



**ОСВЕЩЕНИЕ
ОТКРЫТЫХ
ПРОСТРАНСТВ**

ОСВЕЩЕНИЕ ОТКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВ

BOOKS.PROEKTANT.ORG

**БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ
КОПИЙ КНИГ**

**для проектировщиков
и технических специалистов**

ЛЕНИНГРАД
ЭНЕРГОИЗДАТ
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1981

ББК 31.294.9

О-72

УДК 628.97

**Авторский коллектив: Волоцкой Н. В., Дадимов М. С., Николаева Л. Д.,
Пашковский Р. И., Фирсанов Н. Н.**

Рецензент Г. М. Кнорринг

**О-72 Освещение открытых пространств/Н. В. Волоцкой,
М. С. Дадимов, Л. Д. Николаева и др.— Л.: Энергоиздат.
Ленингр. отд-ние, 1981.— 232 с., ил.**

В пер.: 1 р. 10 к.

В книге дан анализ современного состояния и рекомендации по проектированию, устройству и эксплуатации осветительных установок для открытых пространств (включая территории промышленных предприятий, строительных площадок, карьеров, железнодорожных станций и спортивных сооружений) и комплексного светового оформления города. Приводится также краткое описание источников света и осветительных приборов, используемых в данных установках, и рассматриваются критерии их выбора.

Книга предназначена для инженеров и техников, занимающихся проектированием, монтажом и эксплуатацией осветительных установок.

О $\frac{30310-114}{051(01)-81}$ 143—81(Э). 2302060000

ББК 31.294.9

6П2.19

© Энергоиздат, 1981

Развитие народного хозяйства СССР за последние годы характеризуется сооружением новых предприятий, имеющих обширные территории, а также увеличением числа и объема производственных и транспортных объектов, расположенных под открытым небом, таких, как открытые разработки ископаемых, различные карьеры, строительные площадки и т. п. Все эти объекты имеют высокую насыщенность механизмами и транспортом и обладают значительным удельным весом в народном хозяйстве.

Рациональное освещение территорий предприятий в темное время суток необходимо как для безопасности работы и движения, так и для повышения производительности труда и качества продукции. Освещение открытых пространств многих существующих производственных и транспортных предприятий, открытых спортивных сооружений, а также комплексное световое оформление городов находится не на должном уровне. Это объясняется прежде всего известным отставанием техники наружного освещения, наблюдавшимся в прошлые годы, а также отсутствием современной специальной литературы в данной области светотехники.

В настоящее время положение существенно улучшилось, так как отечественная промышленность разработала и частично уже освоила выпуск новых источников света, предназначенных преимущественно для освещения открытых пространств (ксенонные лампы с длинной дугой, натриевые металлогалогенные лампы и др.). Расширился также ассортимент прожекторов различного назначения, налажен массовый выпуск светильников специальных типов для наружного освещения. Таким образом, налицо технические возможности для существенного повышения качества осветительных установок.

В настоящей работе сделана попытка рассмотреть современное состояние вопроса и дать некоторые рекомендации по устройству освещения открытых пространств на основе современных технических средств и с учетом отечественного и иностранного опыта в данной области светотехники. В книге рассмотрены задачи, связанные с освещением строительных площадок,

карьеров, производственных и железнодорожных территорий, открытых спортивных сооружений, а также вопросы комплексного светового оформления городов.

§ 1-1, 1-5 и глава 10 написаны Н. В. Волоцким, § 1-2, 1-3, 1-4 и главы 2, 3, 4, 6, 7, 11 — М. С. Дадимовым, глава 5 — Л. Д. Николаевой, глава 9 — Р. И. Пашковским, глава 8 — Н. Н. Фирсановым.

Замечания и пожелания по книге просьба направлять по адресу: 191041, Ленинград, Марсово поле, д. 1, Ленинградское отделение Энергоиздата.

Авторы

ИСТОЧНИКИ СВЕТА И ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

1-1. ИСТОЧНИКИ СВЕТА

Электрическим источником света (электрической лампой) называется устройство, преобразующее электрическую энергию в световую. По характеру преобразования энергии источники света разделяются на тепловые (лампы накаливания) и разрядные. Последние, в свою очередь, делятся на лампы низкого и высокого давления, причем во многих из них для преобразования световой энергии используются люминофорные покрытия.

Лампы накаливания применяются уже более 100 лет. Основная часть лампы — это вольфрамовая нить накала, помещенная в стеклянную колбу, заполненную инертным газом, и нагреваемая электрическим током до температуры 3000 °С. Естественный предел повышения температуры — точка плавления вольфрама (3653 К). Спектр излучения ламп — сплошной, с максимумом излучения в оранжево-красной области, вследствие чего при освещении лампами накаливания хорошо выявляются оранжево-красные цвета и плохо — синие-зеленые.

Лампы накаливания разделяются на лампы общего назначения и специальные. Из последних в данном случае нас интересуют лампы прожекторные, зеркальные и галогенные.

Все технические параметры лампы накаливания в сильной степени зависят от ее номинального напряжения и колебаний напряжения питающей сети в процессе эксплуатации лампы.

Чем ниже номинальное напряжение лампы и выше ее мощность, тем толще и прочнее должна быть ее нить накала, тем больший нагрев она может выдержать без нарушения допустимого предела прочности и тем экономичнее лампа. Например, лампы мощностью 1000 Вт и напряжением 220 В имеют световую отдачу 18,6 лм/Вт, а лампы 60 Вт, 220 В — 11,9 лм/Вт. Лампы 40 Вт, 220 В имеют световую отдачу 10,0 лм/Вт, а лампы той же мощности на напряжение 12 В — 15,5 лм/Вт.

Эффективность лампы может быть существенно повышена, если ее эксплуатировать не при номинальном, а при несколько повышенном напряжении. Каждый процент повышения напряжения увеличивает световой поток лампы на 3,5 %, сокращая при этом примерно на 10 % срок ее службы. Поэтому в прожекторных установках с малым числом часов горения в сезон их эксплуатации перекал ламп может дать существенную экономию за счет сокращения числа прожекторов, а срок службы ламп в данном случае не играет роли. Бывают случаи, когда, наоборот, приходится пренебрегать эффективностью лампы с целью удлинить срок ее службы, например, при установке ламп в труднодоступных местах.

