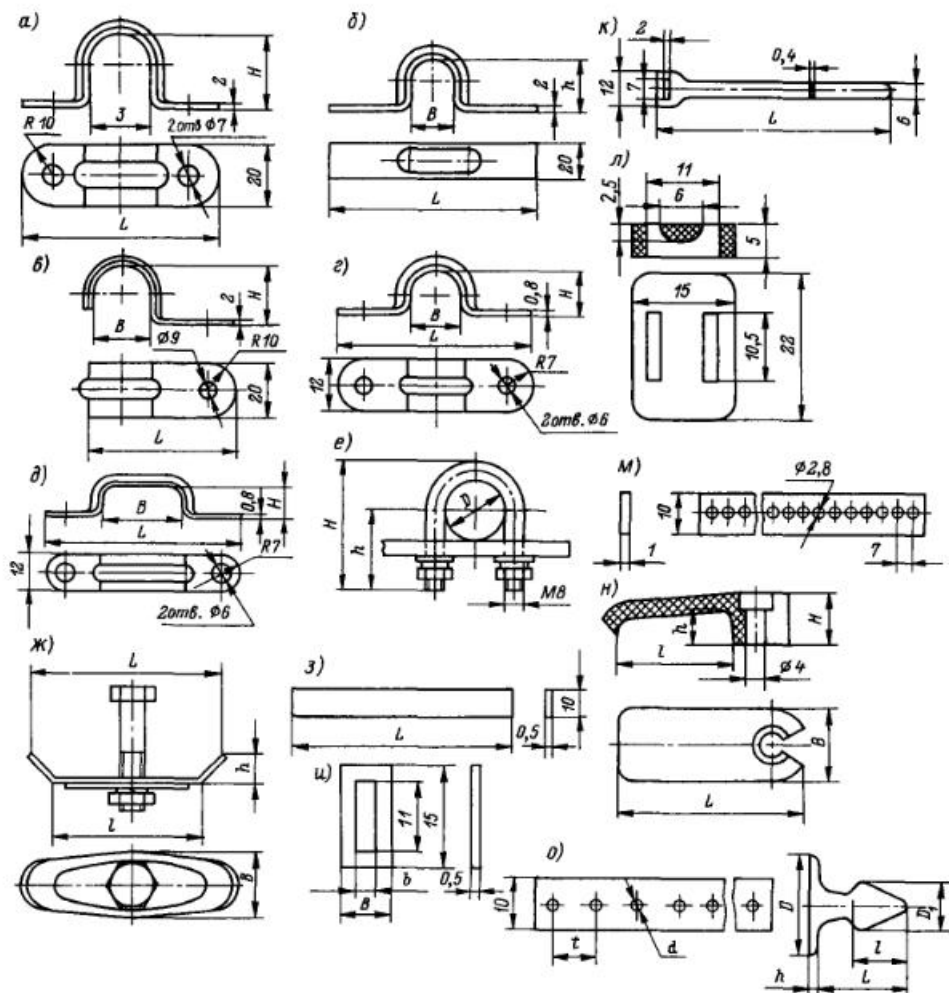


Рис 13.10 Изделия для крепления кабелей, проводов и труб а — скобы К142 — К145, б — скобы К146п — К148п, в — скобы К252 — К254, г — скобы К729 — К731, д — скобы К732 — К740, е — хомутки ХТС, ж — накладки НТ, з — полоски К404, К405, и — пряжка К407, к — полоски пряжки К395 — К398, л — закладная пряжка Л1165, м — лента К226, н — скоба К641, К642, о — монтажная лента ЛМ и замок для нее

Области применения изделий для крепления кабелей, проводов и труб к строительным основаниям [67]

Тип изделия	Назначение, способ крепления
K142 — K145	Крепление труб, кабелей и проводов диаметром 27—42 мм к строительным основаниям с помощью винтов, шурупов и т. п.
K252 — K254	То же, диаметром 21—33 мм
K729 — K731	То же, диаметром 11—19 мм
K146п — K148п	Крепление труб, кабелей и проводов диаметром 47—86 мм к строительным основаниям пристрелкой
K732 — K740	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
K404, K405	Бандажирование пучков проводов (кабелей) и крепление одиночных проводов (пакетов) к различным конструкциям. Применяются с пружинкой K407
K407	Скрепление полосок K404, K405
K395 — K398	Бандажирование пучков проводов и прикрепление одиночных проводов (пучков) к различным конструкциям
Л165	Крепление лент K226, полосок K404, K405 и полосок-пружек K395 — K398 при выполнении электропроводок и прокладке кабелей на лотках и монтажных профилях
K226	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 K227
K641, K642	Крепление плоских проводов и кабелей сечением до 6 мм ² к строительным конструкциям при открытых электропроводах
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 K809 предназначен для концевой сквозной фиксации тросов диаметром до 10 мм к стенам, а K675 — для концевой фиксации тросов диаметром 6—8 мм. Тросовый зажим K676 предназначен для закрепления петлей на концах тросов диаметром 6—8 мм, а зажим K296 — для соединения проволочных подвесок, оттяжек, растяжек диаметром до 8 мм с несущим тросом. Серьга K1016 предназначена для фиксации 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 шин проводов 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 мм² при скрытой и открытой электропроводке. Коробки (рис. 13.15) предназначены

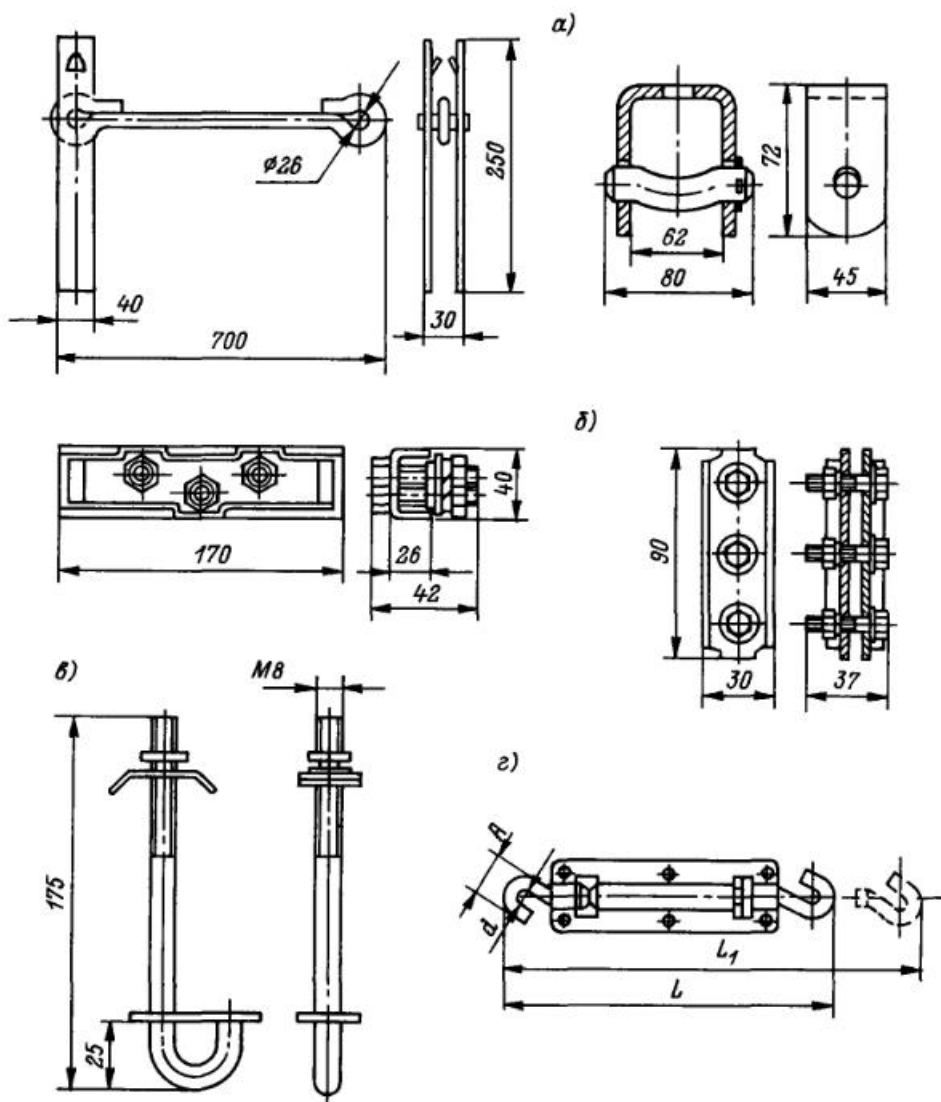


Рис 13 11 Изделия для крепления тросов а — анкера К809 и К675, б — зажимы К676 и К296, в — серьга К1016, г — натяжная муфта

Технические данные натяжных муфт

Таблица 13 35

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			
К798У3	1,2	150	200	13	6	50	2—5	0,09
К804У3	5	265	365	20	12	100	4—6	0,55
К805У3	16	550	850	27	20	300	6—8	3,47
К800У3	10	450	650	28	16	200	4—8	1,66

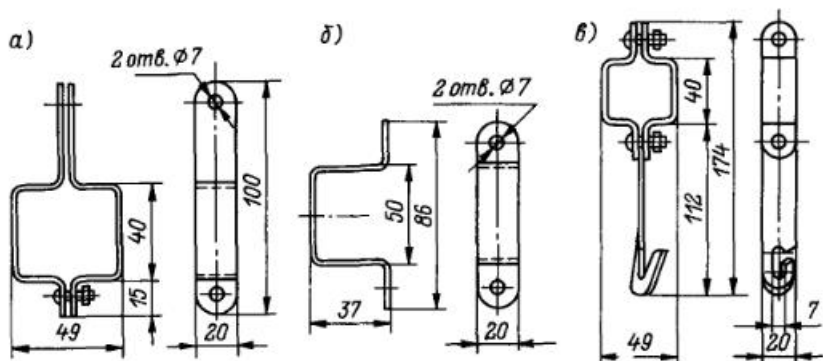


Рис 13.12 Конструкции для крепления осветительных шинопроводов ШОС2 и ШОС4 а — хомут К544, б — скоба К474, в — хомут с крюком К470

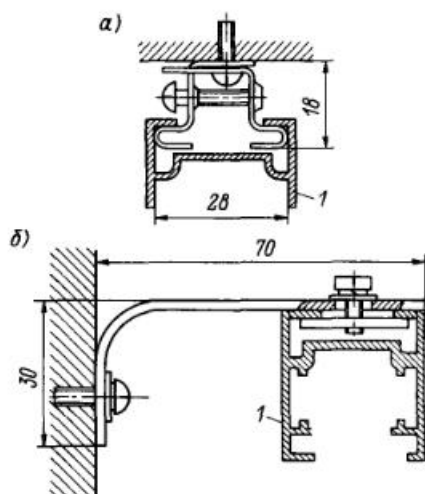


Рис 13.13 Конструкции для крепления осветительного шинопровода ШОС80 а — закреп потолочный У1920, б — кронштейн У1921
1 — секция шинопровода

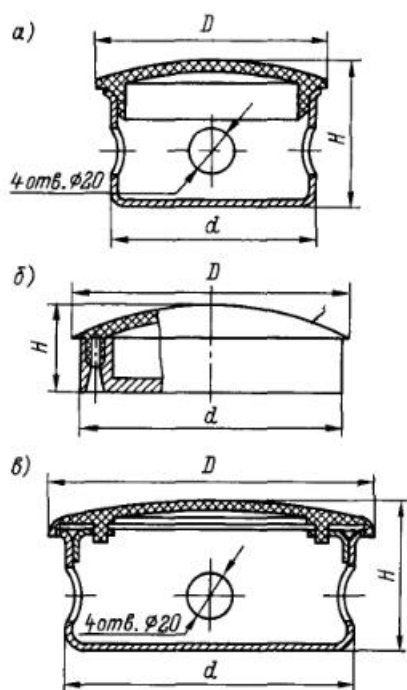


Рис 13.14 Ответвительные коробки а — У197, б — У191М — У195М, в — У198

для установки выключателей, переключателей и штепсельных розеток, имеющих распорные лапки при выполнении скрытой электропроводки; при этом коробки Л90, Л91 и У92 служат для «замоничивания» 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 изготавливают из стали, остальные — из пластмассы.

В табл. 13.37 приведены технические данные коробки 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 коробки предусмотрены отверстия. Степень защиты IP20

Технические данные ответвительных коробок и коробок для установки выключателей, переключателей и розеток

Тип коробки	Размеры, мм				Масса 1000 шт., кг
	Диаметр крышки (бурта)	Диаметр основания	Внутренний 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

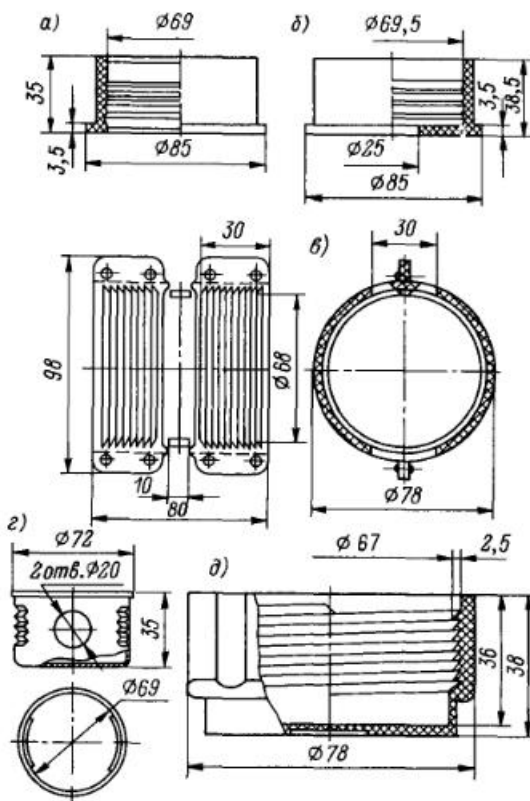


Рис 13.15 Коробки для установки выключателей, переключателей и штепсельных розеток а — Л90, б — Л91, в — У92, г — КУВ-1М, д — Л48

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-20-6-40/220	10	129	81	56	0,6

Таблица 13 38

Технические данные тросовых коробок для ответвлений от магистральных осветительных линий

Тип коробки	Характеристики магистральной линии	Способ закрепления коробки	Способ присоединения коробки	Сечение проводов, мм ²		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. Кронштейн монтируют путем подвешивания его с помощью упора 1 на перилах мостика с последующим креплением к перилам и основанию мо-

стика 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.