Лампы накаливания общего назначения изготавливаются в пределах шкалы мощностей от 15 до 1500 Вт на напряжение 127 и 220 В и имеют средний срок службы 1000 ч. Лампы с пониженной световой отдачей, изготавливаемые на напряжение 127—135 и 220—235 В, имеют срок службы 2500 ч. Для наружного освещения используются обычно лампы мощностью 100—1500 Вт.

Прожекторные лампы накаливания (марка ПЖ) предназначаются для установки в прожекторах. Нить накала этих ламп закреплена так, что обра-

зует вертикально расположенную плоскую светящуюся площадку небольших размеров (рис. 1-1). Благодаря этому улучшается формирование светового пучка и уменьшаются потери светового потока в прожекторе из-за уменьшения рассеивания света. Основные характеристики прожекторных ламп приведены в табл. 1-1.

Зеркальные лампы имеют колбу специальной рассчитанной формы, частично покрытую изнутри зеркальным слоем, и, по существу, являются лампами-светильниками. По характеру распределения светового потока они разделяются на три группы: концентрированного (ЗК), среднего (ЗС) и широкого (ЗШ) светораспределения. Лампы широкого светораспределения предназначались ранее для паружного освещения, но не получили достаточного распространения в связи с выпуском более экономичных светильников с другими лампами. Они выпускаются в пределах сортамента по мощности — 300—1000 Вт на напряжение 220 В и могут использоваться в специальных случаях.

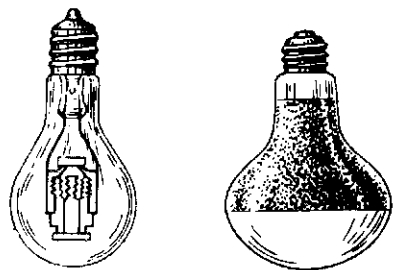


Рис. 1-1. Прожекторная лампа типа ПЖ-220-1000-2

Рис. 1-2. Зеркальная лампа типа ЗК

Лампы среднего светораспределения в установках наружного освещения не применяются. Лампы концентрированного светораспределения получили широкое распространение, в частности, при освещении фасадов зданий и памятников. Они выпускаются на напряжение 220 и 127 В в пределах сортамента по мощности 40—1000 Вт, но массовое применение получили лампы мощностью 100, 300 и 500 Вт. Внешний вид лампы ЗК показан на рис. 1-2, а технические характеристики представлены в табл. 1-1.

К группе зеркальных ламп относятся еще лампы-фары, применяемые при освещении фонтанов и описанные в гл. 10.

Галогенные лампы накаливания (марка КГ), называемые также лампами с йодным циклом, являются новой ступенью в развитии ламп накаливания. Галогенная лампа представляет собой трубку из кварцевого стекла, в которой коаксиально располагается спиральная нить накала. Колба заполняется аргоном, ксеноном или криптоном при давлении до 10 Па и имеет в торцах выведенные контакты в виде керамических цоколей или ножей. Лампы выпускаются мощностью от 1 до 20 кВт и имеют световую отдачу 22 лм/Вт. Технические данные этих ламп приведены в табл. 1-1.

Сущность йодного цикла, используемого в галогенных лампах, заключается в том, что пары йода, введенного в лампу в дозированном количестве, соединяются с расплывшимся и осевшим на стенки колбы вольфрамом, образуя йодид вольфрама. Частицы этого соединения, диффундируя в зону раскаленной нити лампы, под влиянием высокой температуры вновь распадаются на вольфрам, оседающий на нить накала, и йод, перемещающийся к стенкам лампы. Такой непрерывно продолжающийся процесс способствует восстановлению нити накала и удлиняет срок ее службы. Чтобы обеспечить возможность саморегулирования этого процесса, лампа должна иметь строго определенные параметры: геометрические размеры, температуру стенок, давление заполняющего газа, точное размещение нити накала по оси лампы. Галогенные лампы перспективны, в частности, в области наружного освещения.

Разрядные лампы основаны на использовании свойства газов или паров металлов светиться в электрическом поле. Каждому газу свойствен свой цвет свечения, причем, как правило, в режиме низкого давления это свечение имеет линейчатый спектр, а в режиме высокого давления спектр приближается к сплошному. Это свечение газа (или пара металла) может быть

спектрально преобразовано или дополнено с помощью люминофора, наносимого на колбу лампы.

К лампам низкого давления относятся широко распространенные люминесцентные лампы, а также натриевые лампы типа ДНаО; к лампам высокого давления относится целый ряд ртутно-дуговых ламп (ДРТ, ДРЛ, ДРШ и др.), ксеноновые лампы ДКсТ, натриевые лампы типа ДНаТ и металлогалогенные лампы ДРИ.

Люминесцентная лампа представляет собой стеклянную трубку, в которой при установившемся режиме происходит разряд в парах ртути низкого давления, возбуждающий свечение люминофора, нанесенного на стенки лампы. Ртуть вводится в лампу в виде строго дозированной капельки, а для облегчения зажигания лампы трубка заполняется аргоном. На концах трубки впаяны вольфрамовые электроды, покрытые оксидом, а цоколи имеют по два штырьковых контакта. Для поддержания режима горения дуги необходимо иметь балластное сопротивление, включенное последовательно с лампой. В сетях переменного тока в качестве балласта используются дроссели и конденсаторы или комбинация того и другого. При этом, естественно, возникнет временной сдвиг между током и напряжением и коэффициент мощности такой схемы составляет около 0,5. Балластные устройства комплектуются в общем корпусе и называются пускорегулирующей аппаратурой (ПРА).

Сетевое напряжение, при котором лампа работает в установившемся режиме, недостаточно для ее зажигания, т. е. для пробоя газового пространства между электродами. Чтобы это стало возможным, необходимо или нагреть электроды, повысив тем самым эмиссию электронов, или сообщить лампе импульс повышенного напряжения. В обычной схеме включения люминесцентной лампы (рис. 1-3) оба эти приема используются с помощью стартера, включенного параллельно лампе.

Стартер представляет собой миниатюрную лампочку тлеющего разряда с неоновым наполнением, имеющую два биметаллических электрода. Нормально электроды разомкнуты, но при возникновении разряда в неоне они быстро разогреваются и, изгибаясь, замыкаются накоротко. После замыкания стартера ток, ограниченный только сопротивлением дросселя и электродов, имеет значение в 2—3 раза больше значения рабочего тока лампы. Поэтому электроды лампы быстро разогреваются, а электроды стартера, тем временем остывая, размыкают цепь стартера. В момент разрыва цепи стартера в дросселе возникает импульс повышенного напряжения, что также способствует зажиганию лампы. Когда лампа зажглась, стартер вторично сработать не может, так как за счет потерь в ПРА напряжение на стартере и лампе падает примерно до половины значения сетевого напряжения, что соответствует номинальному напряжению лампы в рабочем режиме.

Описанная схема называется стартерной и является наиболее распространенной. Имеются другие схемы, в которых стартеры не применяются, а электроды имеют постоянный подогрев от специальной обмотки ПРА. Эти схемы называются бесстартерными. Для надежной работы таких схем необходимо иметь лампы с нанесенной на колбе токопроводящей полосой. В ряде случаев, в частности при использовании ламп для освещения открытых пространств, бесстартерные схемы имеют ряд преимуществ, но основной, наиболее распространенной схемой следует считать стартерную.

В настоящее время выпускается ряд различных по схеме и конструкции ПРА. Согласно классификации по ГОСТ 16809—71 при полном обозначении ПРА указывается следующее: а) число ламп, подключаемых к ПРА;

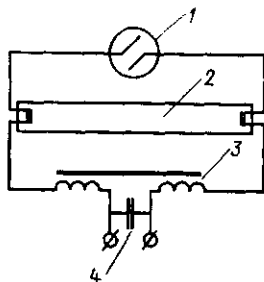


Рис. 1-3. Принципиальная схема включения люминесцентной лампы
1 — стартер; 2 — лампа; 3 — балластное сопротивление (дроссель); 4 — конденсатор для компенсации коэффициента мощности

б) обозначение типа аппаратов: ДБ — дроссель балластный; УБ — стартерный; АБ — бесстартерный, быстрого зажигания; МБ — бесстартерный, мгновенного зажигания; буква И — индуктивного типа; Е — емкостного; К — компенсированный аппарат; в) мощность и символ лампы (числитель) и напряжение сети (знаменатель); г) наличие (буква А) или отсутствие (не обозначается) фазового сдвига между токами ламп многолампового аппарата; д) характер исполнения: встроеное (В) или независимое (Н); е) уровень шума: нормальный (не обозначается), пониженный (П), особо низкий (ПП); ж) условный номер разработки аппарата.

На блоке ПРА указывается также пригодность для установки его вне зданий.

В стартерных схемах потери в ПРА составляют около 25 %, в бесстартерных — около 35 %. Последние схемы приводят также к некоторому сокращению срока службы ламп.

Отечественные люминесцентные лампы общего назначения массово выпускаются мощностью от 15 до 80 Вт, причем в ближайшее время должны появиться и более мощные лампы (уже изготавливаемые рядом иностранных фирм). По цвету излучения выпускаются люминесцентные лампы общего назначения белые (ЛБ), дневные (ЛД и ЛДЦ), тепло-белые (ЛТБ), холодно-белые (ЛХБ), а также ряд типов ламп, обеспечивающих улучшенную цветопередачу, применительно к тем или иным объектам освещения. В установках наружного освещения обычно применяются наиболее экономичные лампы ЛБ (световая отдача до 75 лм/Вт), так как цветопередача в условиях наружного освещения не играет существенной роли. Основные характеристики ламп ЛБ мощностью 40 и 80 Вт приведены в табл. 1-1.

Обладая многими положительными качествами (высокая экономичность, разнообразная цветность, большой срок службы, небольшая яркость), люминесцентные лампы имеют и существенные недостатки. Единичная мощность их мала и вряд ли будет повышена в ближайшие годы более, чем до 150—200 Вт. Схема включения ламп относительно сложна; чтобы смягчить явления стробоскопии, необходимо применять многоламповые светильники с еще более усложненной схемой включения; потери в ПРА велики (около 25 %), что снижает экономичность установки; световые характеристики лампы сильно зависят от температуры окружающей среды. Применительно к установкам наружного освещения последнее обстоятельство весьма существенно.

Люминесцентные лампы общего назначения рассчитаны, в основном, на работу при температуре окружающей среды 20—25 °С, что соответствует температуре стенок лампы 40—50 °С, хотя безотказное включение ламп обеспечивается в пределах температур от 5 до 50 °С. При отрицательных температурах среды стенки лампы значительно охлаждаются, давление ртутных паров падает, уменьшается интенсивность излучения разряда, лампа работает с пониженной световой отдачей, а зажигание ее затрудняется и становится ненадежным. Поэтому в зимних условиях применение люминесцентных ламп в открытых светильниках недопустимо.

В условиях повышенной температуры среды световая отдача ламп также снижается. Для таких условий выпускаются амальгамные лампы, в которых ртуть содержится в составе амальгамы. В зависимости от способа их установки они могут применяться в двух режимах: при температуре окружающего воздуха 5—30 °С и при температуре 30—60 °С, причем в последнем случае они дают световой поток на 25 % больше, чем стандартные лампы.

Для обеспечения надежного зажигания люминесцентных ламп в условиях низких температур применяются бесстартерные схемы включения, закрытые светильники и т. д.

Эксплуатация люминесцентных ламп в наружных условиях довольно затруднительна, и они обычно применяются для наружного освещения только в южной полосе страны.

Ртутно-дуговые лампы ДРТ (старое наименование ПРК) относятся к группе ртутных разрядных ламп высокого давления. Лампы ДРТ изготов-

ливаются из трубок кварцевого стекла, и основное их назначение — физиотерапия. В их спектре содержатся интенсивные излучения линий ртути и слабый непрерывный фон в коротковолновой части видимого спектра. Давление ртутных паров в рабочем режиме составляет около $1 \cdot 10^5$ Па, а максимум излучения в видимой области спектра соответствует желто-зеленой зоне. Благодаря этому они нашли применение для декоративного освещения зелени садов и парков. Лампы ДРТ выпускаются мощностью от 50 до 2500 Вт, но наибольшее распространение в светотехнике получили лампы мощностью 375 и 1000 Вт. Они включаются в сеть через специальные ПРА, выпускаемые промышленностью. Параметры этих ламп приведены в табл. 1-1, а общий вид — на рис. 1-4.