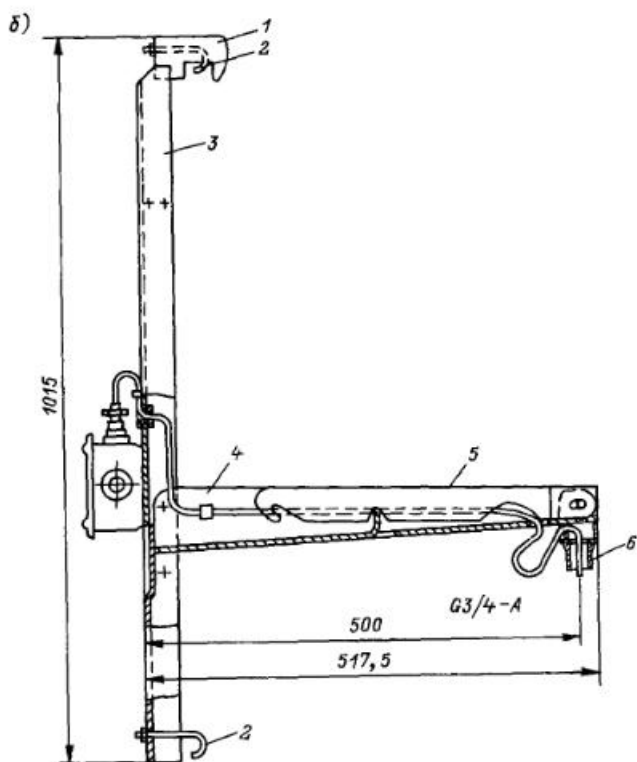
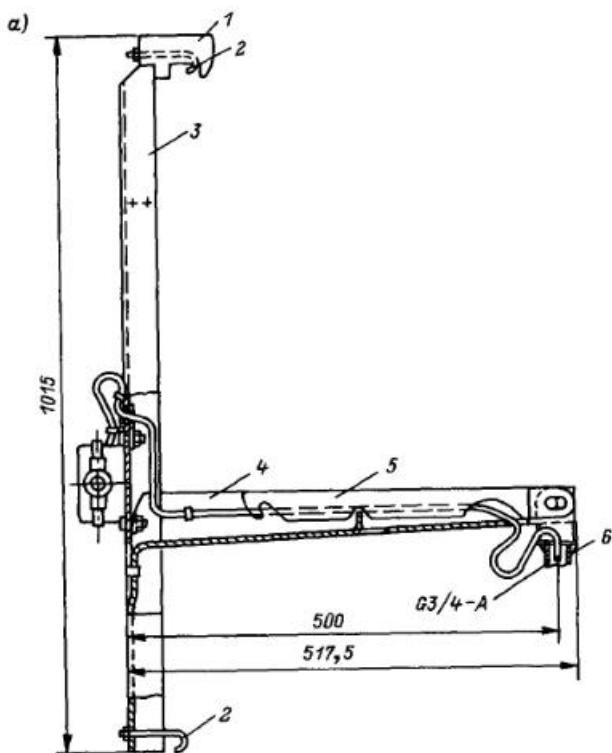
ОП в зависимости от их конструкции либо крепят навинчиванием на патрубок 6, либо навешивают на держатель У25М, который предварительно закрепляют на патрубке 6.

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		Ответственная цепь к светильнику				Масса, кг
	Напря- жение, В	Выполнение сети	Напря- жение, 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
		То же, сечением до 35 мм ²	380/220	25	IP54	Проводом	
КПК25-54УЗ	380/220 660/380	Провод (кабель) в трубе с ус- ловным проходом 20 мм	380/220	25/10	IP43	Вилкой к розетке 10 А, 250 В или проводом	5,3
			660/380	25	IP43	Проводом	
КПШУЗ	380/220	Шинопровод ШЮС4-25	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	



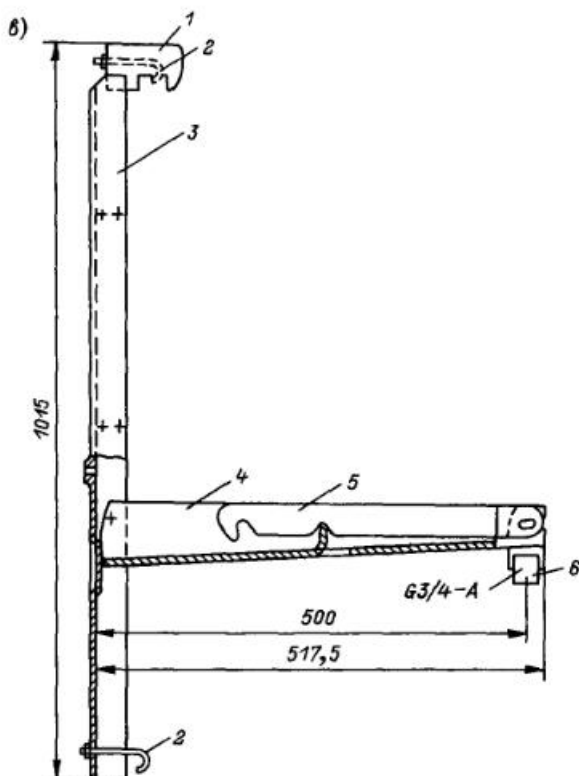


Рис 13 16 Поворотные кронштейны а — КПК, б — КПТ, в — КПШ

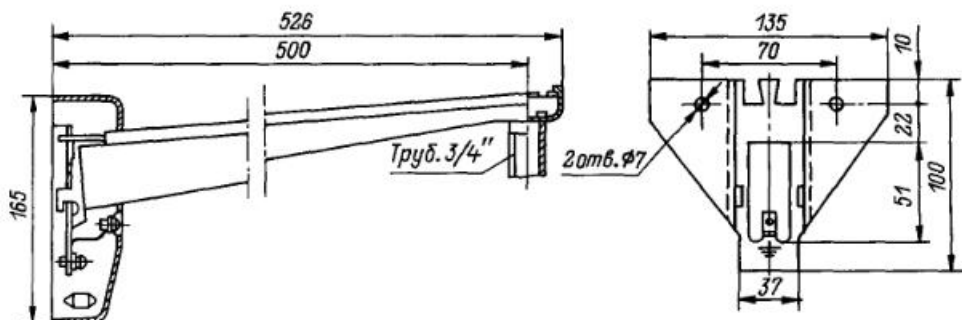


Рис 13 17 Кронштейн У116

накидной гайкой или с помощью держателя У25М Провода от ОП подводят к ближайшей ответвительной коробке или к ответвительным сжигам 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-

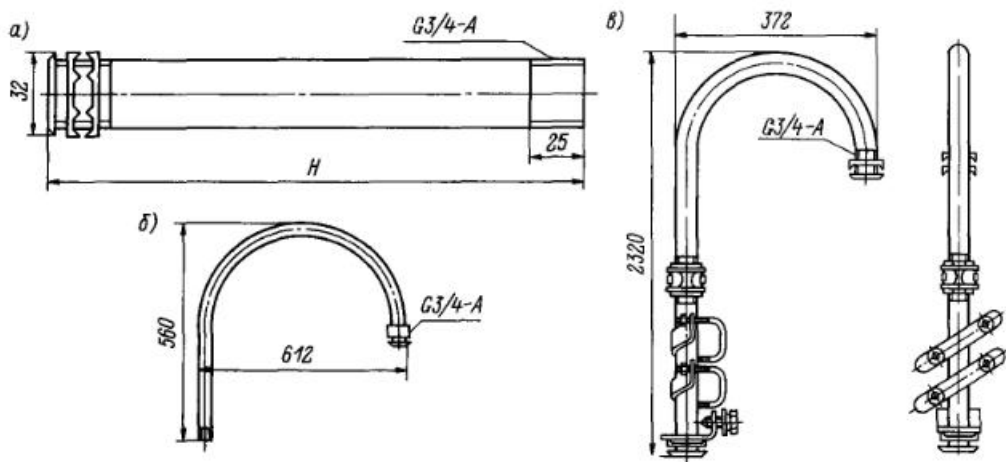


Рис 13 18 Конструкции для крепления светильников: а — трубчатый подвес К980 — К983, б — кронштейн К986, в — стойка К987

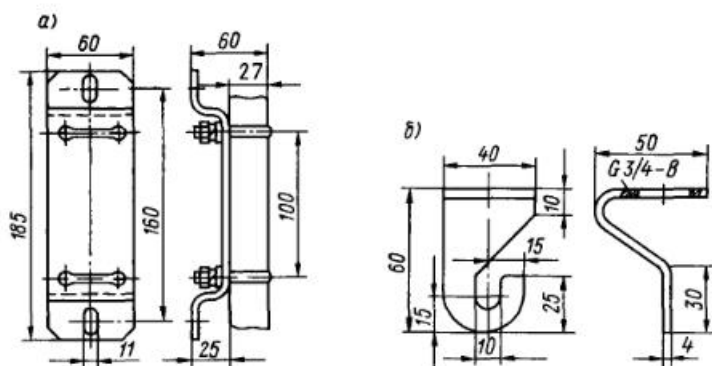


Рис 13 19 Держатели а — К939, б — У25М

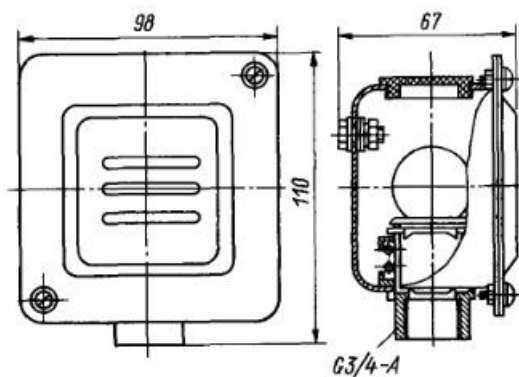


Рис 13 20 Коробка-амортизатор К937

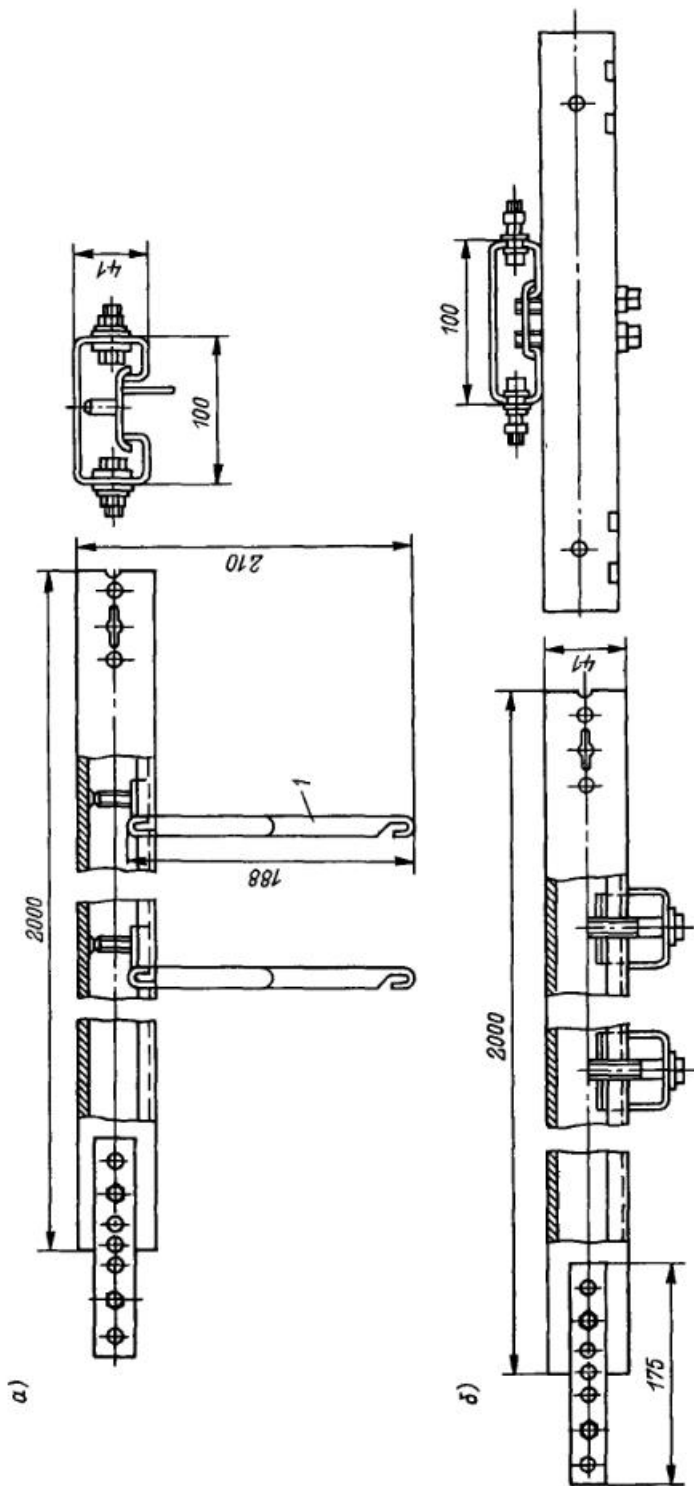


Рис 13.21 Короба а — типа КЛ-1, б — типа КЛ-2

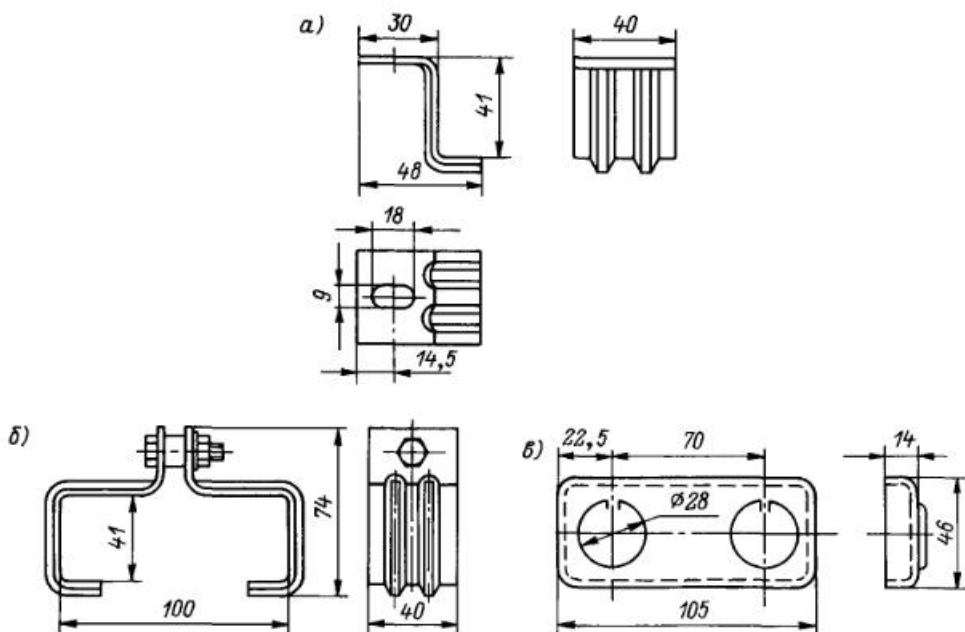


Рис 13.22 Элементы коробов КЛ а — потолочная скоба КЛ-СП, б — тросовый подвес КЛ-ПТ, в — заглушка КЛ-3

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 МЗ 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 коробка 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 коробка КЛ-1 при расстоянии между опорами 2 м равна 700 Н, на коробка 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.

**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 электропрово-

док 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 выполнения 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 помещений 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-Ia, а также для присоединения к сети переносных и передвижных ОП [63, 65].

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 содержится 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 142

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.
Трудногораемые	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 трудногораемых 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.