Ртутно-дуговые лампы с исправленной цветностью ДРЛ построены на том же принципе, что и лампы ДРТ, но имеют кроме кварцевой горелки наружную колбу, покрытую изнутри люминофором, преобразующим ультрафиолетовое излучение горелки в видимое, преимущественно красное (рис. 1-5). Благодаря этому цветность излучения лампы ДРЛ становится достаточно удовлетворительной для применения в установках наружного освещения и в некоторых производственных помещениях. Качество ламп ДРЛ в отношении цветопередачи принято характеризовать «красным отношением», т. е. отношением светового потока в зоне длин волн 610—700 нм к полному световому потоку лампы, и для советских ламп составляет около 6 %.

Отечественная промышленность выпускает лампы ДРЛ мощностью от 80 до 1000 Вт. Давление ртутных паров в этих лампах составляет $(2 \div 5) 10^5$ Па, световая отдача их около



Рис. 1-4. Ртутно-дуговая лампа типа ДРТ-1000

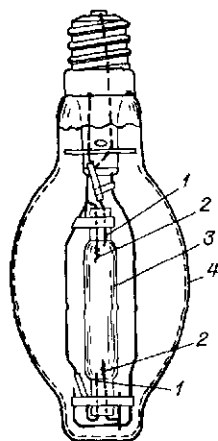


Рис. 1-5. Ртутно-дуговая лампа с исправленной цветностью типа ДРЛ

1 — поджигающие электроды, 2 — основные электроды, 3 — горелка; 4 — внешняя колба

55 лм/Вт, «красное соотношение» около 6 %, срок службы 10 000 ч, надежное зажигание гарантируется при температуре воздуха до -60 °С. Технические данные основных типов ламп ДРЛ приведены в табл. 1-1.

Существенным недостатком ламп ДРЛ является большая глубина пульсаций светового потока (до 75 %), что сопровождается соответствующими стробоскопическими явлениями. В настоящее время разработаны трехфазные лампы ДРЛТ, глубина пульсаций потока которых составляет всего 5—15 %.

Чтобы зажечь лампу ДРЛ, необходимо создать на ее электродах повышенное напряжение с помощью специального зажигающего устройства, содержащего обычно выпрямитель, конденсаторы и разрядник. Включение лампы упрощается, если в ней имеются дополнительные, так называемые зажигающие электроды, расположенные вблизи рабочих электродов и подключенные (каждый электрод) к электроду противоположной полярности через высокоомное сопротивление. Лампы черного типа называются двухэлектродными, а второго — четырехэлектродными. В настоящее время применяются в основном последние.

Поскольку для нормальной работы лампы ДРЛ необходимо иметь определенное установившееся давление в ее горелке, то процесс «разгорания» лампы занимает несколько минут. Повторное же включение лампы возможно только после остывания кварцевой горелки, т. е. через 10—15 мин.

Ртутно-дуговые лампы в шаровой колбе ДРШ относятся к группе ламп сверхвысокого давления (в установившемся рабочем режиме давление в них составляет около 10^6 Па). При таком давлении спектр ртутного разряда приобретает непрерывный характер, хотя интенсивное излучение ряда линий ртути при этом сохраняется. Ультрафиолетовая часть спектра практически отсутствует за пределами 290 нм, а «красное соотношение» составляет 4—6%. Градиент потенциала в разряде сверхвысокого давления большой, что и позволяет иметь лампы с весьма короткой дугой, длиной в несколько миллиметров.

Кварцевая колба лампы имеет вольфрамовые электроды и представляет собой приблизительно шар (рис. 1-6). Лампа наполняется инертным газом, а количество вводимой в нее ртути строго дозируется, чтобы обеспечить заданное для данного типа лампы давление ненасыщенных паров ртути. Для включения лампы в сеть промышленность выпускает специальные ПРА.



Рис. 1-6. Ртутно-дуговая лампа в шаровой колбе типа ДРШ

Рис. 1-7. Натриевая лампа низкого давления типа ДНаО

1 — U-образная горелка; 2 — внешняя колба

Время разгорания лампы составляет несколько минут, а для повторного включения необходимо, чтобы лампа остыла.

Лампы ДРШ выпускаются отечественной промышленностью в пределах шкалы мощностей от 100 до 1000 Вт. Характеристики основных типов ламп приведены в табл. 1-1.

Благодаря малым размерам светящегося тела колбы (до 40 мм) лампы ДРШ являются наиболее подходящими источниками света для прожекторов концентрированного светораспределения. Срок службы ламп нормируется от нескольких десятков до нескольких сотен часов в зависимости от типа лампы и условий ее эксплуатации. Лампы сверхвысокого давления, в том числе ДРШ, необходимо хранить и эксплуатировать с соблюдением ряда предосторожностей, предписанных инструкцией и исключающих поражение обслуживающего персонала в случае разрыва колбы.

Натриевые лампы выпускаются двух типов — низкого и высокого давления, существенно отличающихся друг от друга по характеру излучения. Лампа низкого давления ДНаО излучает монохроматический желто-оранжевый свет, соответствующий резонансным линиям натрия 589—589,6 нм, лежащим в зоне наивысшей спектральной чувствительности глаза. Поэтому световая отдача натриевых ламп низкого давления очень высока. У лучших иностранных образцов она составляет до 200 лм/Вт, у отечественных ламп — 70 лм/Вт. Горелка лампы имеет линейную или U-образную форму и заключена во внешнюю стеклянную рубашку, обеспечивающую необходимый тепловой режим для горелки (рис. 1-7).

Хотя эти лампы имеют наибольшее значение световой отдачи, применение их целесообразно только там, где нужно осветить поверхности желто-оранжевого цвета, или в случаях, когда цветопередача не имеет какого-либо значения (например, на загородных дорогах).

Натриевые лампы высокого давления ДНаТ имеют сплошной спектр и приближающуюся к белой цветности излучения. Шкала мощностей этих ламп

ограничена 250—1000 Вт, а глубина пульсаций светового потока составляет около 70 %. Отечественная промышленность выпускает лампы ДНаТ пока только мощностью 400 Вт со световой отдачей 115 лм/Вт и сроком службы до 7000 ч. По мере освоения этих ламп и расширения ассортимента их параметры должны улучшаться. Лучшие лампы иностранных фирм имеют световую отдачу до 140 лм/Вт и срок службы до 24 000 ч. Достаточно удивительный цвет излучения этих ламп и их высокая экономичность открывают широкие возможности для применения их в установках наружного освещения.

На рис. 1-8 схематически показана лампа ДНаТ в колбе эллипсоидальной формы. Ряд иностранных фирм изготавливает эти лампы также в колбах типа ДРЛ или в софитном исполнении — линейной формы. Горелка лампы изготавливается из специального керамического материала на основе поликристаллической двуокиси алюминия, стойкого к парам натрия при высоких температурах, а внешняя колба лампы — из тугоплавкого стекла. В рабочем режиме температура горелки достигает 1200 °С, а температура колбы — 300 °С.

Металлогалогенные лампы выпускаются у нас под маркой ДРИ — дуговая ртутная с йодидами. Сущность их устройства сводится к следующему.

В лампе ДРИ создается разряд в парах высокого давления, обладающий сплошным спектром излучения. Для наполнения лампы применяются смеси йодидов диспрозия, гольмия, тулия, таллия, цезия, натрия и других элементов, которые вводятся в лампу в виде легко испаряющихся солей. Подобрав определенную комбинацию наполнителя, можно получить сплошной спектр излучения лампы, удовлетворяющий высоким требованиям к цвето-передаче.

В рабочем режиме лампы, в процессе непрерывной диффузии, йодид, попадая в область повышенной температуры, разлагается на йод и металл, а затем последние, диффундируя в область пониженной температуры, вновь соединяются. Для такого процесса рекомбинации необходимо иметь достаточно высокую температуру дуги на оси разряда, быстро спадающую по направлению к стенкам лампы. С другой стороны, чтобы лампа имела небольшие размеры, градиент потенциала в разряде должен быть достаточно большим. Заполнение колбы только йодидами не может обеспечить этих условий. Поэтому в лампу вводится дозированное количество ртути, разряд в парах которой обладает нужными параметрами. Для облегчения зажигания в лампу вводится также аргон.

Подбирая ту или иную комбинацию йодидов, можно получить лампы с излучением, приближающимся по цветности к той или иной фазе дневного света, что особенно важно для цветных телевизионных передач под открытым небом, когда, например, на стадионе передача начинается при естественном, а заканчивается при искусственном освещении. В настоящее время лампы ДРИ в этом отношении незаменимы.

Важно и то обстоятельство, что лампы ДРИ можно изготавливать достаточно мощными. Ряд иностранных фирм уже изготавливает лампы ДРИ мощностью до 3500 Вт со световой отдачей около 100 лм/Вт и сроком службы более 10 000 ч. Подобная лампа фирмы «Осрам» показана на рис. 1-9. Основой лампы является кварцевая горелка, заключенная в вакуумированную или заполненную азотом внешнюю колбу; в данном случае колба имеет

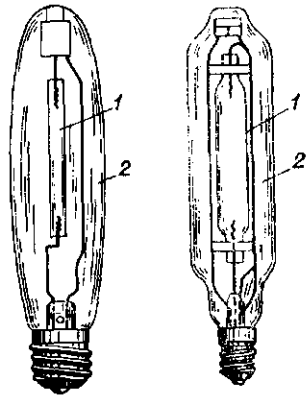


Рис. 1-8. Натриевая лампа высокого давления типа ДНаТ

1 — горелка; 2 — внешняя колба

Рис. 1-9. Металлогалогенная лампа мощностью 3500 Вт фирмы «Осрам»

1 — горелка; 2 — внешняя колба

цилиндрическую форму. Менее мощные лампы изготавливаются в колбах по типу колб для ламп ДРЛ.

Мощные лампы (1000—3500 Вт) рассчитаны на горизонтальную установку с отклонением $\pm 60^\circ$, а маломощные (до 400 Вт) могут устанавливаться вертикально или горизонтально с отклонениями $\pm 45^\circ$ в зависимости от модификации лампы; имеются также лампы, положение которых не влияет на их работу. Для включения ламп применяются специальные схемы с соответствующими устройствами зажигания и стабилизации разряда. Имеются схемы, позволяющие зажигать лампу повторно, не ожидая ее остывания. Лампы мощностью 2000 Вт и выше рассчитаны обычно на включение в сеть напряжением 380 В.

Отечественная промышленность начала выпускать серийно лампы ДРИ, удовлетворяющие требованиям цветного телевидения, мощностью 400—3500 Вт, хотя технические характеристики этих ламп пока еще уступают зарубежным (см. табл. 1-1). Кроме того, выпускаются также лампы ДРИ общего назначения мощностью 250, 700 и 2000 Вт.

Несмотря на высокие экономические и цветовые характеристики, лампы ДРИ имеют недостаточно установленные параметры и обладают рядом особенностей, затрудняющих их эксплуатацию. К ним можно отнести сложность пускорегулирующих устройств, недостаточную однородность цветовых

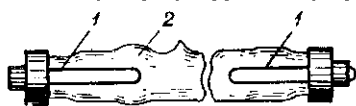


Рис. 1-10. Ксеноновая дуговая трубчатая лампа типа ДКСГ

1 — электроды; 2 — колба

характеристик и зависимость их от положения лампы, теплового режима и числа отработанных лампой часов, трудность повторного зажигания, высокую цену и т. д. Тем не менее лампы ДРИ в настоящее время признаны наилучшими для случаев, когда необходимо обеспечить хорошую цветопередачу при высоких освещенностях (1000—2000 лк), в особенности для цветных телевизионных съемок и освещения стадионов. Технико-экономические расчеты показали, что и в других случаях замена ламп ДРЛ лампами ДРИ целесообразна при условии, что срок службы последних составляет не менее 2,5—4,0 тыс. ч.

Ксеноновые дуговые трубчатые лампы ДКСГ отличаются от других разрядных ламп тем, что они имеют стабилизированный разряд и не нуждаются поэтому в балластном сопротивлении. Они представляют собой стеклянную трубку, заполненную ксеноном (рис. 1-10). Так как градиент потенциала в ксеноновом разряде довольно мал, то лампы ДКСГ имеют большую длину и высокий потенциал зажигания — до 25 000 В. Поэтому пусковое устройство, необходимые для этой лампы, довольно сложны и основаны на принципе искрового генератора. Искровой генератор должен работать в период пуска некоторое время, продолжительность которого регулируется с помощью реле времени, входящего в пусковое устройство. Наличие высокого напряжения в пусковой период определяет необходимость применения высоковольтных проводов или кабелей для линий, соединяющих пусковое устройство с лампой. Лампы ДКСГ выпускаются только большой мощности. Сейчас в основном применяются лампы мощностью 20 кВт (табл. 1-1) и уже начат выпуск ламп мощностью 50 и 100 кВт.