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	
<p>Открытая — по негорячим, трудногорячим и сгораемым основаниям непосредственно по поверхностям стен, потолков и на струнах, лентах, полосах по поверхностям стен, потолков, покрытым сухой или мокрой штукатуркой на роликах и клицах на изоляторах на лотках и в коробах с открываемыми крышками в электротехнических плинтусах в винилпластовых или стальных трубах на тросах</p>	<p>АПВ, АППВ, АПРН, АВВГ, АВРГ, АПРФ, АППВ АПРИ, АПВ, ПРД*, ПРВД* АПРИ, АПВ АВВГ, АВРГ, АПВ, АПРН АПВ, АППВ, АПРИ, АПРН АПВ, АППВ, АПРН АВТВ, АРТ, АВВГ, АВРГ, АПРН, АПВ</p>
<p>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 в винилпластовых и полиэтиленовых трубах (в том числе замоноличенных в строительные конструкции при их изготовлении на заводе) в стальных трубах и глухих стальных коробах (непосредственно) при закладке (замоноличивании) в крупнопанельные конструкции жилых зданий при изготовлении их на заводе в полостях над непроходными подвесными потолками, в винилпластовых или стальных трубах, на лотках</p>	<p>АППВ, АПВ АПВ, АППВ, АПРН АПВ, АППВ, АПРН АППВ, АПВ АПВ, АППВ, АПРН, АВВГ, АВРГ, АНРГ</p>
Влажные помещения	
<p>Открытая — по негорячим, трудногорячим и сгораемым основаниям непосредственно по поверхностям стен, потолков и на стальных лентах, полосах, струнах по поверхностям стен, потолков, покрытым сухой или мокрой штукатуркой на роликах и клицах на изоляторах на лотках и в коробах с открываемыми крышками в винилпластовых и стальных трубах на тросах</p>	<p>АПВ, АППВ, АПРН, АПРИ, АВВГ, АВРГ, АНРГ АППВ АПРИ, АПВ АПРИ, АПВ АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВ, АПРН АПВ, АППВ, АПРН АВТВ, АРТ, АПРН, АПВ</p>
<p>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 в винилпластовых и полиэтиленовых трубах (в том числе замоноличенных в строительные конструкции при их изготовлении) в стальных трубах и глухих стальных коробах (непосредственно) в полостях над непроходными подвесными потолками</p>	<p>АППВ, АПВ АПВ, АППВ, АПРН АПВ, АППВ, АПРН АПВ, АППВ, АПРН, АВВГ,</p>

Вид электропроводки и способ прокладки проводов и кабелей	Рекомендуемые марки проводов и кабелей
<p>в виниловых и стальных трубах, на лотках в замкнутых каналах негорючих строительных конструкций</p>	<p>АВРГ, АНРГ АППВ, АПВ</p>
Сырые и особо сырые помещения	
<p>Открытая — по несгораемым, трудносгораемым и сгораемым основаниям непосредственно по поверхностям стен, потолков и на стальных полосах, струнах и лентах на изоляторах на лотках и в коробах с открываемыми крышками</p> <p>в стальных трубах *** на тросах</p>	<p>АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВ, АППВ**, АПРН АПВ АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВ, АПРН АПВ, АППВ**, АПРН АВТВ, АРТ, АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПРН, АПВ</p>
<p>Скрытая — по негорючим, трудногорючим и горючим строительным конструкциям и поверхностям в виниловых и стальных трубах, в глухих стальных коробах (непосредственно) по стенам, перегородкам, перекрытиям в сухой или мокрой штукатурке в замкнутых каналах негорючих строительных конструкций</p>	<p>АПВ, АППВ, АПРН АППВ ** АППВ **, АПВ</p>
Жаркие помещения	
<p>Открытая — по несгораемым, трудносгораемым и сгораемым основаниям непосредственно по поверхностям стен, потолков и на стальных полосах, струнах, лентах на изоляторах на лотках и в коробах с открываемыми крышками</p> <p>в стальных трубах на тросах</p>	<p>АНРГ, АВВГ, АВРГ, АПРФ, АПРН АПРН, АПВ АНРГ, АВВГ, АВРГ, АПВ, АПРН АПВ, АПРН АВТВ, АРТ, АНРГ, АВВГ, АВРГ, АПРН, АПВ</p>
<p>Скрытая — по негорючим, трудногорючим и горючим строительным конструкциям и поверхностям в стальных трубах и глухих стальных коробах (непосредственно)</p>	<p>АПВ, АПРН</p>
Пыльные помещения	
<p>Открытая — по несгораемым, трудносгораемым и сгораемым основаниям непосредственно по поверхности стен, потолков и на стальных полосах, лентах, струнах на изоляторах в виниловых или стальных трубах, на лотках или в коробах с открываемыми крышками на тросах</p>	<p>АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВ, АППВ, АПРН АПРН, АПВ АПВ, АПРН, АППВ, АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВ, АПРН АВТВ, АРТ, АВВГ, АВРГ, АПРН</p>
<p>Скрытая — по негорючим, трудногорючим и горючим строительным конструкциям и поверхностям в виниловых, полиэтиленовых или стальных трубах по стенам, перегородкам, перекрытиям, в сухой или мокрой штукатурке в замкнутых каналах негорючих строительных конструкций</p>	<p>АПВ, АПРН, АППВ АППВ ** АППВ **, АПВ</p>

Вид электропроводки и способ прокладки проводов и кабелей	Рекомендуемые марки проводов и кабелей
Помещения с химически активной средой	
<p>Открытая — по негорючим, трудногорючим и сгораемым основаниям в виниловых трубах непосредственно по строительным основаниям на изоляторах на тросах</p>	<p>АПВ, АПРН АВВГ, АНРГ, АВРГ АПРИ, АПВ АВВГ, АНРГ, АВРГ</p>
<p>Скрытая — по негорючим и трудногорючим строительным конструкциям и поверхностям в виниловых и полиэтиленовых трубах</p>	<p>АПВ, АПРН</p>
Во взрывоопасных зонах	
<p>Открытая — по негорючим конструкциям и поверхностям: в стальных водогазопроводных трубах непосредственно по строительным основаниям и на стальных полосах на лотках и тросах</p>	<p>АПВ АВВГ, АВРГ, АНРГ АВВГ, АВРГ, АНРГ АПВ</p>
<p>Скрытая — по негорючим конструкциям и поверхностям в стальных водогазопроводных трубах</p>	<p>АПВ</p>
В пожароопасных зонах	
<p>Открытая — по негорючим и трудногорючим строительным основаниям: непосредственно по строительным основаниям и на стальных полосах, струнах, лентах на тросах на лотках и в коробах с открываемыми крышками</p>	<p>АНРГ, АВВГ, АВРГ, АПРФ, АПРН АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПРН АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПВ, АПРН, АПРФ АПВ, АПРН АПР, АПРН</p>
<p>в виниловых трубах</p>	<p>АПВ, АПРН</p>
<p>Скрытая — по негорючим конструкциям и поверхностям в виниловых и стальных трубах</p>	<p>АПР, АПРН</p>
Наружные электропроводки	
<p>Открытая — по негорючим, трудногорючим и сгораемым строительным основаниям: непосредственно по строительным основаниям и на стальных полосах, струнах, лентах на изоляторах на лотках или в коробах с открываемыми крышками на тросах или в виде перекидки (вводы в здания) в виниловых или стальных трубах ***</p>	<p>АВВГ, АНРГ, АВРГ АПРИ, АПВ АВВГ, АНРГ, АВРГ, АПРН **, АПВ ** АВТ, АВТУ АПВ, АПРН АПВ</p>
<p>Скрытая — по негорючим и трудногорючим строительным конструкциям и поверхностям в виниловых, полиэтиленовых и стальных трубах</p>	<p>АПВ</p>

* Для прокладки в жилых и общественных зданиях при реконструкции.

** 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

П р и м е ч а н и е 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 указанную 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 ДЛ 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; подь-

Способы установки осветительных шинопроводов

Таблица 14.4

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	Зацеп 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 зацеп, 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 надрубку для ввода труб или патрубков диаметром до 28 мм, присоединение с помощью стальной полосы сечением не менее 40×2 мм² 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 уплотненным 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-1б, В-1г
Обыкновенные водогазопроводные, ГОСТ 3262—75	Только во взрывоопасных зонах всех классов	Во всех помещениях и установках, кроме взрывоопасных

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 147

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 на-

дежный 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 тресе широко применяют для монтажа магистральных

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
Расстояние между осями параллельно проложенных труб	40—80	3500—4000
	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 электропровода 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 электропроводов 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 электропроводов проводами с несущим тросом операции, связанные с заготовкой проволоки и креплением 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

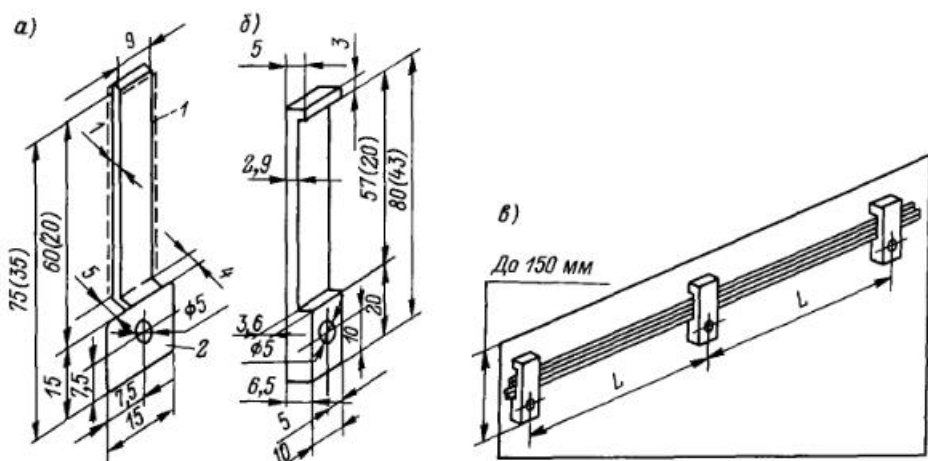


Рис 14.1 Изделия для крепления плоских проводов *а* — полускоба (1 — трубка из поливинилхлоридного пластика, 2 — металлическая пластина), *б* — скоба из полистирола, *в* — схема расположения крепежных изделий на трассе

Ширина борозд для скрытой прокладки плоских проводов

Таблица 14.9

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 ниж-

ней 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 подрозниках, 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 монтаж ОП выполняют различными способами. В связи с тем что крепление ОП к строительным основаниям должно быть разборным, наиболее широко применяют следующие меры: подвеску на крюк или шпильку; установку на кронштейне, трубчатом подвесе или стойке; крепление на тросе или тросовом проводе; установку на коробе, ферме или шинопроводе; встраивание в отверстие подвесного потолка. В пожаро- и взрывоопасных зонах применяют установку ОП на 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 электропроводах 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, колоннах, фермах и площадках осуществляют с помощью различных 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 контроля, например в основани-

ях 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 б, 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 подвешивают с помощью хомута с крюком К470М. Число и масса ОП, устанавливаемых на шинопровод, ограничивается предельной нагрузкой 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.

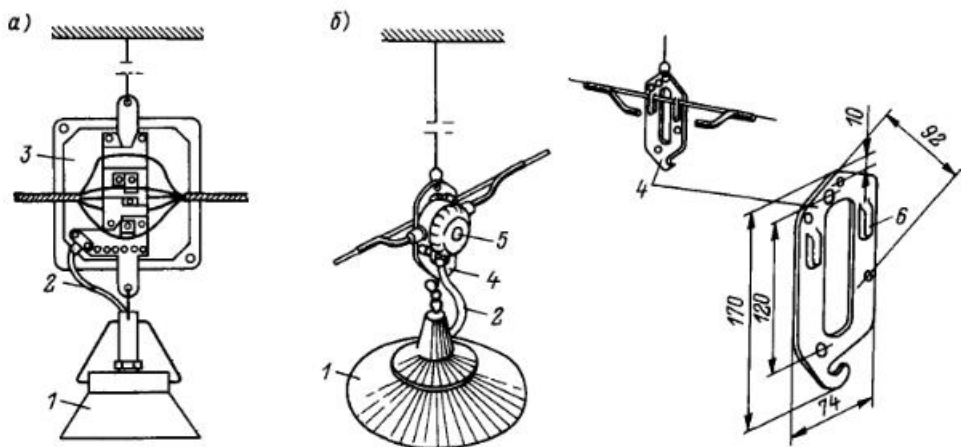


Рис 14.2 Крепление светильников на тросе а — с помощью коробки У230, б — посредством подвеса К354 и коробки КОР-73

1 — светильник, 2 — провод для подключения светильника, 3 — коробка У230, 4 — подвес К354, 5 — коробка КОР 73, 6 — лапка подвеса

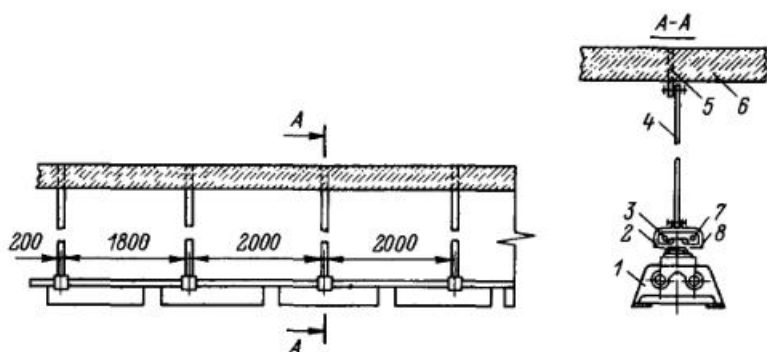


Рис 14.3 Установка светильников на коробах КЛ-1

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 по

перек строительных ферм. Первый способ весьма трудоемок (до 40 % всех трудозатрат по монтажу ОП) 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 промышленные методы монтажа.

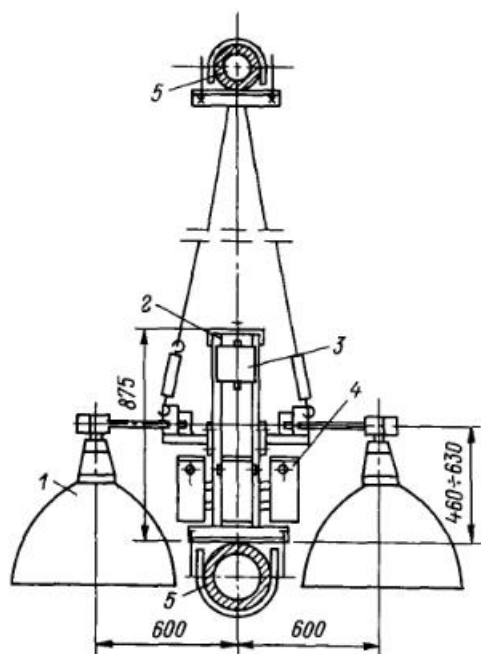


Рис 144 Установка светильников на фермах из труб

1 — светильник, 2 — опора для кронштейнов светильников, 3 — ответвительная коробка, 4 — ПРА, 5 — трубы

Другим прогрессивным способом монтажа ОП является их установка на распределительный шинпровод (рис 145)

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 эксплуатации сверху, как правило, с ходовых мостиков. При наличии над подвесным потолком лишь полости встраиваемые ОП устанавливаются 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, приемками, 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.

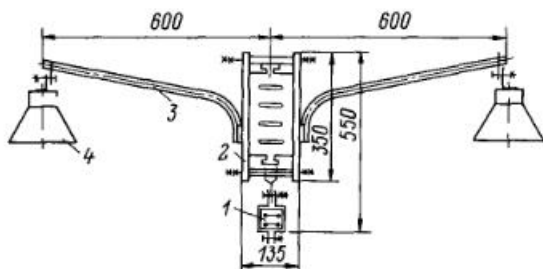


Рис 145 Установка светильников на распределительном шинпроводе

1 — осветительный шинпровод; 2 — распределительный шинпровод; 3 — кронштейн; 4 — светильник

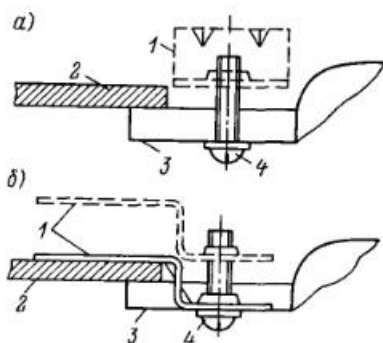


Рис 14 6 Крепление встраиваемых светильников, обслуживаемых снизу, поворотными скобами *а* — при установке светильника, *б* — при его закреплении

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 специальных 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, получен-

ные 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 многослойных 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 крупногабаритных 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 оштукатуренной 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 подмачивания, т. е. подмости, вышки, люльки, площадки и леса. Для обеспечения безопасности труда используют только инвентарные средства подмачивания, 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 плоско-

стями для предотвращения соскальзывания. Приставные лестницы должны устанавливаться в рабочем положении под углом 70—75° к горизонтальной плоскости.