Экономичность ламп ДКСГ невелика — около 35 лм/Вт, а относительно большие размеры ламп не позволяют создать для них светильники или проекторы с высоким КПД. Тем не менее, благодаря повышенной единичной мощности они получили значительное распространение в случаях, когда нужно осветить большое открытое пространство при малой освещенности (десятки люкс). Применяя эти лампы для создания высоких освещенностей нерентабельно. Кроме того, следует иметь в виду, что при освещенности более 150 лк ультрафиолетовое облучение от этих ламп становится чрезмерным и, при известных условиях, вредным для человека. В настоящее время разработаны лампы типа ДКСГЛ, в которых устранен этот недостаток, но пока они широко не применяются.

Таблица 1-1

**Основные характеристики источников света напряжением 220 В,
применяемых для освещения открытых пространств**

Наименование	Тип	Мощность, Вт	Световой поток, кЛм	Световая отдача, лм/Вт	Средний срок службы, ч	Размеры, мм	
						диаметр	длина
Лампа нака- ливания об- щего назна- чения	Б220-100-1	100	1,4	13,5	1 000	66	129
	Б220-150-1	150	2,1	14,0	1 000	81	175
	Б220-200	200	2,9	14,6	1 000	81	175
	Г220-300-1	300	4,6	15,3	1 000	112	240
	Г220-500-1	500	8,3	16,6	1 000	112	240
	Г220-750	750	13,1	17,5	1 000	152	345
	Г220-1000-1	1 000	18,6	18,6	1 000	152	345
Лампа нака- ливания про- жекторная	Г220-1500-1	1 500	29,0	19,3	1 000	167	345
	ПЖ220-500	500	10,5	21,0	160	66	140
Лампа нака- ливания зер- кальная с ко- центрирован- ным светорас- пределением	ПЖ220-1000	1 000	21,0	21,0	150	71	245
	ПЖ220-1000-2	1 000	21,0	21,0	150	97	195
	ЗК220-100	100	1,8 *	—	1 000	97	144
	ЗК220-100-2	100	3,6 *	—	1 000	111	140
Лампа нака- ливания квар- цевая галоген- ная	ЗК220-300	300	2,9 *	—	1 000	127	185
	ЗК220-500	500	5,1 *	—	1 500	180	267
	КГ220-1000-5	1 000	22,0	22,0	2 000	11	189
	КГ220-1500	1 500	33,0	22,0	2 000	11	254
	КГ220-2000-4	2 000	44,0	22,0	2 000	11	335
	КГ220-5000-1	5 000	110	22,0	3 000	20	520
Лампа люми- несцентная бе- лая со штырь- ками	КГ220-10000-1	10 000	220	22,0	3 000	26	675
	КГ220-20000-1	20 000	440	22,0	3 000	36	890
	ЛБ40-4	40	3,0	75,0	10 000	40	1214
Лампа ртут- ная высокого давления	ЛБ80-4	80	5,2	65,3	10 000	40	1514
	ДРТ-375	375	—	—	2 500	22	265
Лампа ртут- ная высокого давления с ис- правленной цветностью	ДРТ-1000	1 000	—	—	1 200	45	350
	ДРЛ-250	250	12,5	50,0	10 000	91	227
	ДРЛ-400	400	22,0	55,0	10 000	122	292
Лампа ртут- ная сверх- высокого да- вления (в ша- ровой колбе)	ДРЛ-700	700	38,5	55,0	10 000	152	368
	ДРШ500М	500	22,5	45,0	600	45	190
Лампа натрие- вая низкого давления	ДРШ1000	1 000	53,0	53,0	100	58	232
	ДНаО140	140	9,8	70,0	2 000	75	560

* Осевая сила света в канделах.

Наименование	Тип	Мощность, Вт	Световой поток, кЛМ	Световая отдача, лм/Вт	Средний срок службы, ч	Размеры, мм	
						диаметр	длина
Лампа натриевая высокого давления	ДНат400-ХЛ2	400	46,0	115,0	7 000	62	255
Лампа металлогалогенная	ДРИ400-1	400	25,2	63,0	1 000	62	330
	ДРИ1000-1	1 000	80,0	80,0	1 000	80	405
	ДРИ-1000-2	1 000	65,0	65,0	1 000	80	405
	ДРИ2000-1	2 000	170,0	85,0	1 000	100	485
	ДРИ3500-1	3 500	300,0	86,0	1 000	100	485
Лампа ксеноновая дуговая в трубчатой колбе	ДКсТ5000	5 000	98,0	19,0	300	22	640
	ДКсТ10000	10 000	260	26,0	750 *	35	1260
	ДКсТ20000	20 000	694	34,7	500 *	35	1990
	ДКсТ50000	50 000	2230	44,6	600 *	42	2610

* При стабилизации напряжения средний срок службы может достигать 3000 ч.

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Осветительные приборы разделяют на приборы ближнего действия (светильники) и приборы дальнего действия (прожекторы).

Светильники, как правило, имеют более широкую кривую распределения силы света и предназначаются для освещения на относительно небольшие расстояния, не превышающие 20—30 м. Прожекторы предназначаются для освещения на большие расстояния и, как правило, устанавливаются на значительной высоте.

Приведенная классификация не всегда соблюдается заводами-изготовителями. Например, совершенно одинаковые по конструкции и светораспределению осветительные приборы ПКН и ИСУ названы по-разному: первый прибор назван прожектором, а второй, выпускаемый другим заводом, — светильником. Поэтому в дальнейшем, говоря об этих приборах, будем условно их называть «светильниками прожекторного типа».

В зависимости от назначения светильники подразделяются на светильники для внутреннего освещения (здесь не рассматриваются) и светильники для наружного освещения зданий.

Далее светильники подразделяются по типу источников света, для которых они рассчитаны. Тип источника света в значительной степени определяет конструкцию светильника. Так, например, выпускаются светильники для ламп накаливания (рис. 1-11) и резко отличающиеся от них светильники для люминесцентных ламп (рис. 1-12), а также для ламп ДРЛ (рис. 1-13).