При работах на средствах подмачивания 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 подмачивания 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 подмачивания 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 зажигания. В соответствии с этим меры по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности предпринимают в двух направлениях. Во-первых, разрабатывают комплекс мер, снижающих вероятность образования горючих смесей как при нормальной работе оборудования, так и в аварийных ситуациях. Во-вторых, разрабатывают комплекс мер по полному предотвращению возникновения источников зажигания при наличии 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 рекомендуются выносить из пожароопасных зон любого класса, если это не вызывает существенного удорожания и расхода цветных металлов. В пожароопасных зонах класса П-I и П-IIa допускается применение выключателей и штепсельных розеток со степенью защиты IP20 при открытой установке. Соединительные и ответвительные коробки должны иметь степень защиты не менее IP43. Части коробок, выполненные из металла, дол-

жны 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 силикатное стекло, защищающее лампу, и не иметь отражателей и рассеивателей из сгораемых материалов. Конструкция ОП с РЛВД типа ДРЛ должна исключать выпадение из них ламп. Зарядка ОП с ЛН и РЛВД должна выполняться термостойкими проводами марки ПРКА.

Применяемые в пожароопасных зонах любого класса переносные ОП должны иметь степень защиты не менее IP54, при этом к питающей сети их подключают с помощью гибких кабелей с медными жилами, с резиновой изоляцией, в оболочке, стойкой к окружающей среде. Стеклопакет ОП защищают металлической сеткой.

В музеях, картинных галереях, архивах, библиотеках, а также в пожароопасных зонах складских помещений допускается применять осветительные шинопроводы, в которых разрыв цепи ответвления происходит до момента извлечения штепсельного устройства из оболочки шинопровода. Этому требованию удовлетворяют шинопроводы типов ШОС2, ШОС4 и ШОС80. ОП с люминесцентными 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-III, П-IV при наличии местных нижних 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-IIa допускается применение проводов и кабелей с алюминиевыми 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 нулевого рабочего проводников применяют двухполюсные выключатели. Нулевые рабочие и нулевые защитные проводники должны иметь изоляцию, равноценную изоляции фазных проводников.

Трубопроводы для электропроводок во взрывоопасных зонах всех классов прокладывают скрыто и открыто, при этом применяют обыкновенные и легкие стальные водогазопроводные трубы с условным проходом 20—50 мм и со срезанным или сплюснутым 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-IIa трубопроводы выполняют так, чтобы скопление взрывоопасной пыли на трубах и крепежных элементах было наименьшим и ее удаление с них не было затруднено. Указанное 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
Бронированные кабели	Открытый — по стенам и строительным конструкциям на скобах, в коробах, лотках, на тросах и т. п.	Любой
Небронированные кабели в резиновой, поливинилхлоридной и металлической оболочке	Открытый — при отсутствии механических и химических воздействий, по стенам и строительным конструкциям на скобах, в лотках, на тросах и т. п. В каналах, пылеуплотненных (например, покрытых асфальтом) или засыпанных песком. Открытый — в коробах	В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-IIa В-II, В-IIa В-Ia, В-Iб, В-Iг
Изолированные провода	Открытый или скрытый — в стальных водогазопроводных 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 проникновения 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 уплотнение располагают в непосредственной близости от места ввода трубы во взрывоопасную

зону и испытывают его сжатом воздухом при избыточном давлении 250 кПа. Уплотнение считают пригодным, если в течение 3 мин падение давления не 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, применяют металлические прямоугольные коробки со степенью защиты IP55. Область их применения — зоны 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 приведена в гл. 13.

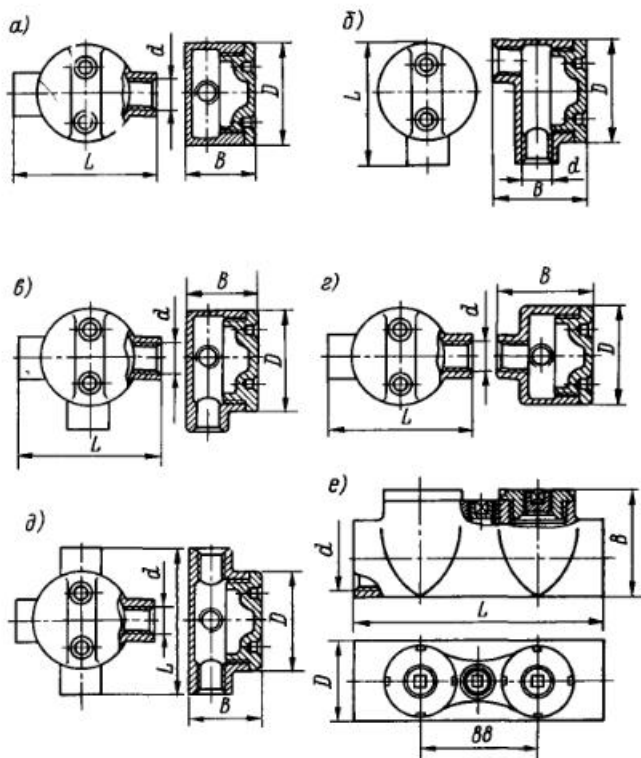


Рис 14.7 Чугунные взрывозащищенные коробки серии В. а — проходные прямые типа КПП, б — проходные через дно (КПД), в — тройниковые осветительные (КТО); г — тройниковые с ответвлением через дно (КТД), д — крестовые ответвительные (ККО); е — проходные (КПЛ)

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-1а, В-1б, В-1г и В-1па при отсутствии механических повреждений для открытой прокладки применяют небронированные кабели, а для зон классов В-1 и В-1п — 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 $2 \times 6 \text{ мм}^2$ 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 IExdIICT6, 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-1а, В-1б, В-1п, В-1па и в установках класса В-1г применяют навесные взрывонепроницаемые щитки ЩОВ-1А и ЩОВ-2А, габаритные размеры которых $600 \times 325 \times 800 \text{ мм}$. 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 изготавливают по типовому проекту кронштейны (рис. 14.10) или подвесы требуемой длины из водогазо-проводных труб с условным проходом

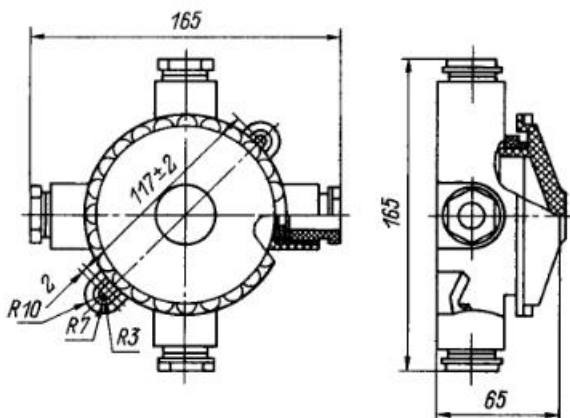


Рис 14 8 Коробка ответвительная У409

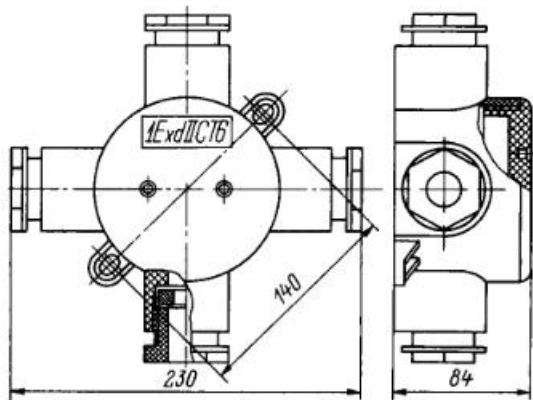


Рис 14 9 Коробка ответвительная взрывозащищенная КВП-25

Таблица 14 13

Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты электрических светильников
в зависимости от класса взрывоопасной зоны

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты или степень защиты
	Стационарные светильники
B-I	Взрывобезопасные
B-Ia, B-Ir	Повышенной надежности против взрыва
B-Iб	Без средств взрывозащиты Степень защиты IP53 *
B-II	Повышенной надежности против взрыва
B-IIa	Без средств взрывозащиты Степень защиты IP53 *
	Переносные светильники **
B-I, B-Ia	Взрывобезопасные
B-Iб, B-Ir	Повышенной надежности против взрыва
B-II	Взрывобезопасные
B-IIa	Повышенной надежности против взрыва

* Допускается изменение степени защиты оболочки светильника от проникновения воды (вторая в обозначении степени защиты цифра) в зависимости от условий среды, в которой устанавливаются светильники

** Применение переносных светильников во взрывоопасных зонах следует ограничивать случаями, когда это необходимо для нормальной эксплуатации оборудования

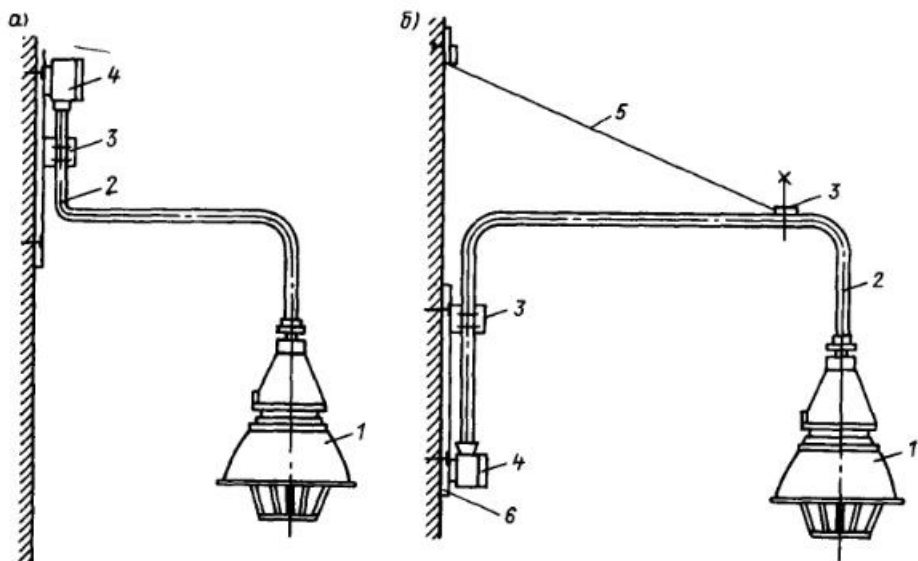


Рис 14.10 Крепление светильника на кронштейне при прокладке проводов в трубах: а — подвод проводов сверху, б — подвод проводов снизу при вылете кронштейна более 1 м
1 — светильник, 2 — трубный кронштейн; 3 — хомут, 4 — коробка КТО, 5 — оттяжка, 6 — конструкция для крепления кронштейна

20 мм и на их концах нарезают трубную резьбу длиной до 16 мм. Кронштейны с вылетом более 1 м оснащают хомутом для закрепления в нем поддерживающей оттяжки (рис. 14.10, б). Заготавливают 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 конец кронштейна наворачивают ответвительную коробку. Для уплотнения резьбовых соединений используют ленту ФУМ или пеньковое волокно, пропитанное в разведенном олифой сурике.

В монтажной зоне свободные концы подвесов ввертывают в ответвительные коробки групповой сети, а кронштейны с ОП и ответвительными коробками устанавливают на подготовленные крепежные конструкции и в необходимых случаях монтируют оттяжку. В ответвительных коробках производят подсоединение заранее промаркированных 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 на подвесах и кронштейнах (рис. 14.11), изготовленных 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 средней, для которой отсутствуют ОП необходимой степени взрывозащиты, не допускается применять ОП общего назначения, освещающие взрывоопасную зону:

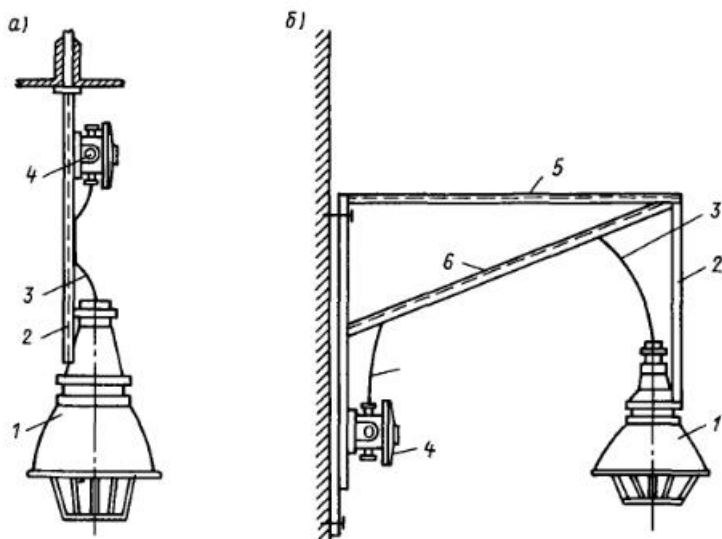


Рис 14.11 Крепление светильников при открытой прокладке кабелей а — на подвесе, б — на кронштейне

1 — светильник, 2 — подвес из монтажного профиля, 3 — кабель, 4 — коробка ответвительная, 5 — кронштейн для монтажного профиля, 6 — укосина

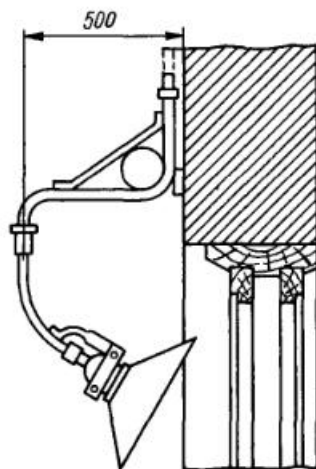


Рис. 14.12 Освещение помещения светильником, установленным снаружи здания перед оконным проемом

через неоткрывающиеся окна без фрагум и форточек, находясь при этом снаружи здания; при однорядном остеклении окон ОП должны иметь защитное стекло, в случае размещения ОП на высоте менее 2,5 м от грунта или площадки

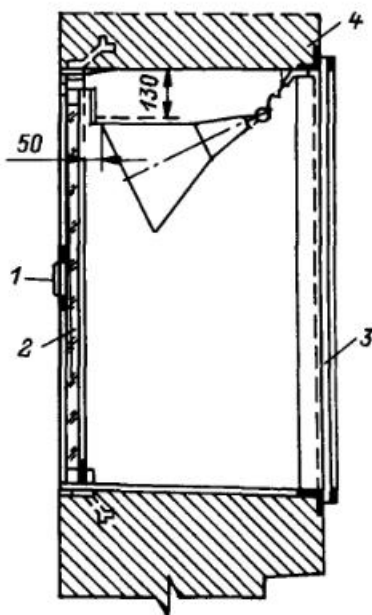


Рис 14.13. Освещение помещения светильником, установленным в стенной нише

1 — взрывоопасное помещение, 2 — иллюминатор, 3 — двухстворчатая дверца с жалюзи, 4 — стена

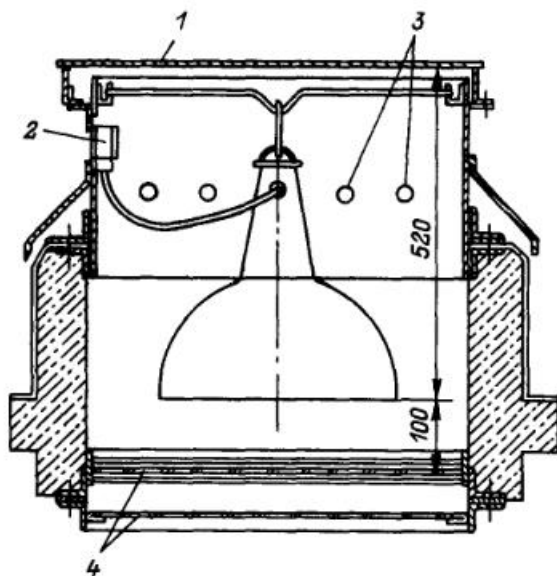


Рис 14.14 Освещение помещения светильником, установленным в потолочном фанаре
1 — откидная крышка, 2 — ответвленная коробка, 3 — отверстия для вентиляции, 4 — иллюминатор

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 двойным остеклением и естественной вентиляцией ниш наружным воздухом (рис 14.13);

через фанари специального типа в потолке, которые имеют двойное остекление и естественную вентиляцию (рис 14.14);

находясь в коробах, продуваемых воздухом под избыточным давлением,

с помощью КОУ со щелевым световодом.

14.3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Техническое обслуживание осветительных установок

Основной задачей технического обслуживания ОУ является сохранение в процессе эксплуатации количественных и качественных показателей ОУ, предусмотренных проектом, так как они определяют эффективность и комфортность

освещения. В соответствии с этим техническое обслуживание заключается в своевременной чистке ОП и световых проемов, плано-предупредительном ремонте (ППР), направленном 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

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, экранирую-

щую 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 одновременно 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: индивидуальный, 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 ввод каждой подгруппы ламп начало их ввода в эксплуатацию. Это позволяет повысить эксплуатационную освещенность и тем самым понизить коэффициент 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 замененных 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 разра-

ботан 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 измерением 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 фотозлемент ФЭ с насадками и измеритель. Фотозлемент 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 фотозлементом и насадком *К*. Насадок *М*, *Р* или *Т* совместно с насадком *К* образует поглотитель с коэффици-

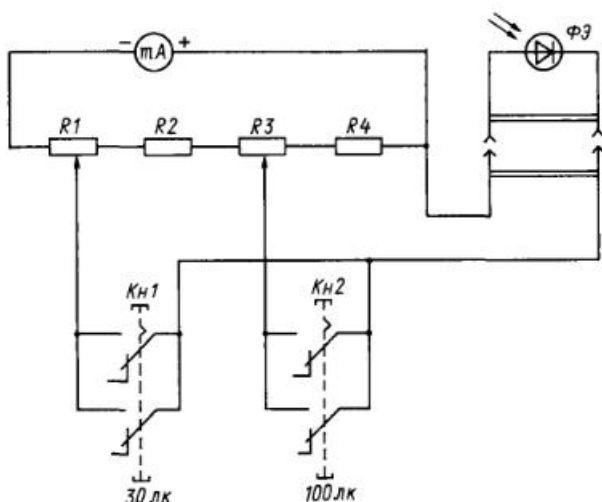


Рис 14 15 Принципиальная электрическая схема люксметра Ю116

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 коэффициент запаса ОУ. При несоблюдении этого соотношения либо осуществляют полную замену ламп, либо реконструируют ОУ. Полная 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 поверхности 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 алю-

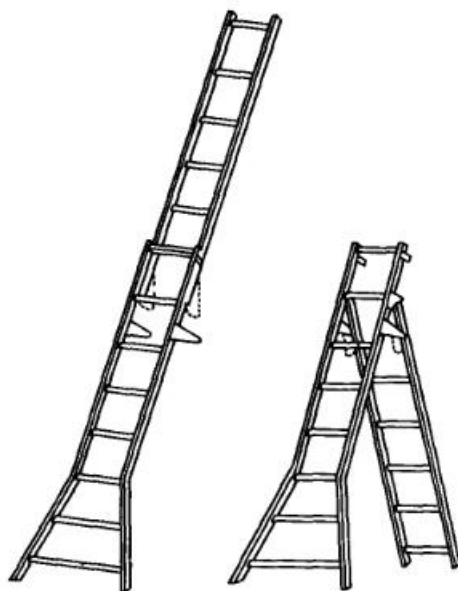


Рис 14 16 Лестница-стремянка Л-380



Рис 14 17 Лестница-площадка Л-312

миниевые подмости ППА-8 (рис. 14.18), состоящие из четырех секций. При полностью выдвинутых всех секциях подъем

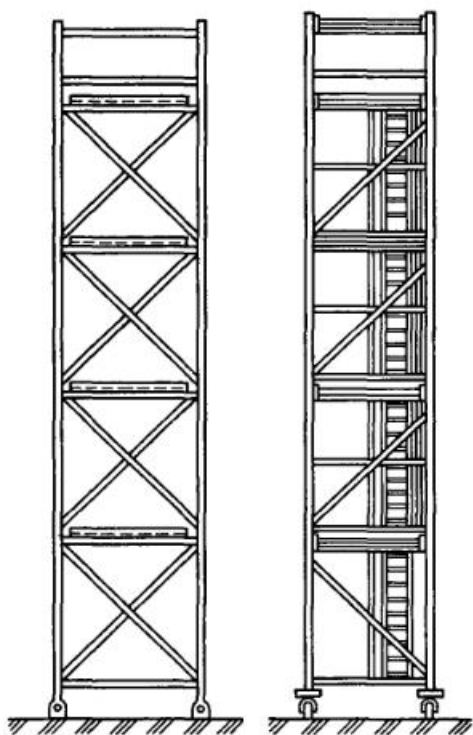


Рис 14.18 Передвижные алюминиевые подмости ППА-8

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.

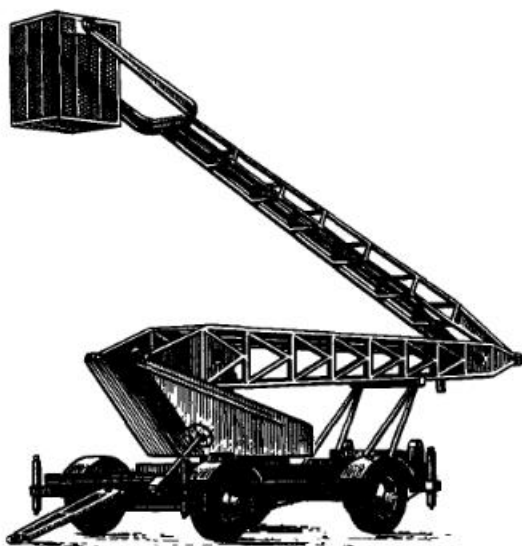


Рис 14.19. Самоходная шарнирная двухсекционная вышка Ш2СВ-18

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: *a* — оптимальная, *б* — менее удобная при фиксированном поло-

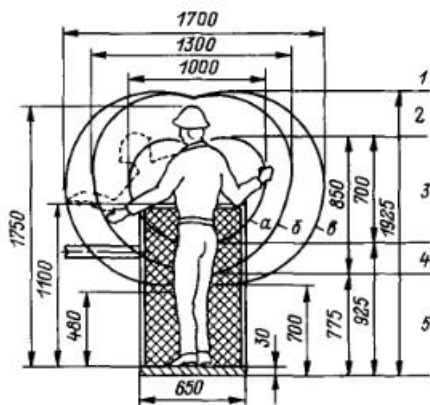


Рис 14.20 Рабочие зоны при выполнении работ в люльке самоходной вышки

Технические данные средств доступа к осветительным приборам

Наименование средства	Грузо-подъемность, 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*				
Лестница-площадка типа Д-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 сборно-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

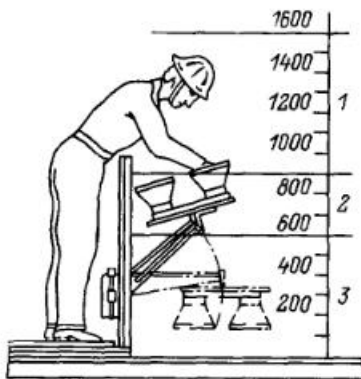


Рис 14 21 Рабочие зоны при обслуживании светильников со стационарных мостиков 1 — удобная зона; 2 — менее удобная зона, 3 — неудобная зона

жени ног, в — неудобная. При нахождении в люльке работающий в обязательном порядке должен иметь предохранительный пояс, которым он присте-

гивается 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 негорюемых 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 $0,01 \text{ мг/м}^3$. 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 ошибочного 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 крана 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 организм человека. В случае разрушения колбы и горелки в атмосферу производственного помещения поступают пары таких вредных веществ, как ртуть, натрий и т. д.

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 пред-

приятия, 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-

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 тре
ГОСТ 21 106—78 СПДС	бований и таблиц
ГОСТ 21 107—78 СПДС	Условные обозначения трубопроводов санитарно техни
ГОСТ 21 108—78 СПДС	ческих систем
ГОСТ 21 109—80 СПДС	Условные изображения элементов зданий, сооружений и
ГОСТ 21 110—82 СПДС	конструкций
ГОСТ 21 111—84 СПДС	Условные графические изображения и обозначения на че
ГОСТ 21 201—78 СПДС	ртежах генеральных планов и транспорта
ГОСТ 21 202—78 СПДС	Ведомости потребности в материалах
ГОСТ 21 203—78 СПДС	Спецификация оборудования
ГОСТ 21 403—80 СПДС	Ведомости объемов строительных и монтажных работ
ГОСТ 21 502—78 СПДС	Правила оформления внесения изменений в рабочую доку
ГОСТ 21 603—80 СПДС	ментацию
ГОСТ 21 607—82 СПДС	Правила оформления привязки проектной документации
ГОСТ 21 608—84 СПДС	Правила учета и хранения подлинников проектной докумен
ГОСТ 2 001—70 ЕСКД	тации
ГОСТ 2 101—68	Обозначения условные графические в схемах Оборудование
ГОСТ 2 102—68 ЕСКД	энергетическое
ГОСТ 2 105—79	Схемы расположения элементов сборных конструкций
ГОСТ 2 108—68	Связь и сигнализация Рабочие чертежи
ГОСТ 2 109—73	Электрическое освещение территории промышленных пред
ГОСТ 2 110—68 ЕСКД	приятий Рабочие чертежи
ГОСТ 2 113—78	Внутреннее электрическое освещение Рабочие чертежи
ГОСТ 2 201—80 ЕСКД	Стандарты ЕСКД
ГОСТ 2 301—68	Общие положения
ГОСТ 2 302—68	Виды изделий
ГОСТ 2 303—68	Виды и комплектность конструкторских документов
ГОСТ 2 304—81	Общие требования к текстовым документам
ГОСТ 2 305—68 ЕСКД	Спецификации
ГОСТ 2 306—68	Основные требования к чертежам
	Патентный формуляр
	Групповые и базовые конструкторские документы
	Обозначение изделий и конструкторских документов
	Форматы
	Масштабы
	Линии
	Шрифты чертежные
	Изображения — виды, разрезы, сечения
	Обозначения графических материалов и правила их нане
	сения на чертежах

Обозначение	Название
ГОСТ 2 307—68 ЕСКД ГОСТ 2 308—79	Нанесение размеров и предельных отклонений Указания на чертежах допусков форм и расположения поверхностей
ГОСТ 2 309—73 ГОСТ 2 310—68	Обозначения шероховатости поверхностей Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки
ГОСТ 2 311—68 ГОСТ 2 312—72 ЕСКД	Изображение резьбы 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 ГОСТ 2 410—68	Обозначения буквенные Правила выполнения чертежей металлических конструкций
ГОСТ 2 701—76 ГОСТ 2 702—75 ГОСТ 2 708—81	Схемы, виды и типы Общие требования к выполнению Правила выполнения электрических схем Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники
ГОСТ 2 709—72 ГОСТ 2 710—81 ГОСТ 21 721—74 ЕСКД	Система обозначений цепей в электрических схемах Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах 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 коммутрующие
ГОСТ 2 726—68 ЕСКД ГОСТ 2 727—68	Обозначения условные графические в схемах Токосъемники 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

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 152

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
A231	Требования к строительной части рабочих чертежей электропомещений и кабельных сооружений промышленных предприятий, 1987
M09-485	Руководство по внедрению ГОСТ 21 103—78 «СПДС Основные надписи» 1979
M09-487	Руководство по оформлению чертежей в соответствии со стандартами СПДС (ГОСТ 21 201—78 «СПДС Правила внесения изменений в рабочую документацию»), 1979
M09-488	Руководство по выбору форм проектной документации для выполнения работ по электроснабжению и подстанциям, 1980
M09-489	Руководство по выбору форм проектной документации для выполнения работ по линиям электропередачи и электрифицированному транспорту, 1981
M09-555	Пособие по выбору форм проектной документации общего применения, 1985
M09-540	Руководство по внедрению ГОСТ 2 710—81 «ЕСКД Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах», 1982
M09-557	Пособие по оформлению проектной документации для строительства за границей, 1985
M09-550	Пособие по составлению спецификаций и ведомостей, 1985
M09-553	Рекомендации по поводу кабелей и проводов к шкафам, ящикам и осветительным сетям, 1985
H125-70	Маркировка электрооборудования, 1970
H160-74	Схемы подключения и кабельные журналы, 1974
H211-74	Молниезащита и внешние заземляющие контуры промышленных зданий и сооружений, 1974
H214-70	Объем проектной документации и исходные данные для проектирования электрической части промышленных предприятий (1-я редакция), 1970
H225-75	Сети Электропривод Силовые установки Осветительные установки Формы проектной документации, 1975
Электроснабжение и подстанции	
M3662	Руководство по выполнению расчетов токов короткого замыкания в сетях промышленных предприятий, 1979

Шифр (по архиву ВНИПИ ТПЭП)	Наименование, год выпуска
M3977	Руководство по проектированию релейной защиты и автоматики систем электроснабжения промышленных предприятий, 1978
M4071	Схемы и расчеты релейной защиты электродвигателей напряжением выше 1000 В для промышленных предприятий, 1985 Электропривод и силовое электрооборудование
M145-67 H189-70	Сети напряжением по 1000 В Расчеты электрических нагрузок, 1967 Электроприводы напряжением до 1000 В Расчеты сопротивлений, 1970 Конструкторские работы
B553-81	Руководство по составу и оформлению рабочих чертежей заземления и зануления электроустановок промышленных предприятий, 1981
H179-71	Внецеховая кабельная сеть Строительное задание, 1971
H192-71	Внецеховая кабельная сеть Прокладка кабелей, 1971
H218-71	Прокладка кабелей методом трасс, 1971
H301-74	Расположение электрооборудования в электропромышленных и щитовых помещениях и строительные задания, 1974
H302-74	Прокладка цеховой модульной силовой распределительной сети, 1974
H304-73	Рабочие чертежи ошиновки машин и аппаратов шинами коробчатого сечения (главные приводы прокатных станков и т. п.), 1973
H308-73	Токоподводы к напольным тележкам, 1973
H310-73	Рабочие чертежи цеховых троллейных линий, 1973

* Инструкция действует с учетом требований СНиП 102-01-85 и изменения № 1 к ГОСТ 21 109—80

Примечание Нормативные материалы распространяет ВНИПИТяжпромэлектропроект (105187, Москва, Е-187, Щербаковская ул., 57а), за исключением материалов с шифром H301 и более, которые распространяет Украинский институт «Тяжпромэлектропроект» (310072, Харьков-72, пр. Ленина, 56) и материала B553-81, 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 соответ-

ствии 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, имеющих 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 светоотражений 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 нормах.