В основу классификации светильников по их светотехническим характеристикам положено их светораспределение. В зависимости от соотношения светового потока, излучаемого в нижнюю и верхнюю полусферы пространства, все светильники делятся на пять классов. Светильники для наружного освещения делятся на два класса: прямого света и рассеянного света. К первому классу относится подавляющая часть светильников наружного

освещения, у которых не менее 90 % светового потока излучается в нижнюю полусферу пространства. Ко второму классу относится малочисленная группа светильников с венчающими рассеивателями из молочного стекла, используемых в основном при освещении садов и парков.

Почти все светильники наружного освещения, имеющие зеркальный отражатель или призматический преломлятель, имеют широкую или полуширокую кривую светораспределения, а светильники с венчающими рассеивателями — синусную кривую светораспределения.

По способу установки светильники подразделяются на подвесные (СПО, СПЗЛ, СПЗР), консольные (СКЗР, СКЗЛ) и венчающие (СВН, СВР). Эти наименования не требуют пояснения.

По степени защиты от влаги светильники подразделяются на водонезащищенные, защищенные, брызгозащищенные, каплезащищенные, струезащищенные, дождезащищенные, водонепроницаемые и герметические.

Конструкция брызгозащищенного светильника исключает возможность попадания на токоведущие части и колбу лампы брызг, падающих на светильник под углом, не превышающим 45°. К этому классу светильников относятся открытые снизу светильники наружного освещения серий СПО и СКЗ. Струезащищенная конструкция обеспечивает защиту при обливании светильника струей с любых направлений. К этому классу исполнения относятся большинство выпускаемых серий светильников наружного освещения, таких, как СКЗР, СЗП, СЗР, СКЗЛ и др. Водонепроницаемое исполнение обеспечивает защиту токоведущих частей и колб ламп от попадания влаги при погружении светильника в воду на ограниченное время.

Герметическое исполнение светильника допускает пребывание его в воде неограниченно долгое время. К таким светильникам относятся, например, лампы-фары типа АФ, применяемые при декоративном освещении фонтанов и бассейнов.

В соответствии с ГОСТ 13828—74 каждому типу осветительного прибора присваивается заводом-изготовителем определенное условное обозначение (шифр).

Структура шифра такова:

1	2	3	4	-	5	×	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

где 1 — буква, обозначающая источник света (Н — лампа накаливания общего применения; Р — ртутные лампы типа ДРЛ, Л — люминесцентные лампы, И — кварцевые галогенные лампы накаливания, Г — ртутные лампы типа ДРИ; Ж — натриевые лампы, К — ксеноновые лампы); 2 — буква, обозначающая способ установки осветительного прибора (С — подвесные, Б — настенные, П — потолочные, Т — венчающие); 3 — буква, обозначающая основное назначение светильника (У — для наружного освещения); 4 — двузначное число, обозначающее номер серии; 5 — цифра, обозначающая число ламп в осветительном приборе (для однопламповых приборов число 1 не указывается и знак умножения не ставится); 6 — цифра, обозначающая мощность ламп, Вт; 7 — трехзначная цифра, обозначающая номер модификации; 8 — буква и цифра, обозначающие климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69 (У или О — для районов с умеренным климатом, Т или 4 для районов с тропическим климатом).

Для светильников, выпуск которых освоен до введения ГОСТ 13828—74, сохраняется ранее действующий ГОСТ 13828—68.

В отличие от нового ГОСТ старая структура шифра имеет еще два дополнительных элемента обозначения (цифры 9 и 10).

Элементы шифра 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 и 10 по ГОСТ 13828—68 обозначают соответственно то же, что и элементы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 в шифре по ГОСТ 13828—74, но модификация (элемент 9) содержит не три, а две цифры (для однопламповых светильников дефис после номера серии исключается, цифра 1 не пишется, а мощность лампы указывается после знака умноже-

ния). Элемент 7 — буква, обозначающая характер светораспределения (П — прямого, Р — рассеянного света и т. д.). Элемент 8 — две цифры, обозначающие степень защиты (первая — от пыли, вторая — от воды).

Наряду с условным обозначением осветительным приборам могут дополнительно присваиваться наименования, например «Маяк-1», «Огонек-2» (см табл. 1-2).

Условные наименования осветительных приборов, освоенных до введения в действие ГОСТ 13828—68, присваивались заводами-изготовителями совершенно произвольно.

1-3. СВЕТИЛЬНИКИ

Светильники с лампами накаливания. Из ассортимента выпускаемых светильников с лампами накаливания, предназначенных для освещения наружных пространств, применяются светильники СПО-2-200, СПП-200М, СПО-200, СЗП-500М, НКУ01×200/ДОЗ-01, НКУ01×200/ШОЗ-02, СВ-300, СВ-500, НТУ01×200/С53-01-У1 и НТУ01×100/С53-01-У1.

Светильники подвесные открытые СПО-2-200 (рис. 1-11) и СПП-200М предназначены для освещения улиц, дорог и проездов на территориях фабрик и заводов. Они рассчитаны на установку ламп накаливания мощностью 150—200 Вт.

Светильники состоят из корпуса, изготовленного из чугуна или листовой стали, рефлектора и стеклянного призматического преломлятеля. Светораспределение светильников — симметричное, широкое. По способу установки они подвесные, подвешиваются к тросу над освещаемой территорией или к крошечной опоре, устанавливаемой вдоль дороги.

Светильник СПО-200 по конструктивному исполнению аналогичен СПО-2-200, но в нем вместо призматического преломлятеля установлен затенитель из молочного стекла, снизу открытый.

Светораспределение — симметричное, равномерное.

Светильник зеркальный призматический СЗП-500 (рис. 1-11) предназначен для освещения улиц, а также других открытых пространств и рассчитан на установку ламп накаливания мощностью 300 и 500 Вт. Корпус светильника изготовлен методом глубокой вытяжки из листовой декапированной стали. Внутренняя поверхность покрывается алюминием в вакууме и служит для светильника зеркальным отражателем. В нижней части корпуса крепится стеклянный преломлятель. В зависимости от типа применяемого преломлятеля светильник может создавать различное светораспределение: широкое симметричное (светильник СЗП-500С), несимметричное осевое (СЗП-500Ц), несимметричное боковое (СЗП-500Б) и несимметричное четырехстороннее (светильник СЗП-500П).

Открытые зеркальные консольные светильники НКУ01×200/ДОЗ-01 и НКУ01×200/ШОЗ-02 предназначены для освещения второстепенных улиц, внутриквартальных и фабрично-заводских территорий и рассчитаны на установку ламп накаливания мощностью 200 Вт. Корпус светильника изготовлен из листовой стали. Внутренняя поверхность, служащая отражателем, у первого типа светильника создает косинусное, почти круглосимметричное светораспределение, а у второго — широкое, несимметричное.