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 отдельно 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; отдельно 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

символов 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;











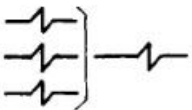

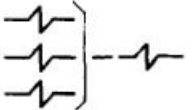



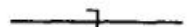

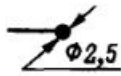
перегрузка светотехнических чертежей линиями и надписями приводит к необходимости все прокладываемые по общей трассе группы линий одного вида освещения объединять в одну линию (рис. 15.2)

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 имеющих заводской нумерации групп (а также в проектах наружного освещения), непосредственно указываются фазы присоединения.

При проектировании зданий, ряд помещений которых (хотя бы разного назначения) имеет одинаковые светотехнические решения, рекомендуется широкое применение системы «элементов плана», при которой план каждого проектируемого 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

Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах
(ГОСТ 21.614—88)




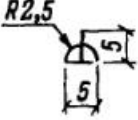












Наименование	Изображение	Размеры, мм
1 Линия проводки Общее изображение Допускается указывать над изображением линии проводки род тока, напряжение, материал, способ прокладки, отметку проводки и т. п. Пример Цель постоянного тока напряжением 110 В	 <i>110 В, в трубе</i>	Толщина 1,0 То же
Допускается число проводников в линии указывать засечками Пример Линия, состоящая из трех проводников		
11 Линии цепей управления		
12 Линия сети аварийного, эвакуационного и охранного освещения		
13 Линия напряжением 36 В и ниже		
14 Линия заземления и зануления		
15 Заземлители		
16 Металлические конструкции, используемые в качестве магистралей заземления, зануления		
2 Прокладка проводов и кабелей		
21 Открытая прокладка одного проводника		Толщина 1,0 
22 Открытая прокладка нескольких проводников		
23 Открытая прокладка одного проводника под перекрытием		
24 Открытая прокладка нескольких проводников под перекрытием		
25 Прокладка на тросе и его кольцевое закрепление		
26 Проводка в лотке		
27 Проводка в коробе		
28 Проводка под плинтусом		
29 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, изображенную 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 линии		
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
63 Коробка протяжная, ящик протяжной		См п 62
64 Коробка, ящик с зажимами		
65 Ящик магистральный рабочего освещения		
66 Щиток групповой рабочего освещения		То же
67 То же, при выполнении на графостроителе		» »
68 Щиток групповой аварийного освещения		» »
69 Щиток лабораторный		» »
610 Ящик с аппаратурой		
611 Шкаф, панель, пульт, щиток одностороннего обслуживания, пост местного управления		
612 Шкаф, панель двустороннего обслуживания		
613 Шкаф, щит, пульт из нескольких панелей одностороннего обслуживания		
Пример Щит из четырех шкафов		
614 Шкаф, щит, пульт из нескольких панелей двустороннего обслуживания		
Пример Щит из пяти шкафов		
615 Щит открытый		
Пример Щит из четырех шкафов		
7 Изображения выключателей, переключателей и штепсельных розеток		
71 Выключатель Общее изображение		
72. Выключатель для открытой установки		
однополюсный		То же
однополюсный сдвоенный		» »
однополюсный 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 75
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 безопасного 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 шелевой		
9.11 Проектор		
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

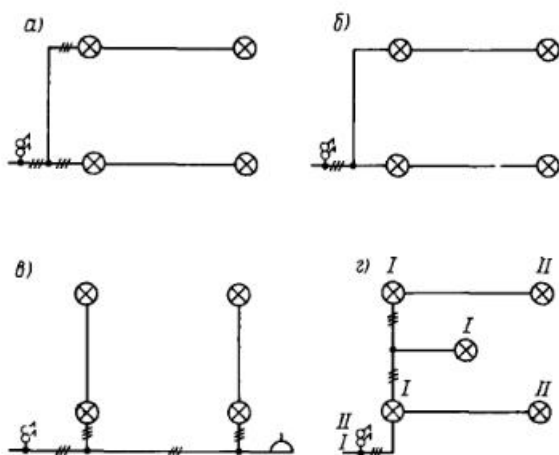


Рис. 15.1 Использование системы засечек

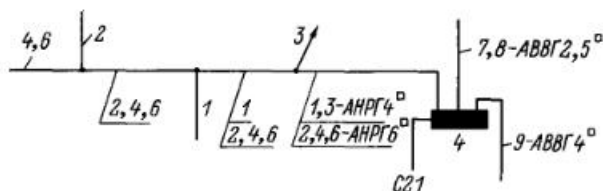


Рис. 15.2 Элементы оформления планов осветительной установки

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).

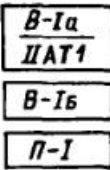

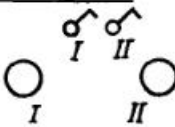
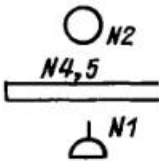
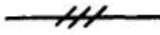

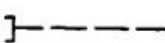
Рабочие чертежи внутреннего электрического освещения допускается оформлять как отдельные документы с присвоением им базовой марки основного комплекта и добавлением через точку

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-

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 $\frac{\text{количество ламп} \times \text{мощность, Вт}}{\text{высота установки, м}}$	$30\text{-ЛПО } 02 \frac{2 \times 40}{3,5}$
количество-тип светильников в линии	$10\text{-ЛПО } 02 \ 2 \times 4$ 
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 , в — способ прокладки	а-б-в
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 покрытых 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 рас-

пределительных 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.

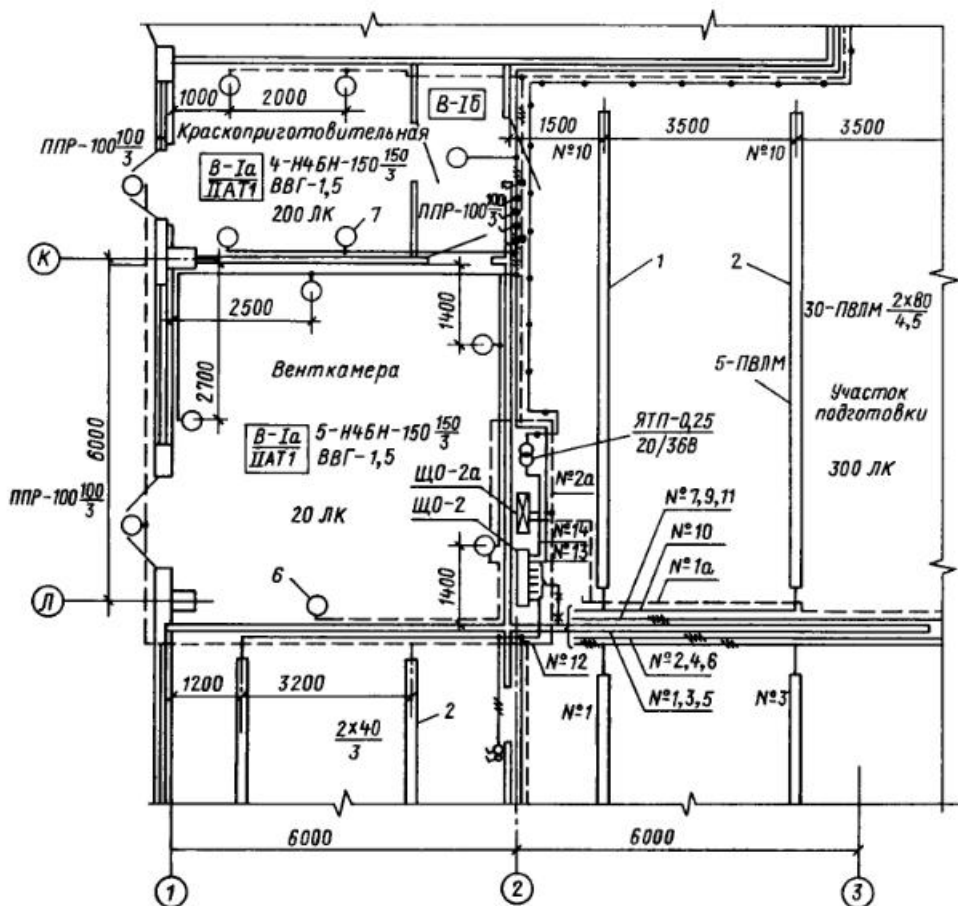


Рис 15.3. Пример оформления плана расположения электрооборудования и проводки для производственного здания

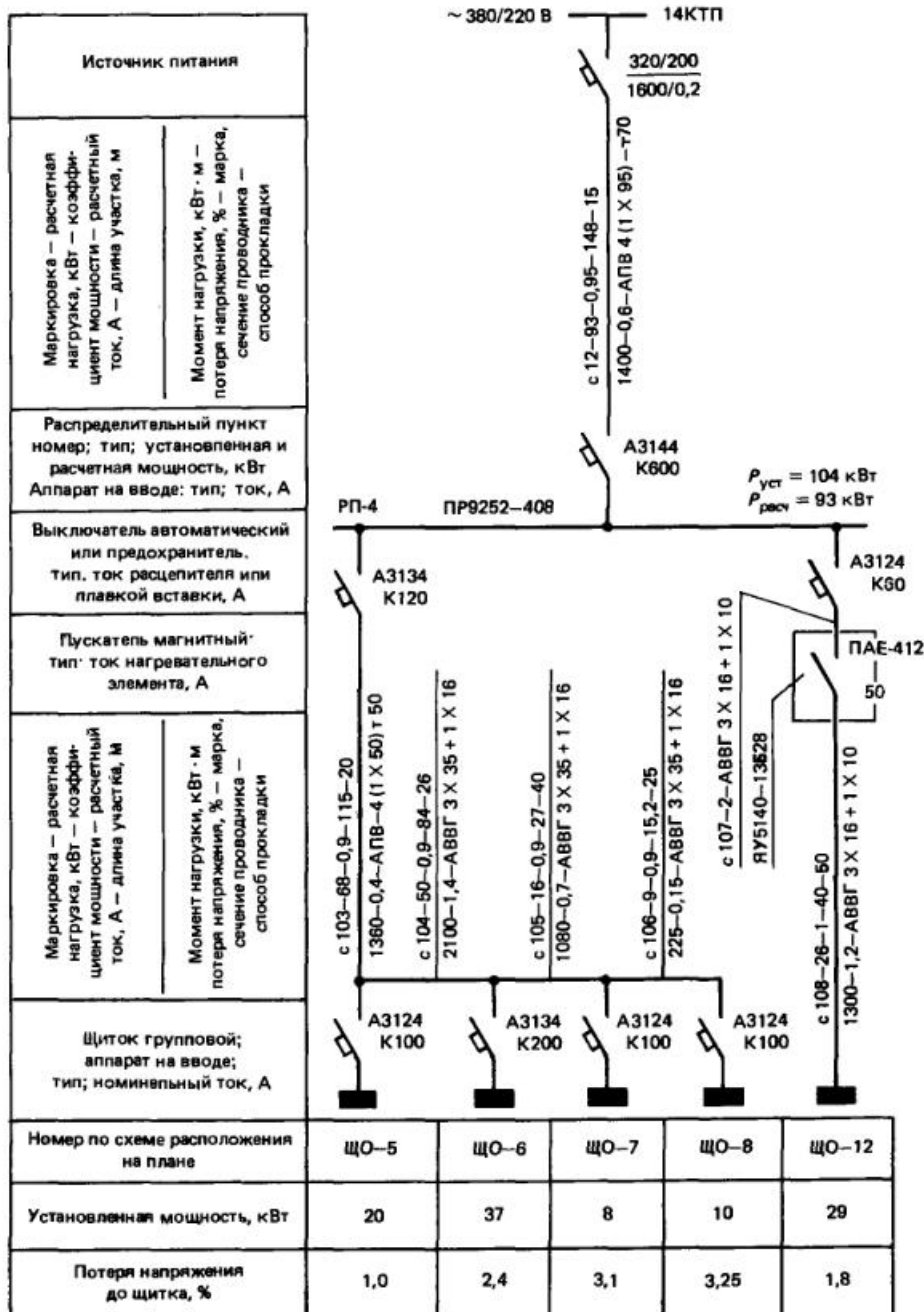


Рис. 15.4. Пример оформления плана питающей сети

Допускается не выполнять принципиальные схемы питающей сети при числе групповых щитков не более четырех и при условии, что все сведения о питаю-

щей сети приведены на плане расположения.

Кабельный журнал для питающей сети выполняется по форме, приведен-

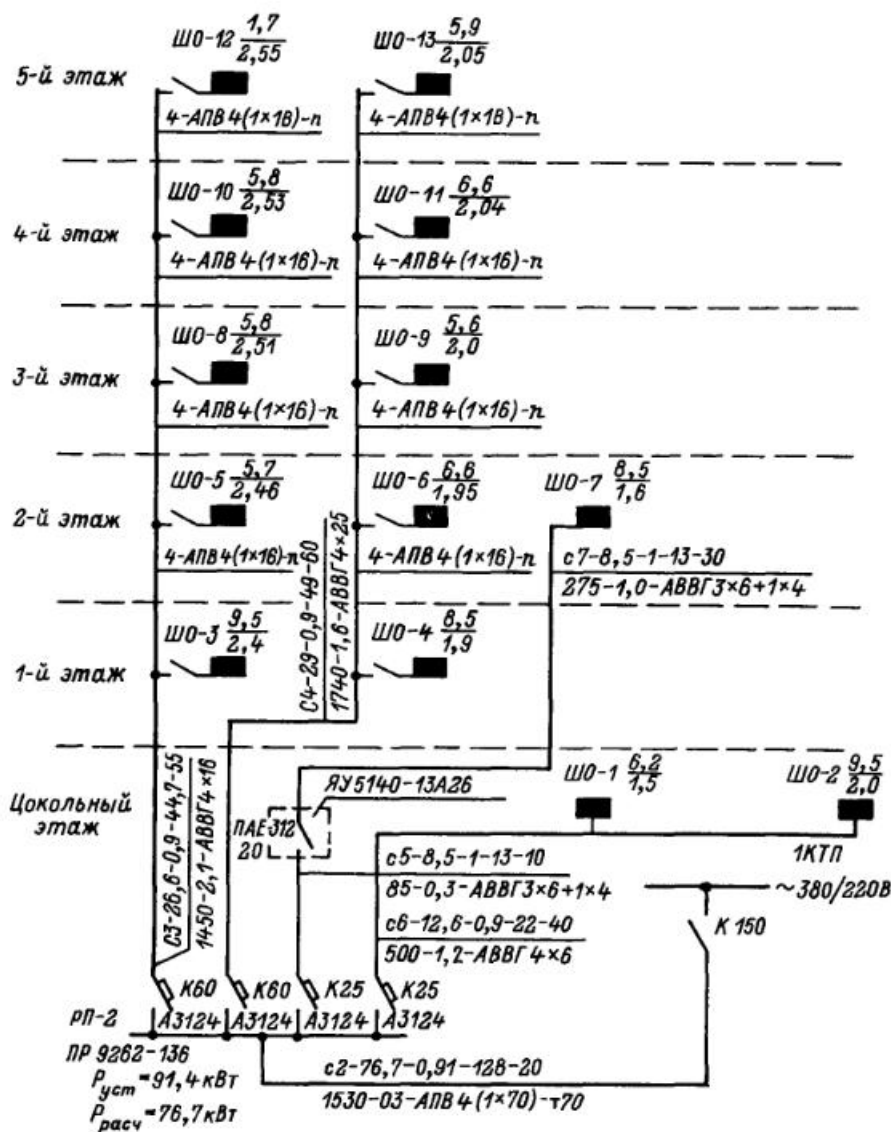


Рис 155. Пример оформления принципиальной схемы питающей сети многоэтажного здания

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 установленными на них осветительными приборами и электро-

оборудованием, схемы питания и управления освещением территории; чертежи нетиповых узлов установок 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 допускаются оформлять отдельными документами с присвоением им базовой марки основного комплекта и добавлением через точку порядкового номера докумен-

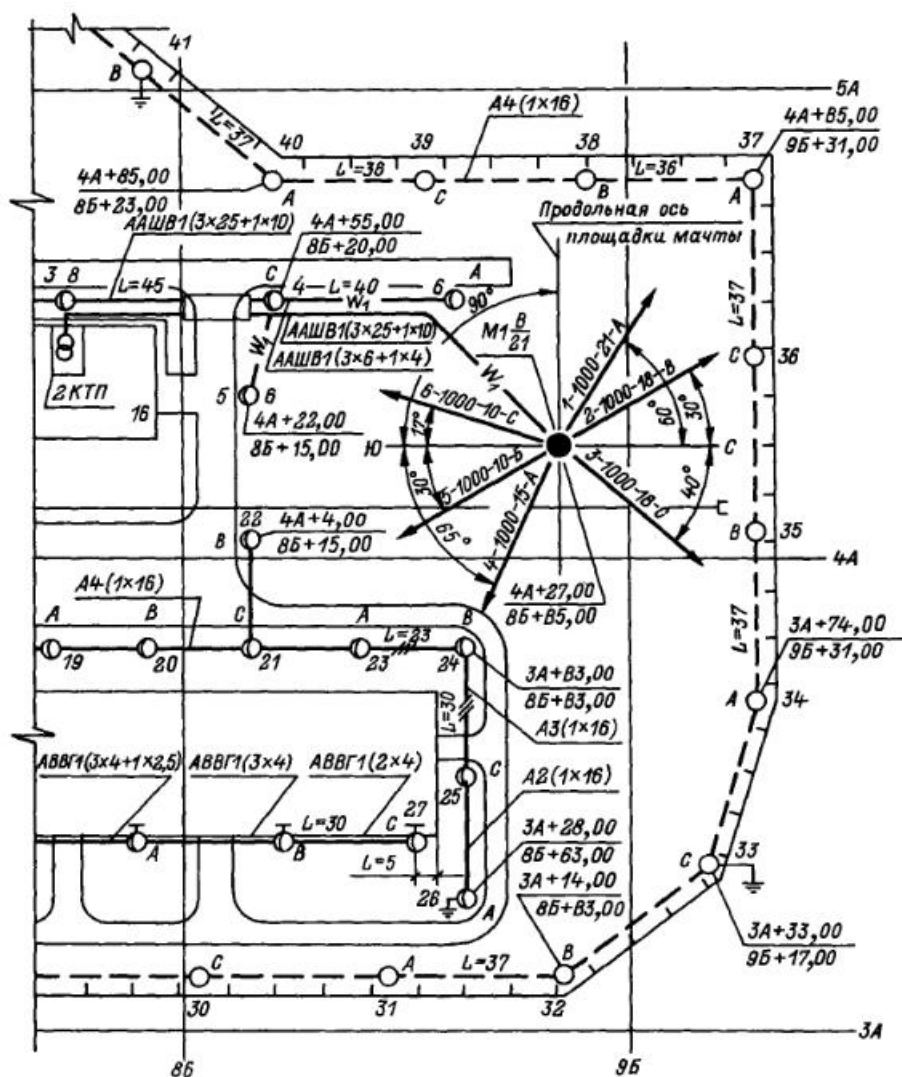


Рис 15.6 План освещения территории

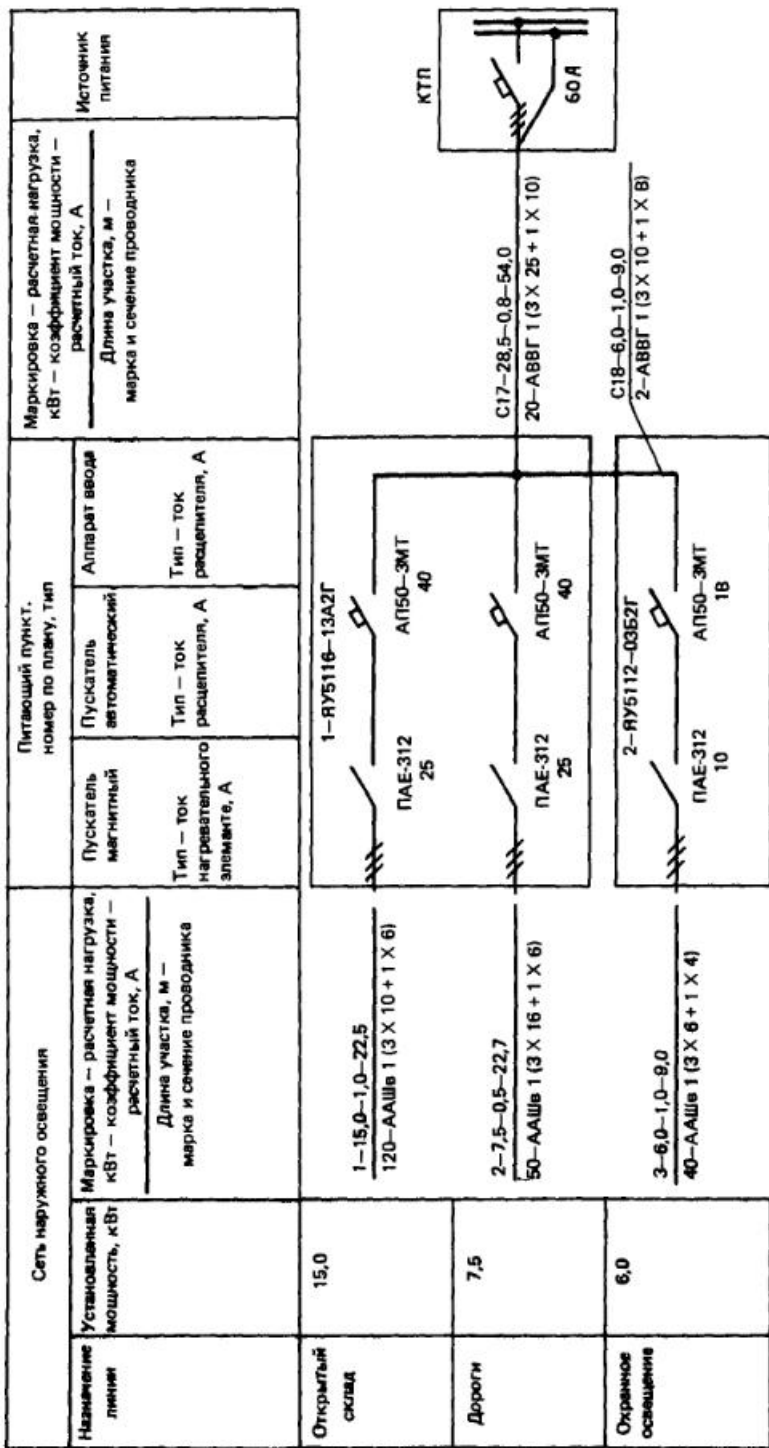


Рис 157. Схема питания освещения территории

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 комп-

лектных 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 промышленности производится в соответствии с «Инструкцией по определению экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в электротехнической промышленности» [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]:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_r = & C_0 \beta - (C_n + E_n \Delta K) + \\ & + \frac{I'_0 - I'_n - E_n (K'_n - K'_0)}{P_{ам} + E_n}, \quad (15.1) \end{aligned}$$

где $Ц_6$ — оптовая цена базового изделия; $Ц_n$ — 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

$$\beta_2; \beta_1 = P_n / P_6; \beta_2 = \frac{1/T_6 + E_n}{1/T_n + E_n}; P_6,$$

P_n — годовые объемы производительности (работы) при использовании базового и нового изделия; T_6, T_n — сроки службы базового и нового изделия (в соответствии с ТУ, стандартами); I'_6, I'_n — годовые эксплуатационные издержки потребителя при базовом и новом электротехническом изделии в расчете на объем работы, производимой с помощью нового изделия; K'_6, K'_n — 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 (I'_6, I'_n) и сопутствующие капитальные затраты (K'_6, K'_n) 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 $E_n = 0,15$.

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.

В а р и а н т 1. При комплексных технико-экономических расчетах полные приведенные затраты определяются по формуле

$$Q_n = 0,15 \Sigma K + \Sigma \mathcal{E}, \quad (15.2)$$

где ΣK и $\Sigma \mathcal{E}$ — 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

$$\mathcal{E} = N \left[\frac{T(A+a)n}{\tau} + \frac{\alpha T p q n + 100(B+M) + 0,1 \alpha p C n + 1000 m B}{1000} \right] \quad (15.3)$$

Капитальные затраты для светильников данного типа и мощности ламп определяются по формуле

$$K = N (A n + B + M + 0,01 \alpha p C n), \quad (15.4)$$

где A — цена одной лампы, руб.; a — стоимость работ по замене одной лампы, руб.; B — 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 \mathcal{E} определяются отдельно для светильников каждого типа и мощности, а затем суммируются.

В а р и а н т 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

$$Q = N \left[\frac{T(A+a)n}{\tau} + \frac{\alpha T p q n + 150 A n + 250(B+M) + 1000 m B}{1000} \right] \quad (15.5)$$

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 наружного освещения приведенные затраты на светильники или прожекторы данного типа и мощности определяются по формуле

$$Q = N \left[\frac{T(A+a)n}{\tau} + \frac{\delta T p q n + 150 A n + 250 B + 170 \delta + 1000 m B}{1000} \right] + \lambda, \quad (15.6)$$

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 $\alpha, \delta, \lambda, \mu$

Вид освещения	Источник света	Коэффициент			
		α	δ	λ	μ
Внутреннее освещение	ЛН	1,03	—	—	—
	ЛЛ	1,23	—	—	—
	РЛВД	1,14	—	—	—
Наружное освещение	ЛН	1,05	M/n	—	—
	ЛЛ	1,26	M/n	—	—
	РЛВД	1,16	M/n	—	—
Наружное освещение прожекторами и светильниками с лампами типа ДКСТ	ЛН, ДКСТ	1,03	M_{np}	$0,17(N_* M_* + N_* M_*)$	—
	РЛВД	1,13	M_{np}		
Охранное освещение прожекторами	ЛН	1,03	M_{np}	—	$0,17 M_n$

П р и м е ч а н и е В таблице M_n — стоимость изготовления и установки одной промежуточной опоры без прожекторов, руб (для охранного освещения, выполненного прожекторами, и при воздушной сети охранного освещения), M_{np} — стоимость монтажа на мачте или вышке одного прожектора или светильника с ксеноновыми лампами типа ДКСТ, руб, M_* — стоимость изготовления и установки одной мачты для прожекторов или светильников с ксеноновыми лампами типа ДКСТ, руб, M_* — 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

$$Q = \frac{1000T(A+a)n/\tau}{L} + \frac{\alpha T p q n + 150 A n + 250 B + 170 \delta + 1000 m B}{L} + \mu. \quad (15.7)$$

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 принимать (в рублях): для промышленных предприятий — 0,15; колхозов, совхозов и других сельскохозяйственных предприятий — 0,1; предприятий тор-

говли, 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 (B) 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_n), монтажа на мачте или вышке одного прожектора или светильника с лампами типа ДКСТ (M_{np}), изготовления и установки одной мачты или вышки для прожекторов (M_w) или (M_a) 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, вывешенным 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 $[C_1, \text{руб}/(\text{Млн} \cdot \text{ч})]$ при одновременном учете таких показателей, как удельные затраты труда и материалов (на 1 Млн·ч) в процессе производства необходимых для этих ОУ светотехнических изделий.

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. От 50 до 60° с ш. Северней 60° с ш	700
		2 смены 3 смены 3 смены, непрерывная работа предприятия		730 850 2250 4150 4800
помещения без естественного освещения	Эвакуационное Рабочее и аварийное	1, 2 и 3 смены 1 смена 2 смены 3 смены 3 смены, непрерывная работа предприятия	Любая	4800 2150 4300 6500 8760
		Эвакуационное		8760
Наружное освещение территорий промышленных предприятий: включаемое ежедневно	Рабочее и аварийное	1, 2 и 3 смены	Любая	8760
		До 24 ч До 1 ч Всю ночь То же До 24 ч До 1 ч Всю ночь		2100 2450 3600 3500 1750 2060 3000
включаемое в рабочие дни	Охранное	То же До 24 ч До 1 ч Всю ночь		3500 1950 2350 3500

Принимаемые в этом случае в качестве базовых показатели технологичности ОП K_M , K_T , K_C , отнесенные к 1 Млм·ч световой энергии, достаточно полно отражают соотношение затрат и эффективности (производительности) оцениваемых ОП:

$$K_M = M / (\Phi_{\text{оп}} t) = M / Q; \quad (15.8)$$

$$K_T = T / (\Phi_{\text{оп}} t) = T / Q; \quad (15.9)$$

$$K_C = C / (\Phi_{\text{оп}} t) = C / Q; \quad (15.10)$$

где M — материалоемкость, кг/шт; C — себестоимость, руб/шт; T — трудоем-

кость, нормо-ч/шт; $\Phi_{\text{оп}}$ — световой поток ОП, полезно используемый потребителем в ОУ, лм; t — ресурс работы ОП, ч; Q — полезно используемая потребителем световая энергия, вырабатываемая светильником за его ресурс, Млм·ч;

$$Q = \Phi_{\text{оп}} t = \sum \Phi_n \eta U t = \sum \Phi_n P_{c_s} t, \quad (15.11)$$

где Φ_n — сумма номинальных световых потоков ламп, установленных в ОП; η — КПД осветительного прибора; U — коэффициент использования светового потока ОП в ОУ, %; $P_{c_s} = \eta U$ — показатель светотехнической эффективности ОП.

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
	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
	40 %	0,9	1,2
60 %	1,2	1,6	2,0
Ремонтные мостовые краны и кран-балки с прицепными мостиками	0,7	0,9	1,1
Стационарные мосты, 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 (C_1) и удельную стоимость 1 Млм·ч полезной световой энергии (C_1):

$$Q_1 = (1000 / P_{\text{оп}}) Q; \quad (15.12)$$

$$C_1 = (1000 / P_{\text{оп}}) C_{\text{оп}}; \quad (15.13)$$

$$C_1 = C_{\text{оп}} / Q, \quad (15.14)$$

где $C_{\text{оп}}$ — преysкурантная цена ОП.

Очевидно, что $C_{\text{оп}}$ 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 известных 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.

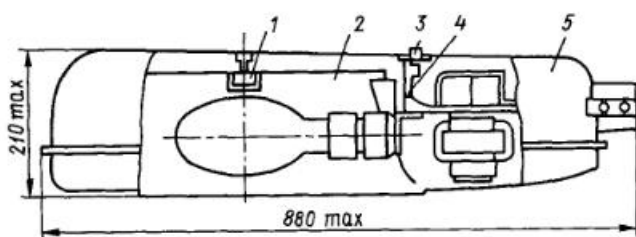


Рис П.1 Конструкция светильников типа РКУ01-250-007-У1 и РКУ1-250-009 У1
 1 — замок, 2 — отражатель, 3 — панель с ПРА и компенсирующими конденсаторами; 4 — скоба с патроном, 5 — корпус

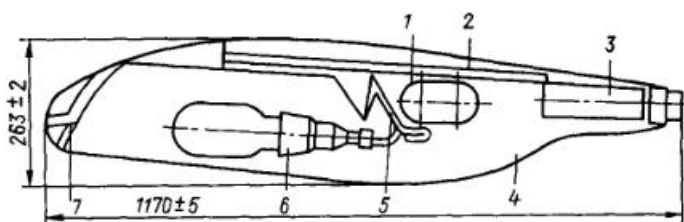


Рис П.2 Конструкция светильников типа РКУ01-250-011-У1
 1 — ПРА и компенсирующие конденсаторы, 2 — несущая планка, 3 — труба, 4 — корпус, 5 — скоба, 6 — патрон, 7 — зеркальный отражатель

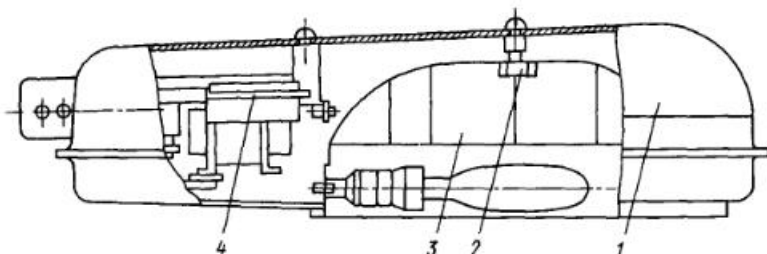


Рис П.3 Конструкция светильников типа ЖКУ01-250-004-У1 и ЖКУ01-400-002-У1
 1 — корпус; 2 — скоба с патроном, 3 — алюминиевый отражатель, 4 — панель с ПРА

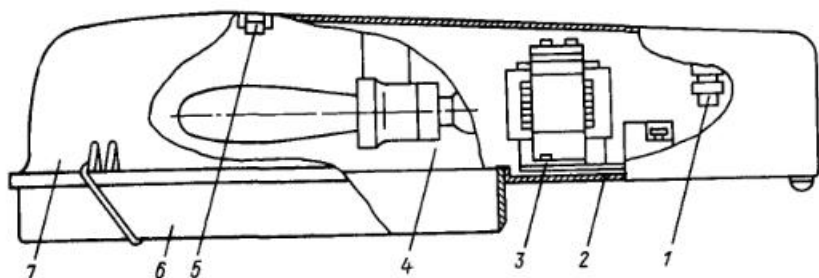


Рис П.4 Конструкция светильников типа ЖКУ02-400-003-УХЛ1 и ЖКУ02-400-004-УХЛ1
 1 — хомуты крепления светильника к опоре, 2 — ПРА, 3 — крышка, 4 — отражатель с патроном, 5 — замок, 6 — козырек с защелками, 7 — корпус

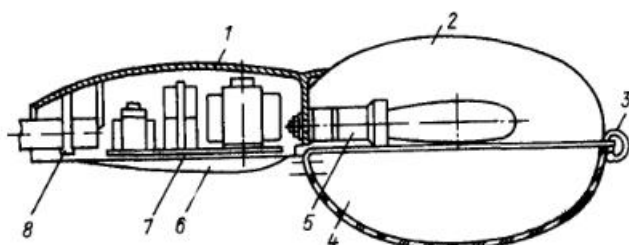


Рис П.5. Конструкция светильников серий РКУ03, ГКУ03, ЖКУ03
 1 — алюминиевый корпус, 2 — корпус-отражатель, 3 — защелки, 4 — защитное стекло, 5 — патрон, 6 — крышка, 7 — панель с ПРА и компенсирующими конденсаторами, 8 — хомут крепления

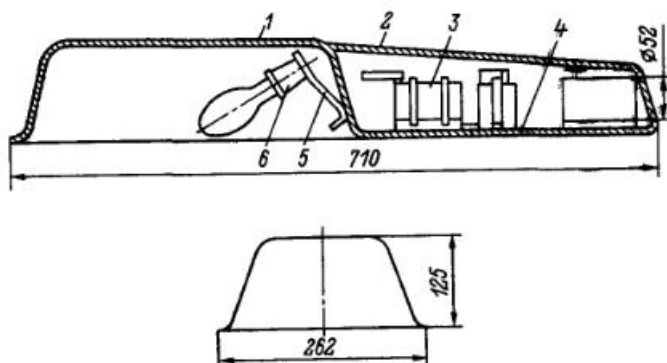


Рис П.6. Конструкция светильников типа РКУ06-125-001-У1
 1 — корпус-отражатель, 2 — корпус, 3 — ПРА, 4 — компенсирующие конденсаторы, 5 — кронштейн, 6 — патрон

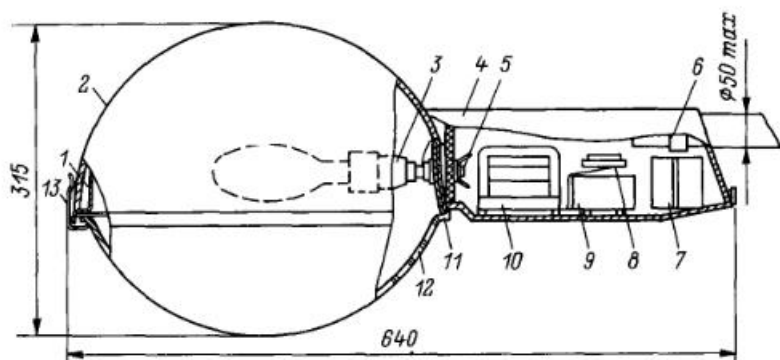


Рис П 7 Конструкция светильников серий РКУ07, ЖКУ07, модификация 001

1 — отражатель, 2 — корпус, 3 — патрон, 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

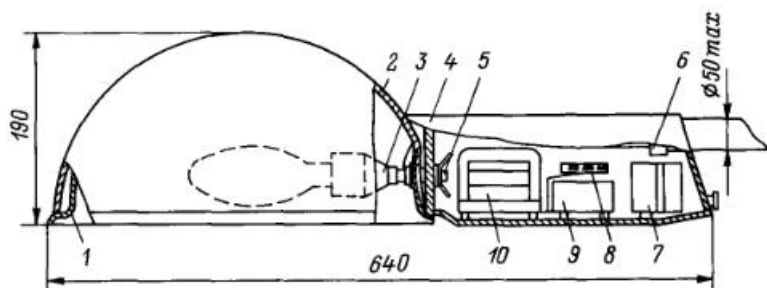


Рис П 8 Конструкция светильников типа РКУ07, ЖКУ07, модификация 002

1 — 10 — то же, что на рис П 7

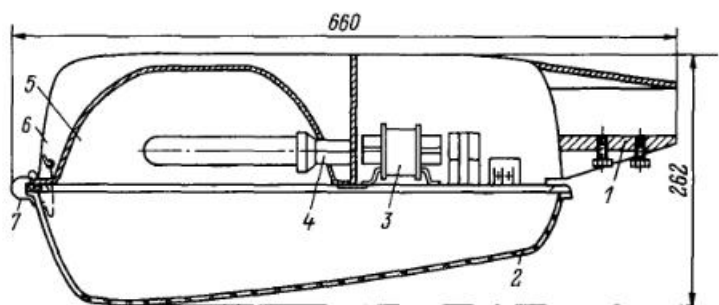


Рис П 9. Конструкция светильников типа ЖКУ08-150-001-УХЛ1

1 — консоль, 2 — защитное стекло, 3 — ПРА, 4 — патрон, 5 — алюминиевый отражатель, 6 — корпус, 7 — защелки

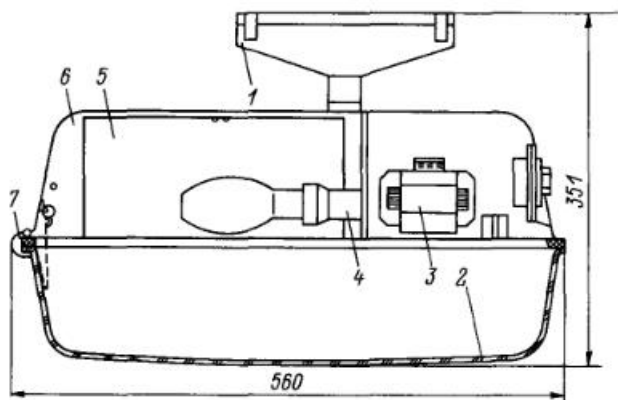


Рис П 10 Конструкция светильников типа РСУ08-250-001-У1

1 — подвеска, 2 — защитное стекло, 3 — ПРА, 4 — патрон, 5 — алюминиевый отражатель, 6 — корпус, 7 — защелки

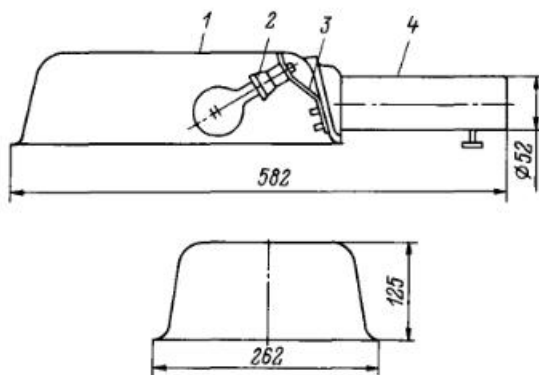


Рис П 11 Конструкция светильников типа НКУ01

1 — корпус-отражатель, 2 — патрон, 3 — кронштейн, 4 — консоль

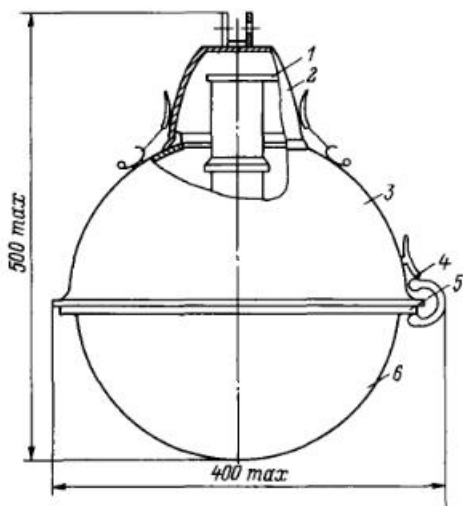


Рис П 12 Конструкция светильников типа СЗПР-250МН

1 — патрон; 2 — колпак; 3 — корпус отражатель
4 — замки, 5 — прокладка, 6 — рассеиватель

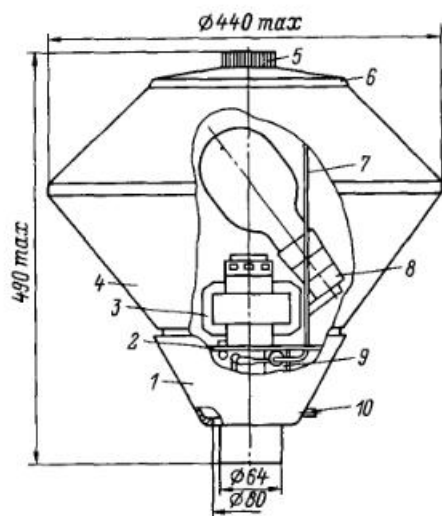


Рис П13 Конструкция светильников типа РТУ01-250/С53-01-У1

1 — алюминиевый корпус; 2 — панель, 3 — ПРА, 4 — рассеиватель, 5 — гайка, 6 — верхняя крышка, 7 — стойка, 8 — патрон, 9 — конденсаторы, 10 — установочные винты

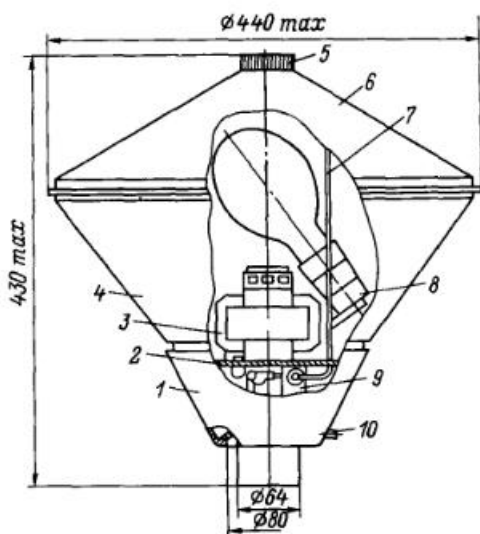


Рис П14 Конструкция светильников типа РТУ01-250/С53-02-У1

1 — алюминиевый корпус, 2 — панель, 3 — ПРА, 4 — рассеиватель, 5 — гайка, 6 — отражатель, 7 — стойка; 8 — патрон, 9 — конденсаторы, 10 — установочные винты

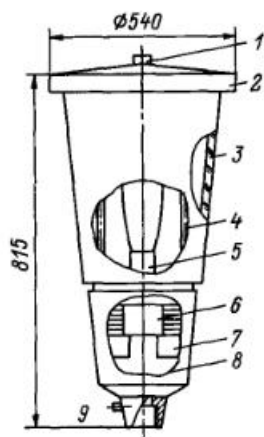


Рис П15 Конструкция светильников типа РТУ02

1 — гайка, 2 — отражатель крышка, 3 — рассеиватель; 4 — стойка, 5 — патрон, 6 — ПРА, 7 — компенсирующие конденсаторы, 8 — корпус, 9 — винт

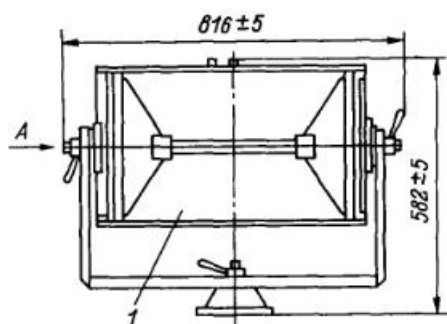
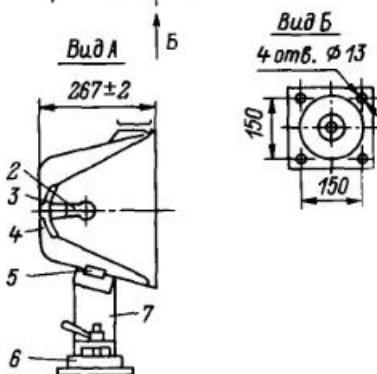


Рис П16 Конструкция светильников типа ИСУ02-5000/К23-01-ХЛ1

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 смешанного 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 **Куш О. К., Уткин В. Н.** К расчету осветительной установки на микро-ЭВМ//Светотехника. 1986 № 4 С 18
- 16 **Крайко А. А., Куш 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 дисконфарту//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//Светотехника. 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. Пульсация 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. Дудинов М. С. Проекторное освещение — 3-е изд., перераб и доп. Л. Энергия, 1978
39. Освещение открытых пространств/Н. В. Волоцкий, М. С. Дудинов, 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 проекторного 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. Ключев С. А. Материалы по электрической части осветительных установок Указания по защите осветительных сетей//Светотехника. 1986 № 7 С 22—24
51. Киреев Н. Н., Семенхин 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. Ключев 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, защиты 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. Пировов Е. В., Зевин М. Б. Монтаж электроустановок во взрывоопасных зонах М.: Энергоатомиздат, 1987

66. Розенталь 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.: Информэлектрo, 1988.

69. Азалиев В. В., Варсанюфьева 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 1.02.01-85.** 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.** Техничко-экономические расчеты при проектировании 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 // Светотехника. 1979 № 4. С 18—21.

87. **Буйный А. Е., Намитоков К. К., Шурьгин 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 Ньонг.** 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., Римлер Г. Е.** Техничко-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 светящихся элементов	168
Общий случай расчета освещенности от линейных светящихся элементов	—
Упрощенный способ расчета освещенности от линейных светящихся элементов	169
Способ построения линейных изолюкс	174
7 5 Расчет освещенности от светящихся поверхностей равномерной яркости	175
7.6 Освещение наклонных поверхностей и освещение наклонными 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
Сопrotivление 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
	447

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 шинпроводов	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