Светильники устанавливаются на консольных опорах под углом примерно 15° к горизонту при боковом расположении опор.

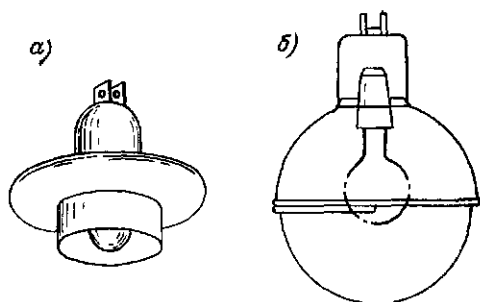


Рис. 1-11. Светильники с лампами накаливания: а — типа СПО-2-200, б — СЗП-500

Светильники венчающие СВ-300 и СВ-500 из молочного стекла предназначены для освещения скверов, парков и бульваров. Применяются иногда и для освещения тротуаров улиц. Они рассчитаны на применение ламп накаливания мощностью соответственно 300 и 500 Вт. Светораспределение — симметричное.

Светильники венчающие серии НТУ01 рассчитаны на лампу накаливания мощностью 200 Вт и имеют литой алюминиевый корпус, внутри которого смонтированы патрон и лампа. Светильник устанавливается на вертикальную трубу диаметром 80 мм и выпускается в двух модификациях: НТУ01×200/С53-01-VI («Маяк-2») и НТУ01×200/С53-02-VI («Огонек-2»). В зависимости от модификации светильник состоит из рассеивателя и диффузного отражателя («Огонек») или из двух рассеивателей («Маяк»).

Рассеиватели изготавливаются из молочного органического стекла или светостабилизированного полистирола, отражатель — из стеклопластика «премикс» или окрашенного листового алюминия. На практике светильники могут устанавливаться как на невысокой опоре, так и на кронштейне на стене здания.

Технические данные всех описанных светильников см. в табл. 1-2.

Светильники с люминесцентными лампами. Для освещения паружных пространств люминесцентными лампами применяются зеркальные светильники серий СПЗЛ (подвесные) и СКЗЛ (консольные), представленные на рис. 1-12. Каждая из этих серий состоит из трех светильников для ламп мощностью 3×40, 2×80 и 3×80 Вт.

Корпус и отражатель светильников изготавливается из листовой декарпированной стали. Отражатель покрывается алюминием в вакууме. Кожух и корпус уплотняются прокладкой из губчатой профильной резины. Светильники выпускаются как с индивидуальной компенсацией реактивной мощности, так и без нее (для использования в осветительных сетях с групповой компенсацией). Рассеиватели изготавливаются из полиметилметакрилата. ПРА встраиваются в корпус светильника.

Из группы венчающих светильников для люминесцентных ламп используется светильник типа СВЛ, аналогичный описанному выше светильнику СВ.

Светильники с натриевыми лампами. Для натриевых ламп разработаны светильники типов ЖКУ02×400/БПЗ-01, СВН-300, СКЗН-140 и СКЗНР-140/250 (рис. 1-13).

Зеркально-призматический консольный светильник ЖКУ02×400/Б53-01 выполнен в пылеозащитном исполнении и имеет боковое симметричное светораспределение. Зажигающее импульсное устройство вмонтировано в корпус светильника.

Светильник венчающий СВН-300 конструктивно аналогичен светильникам СВ и СВР, а светильник СКЗН-140 — светильнику СКЗР.

Одним из вариантов применения натриевых ламп для освещения паружных пространств является совместное использование их с каким-либо другим источником света. По данным исследования, проведенного Т. Л. Флоридой, хороший результат дает объединение натриевой лампы с лампой ДРЛ при равенстве значений их световых потоков. Это условие соответствует мощности 140 Вт для натриевой лампы и 250 Вт для лампы ДРЛ. На этой основе был разработан светильник СКЗНР-140/250.

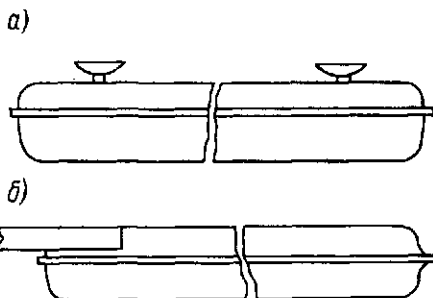
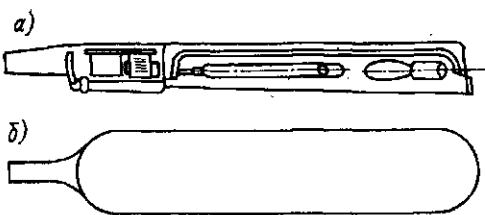


Рис. 1-12. Светильники с люминесцентными лампами: а — типа СПЗЛ-3×80; б — СКЗЛ-2×80

Светильники с лампами ДРЛ и ДРИ. Для ламп ДРЛ выпускается много типов светильников, предназначенных для освещения улиц городов и территорий различного назначения. Эти светильники бывают подвесного и консольного типа.

К группе подвесных светильников относятся светильники СППР-125, СПОР-250 и СЗПР-250.

Наиболее простой из них — светильник подвесной типа СППР-125 (рис. 1-14, а) с диффузным отражателем и



призматическим открытым преломлятелем. Он предназначен для освещения улиц категорий Г и Д, парков и территорий различного назначения и рассчитан на установку лампы ДРЛ-125. Блок ПРА размещен в верхней части корпуса. Нижняя поверхность отражателя окрашена белой атмосферостойкой эмалью. Светораспределение светильника — широкое, симметричное.

Рис. 1-13. Светильник типа СКЗНР-140/250 с лампами ДРЛ (а) и натриевой (б)

Светильник подвесной открытой СПОР-250 (рис. 1-14, в) предназначен для использования четырехламповых ламп ДРЛ-250. Корпус изготовлен из алюминиевого сплава, рассеиватель — из силикатного накладного молочного стекла. Блок ПРА встроен в верхнюю часть корпуса. Светораспределение — симметричное, полуширокое.

Светотехнически более совершенными являются подвесные светильники серии СЗПР-250 с зеркальными рефлекторами и с призматическими прелом-

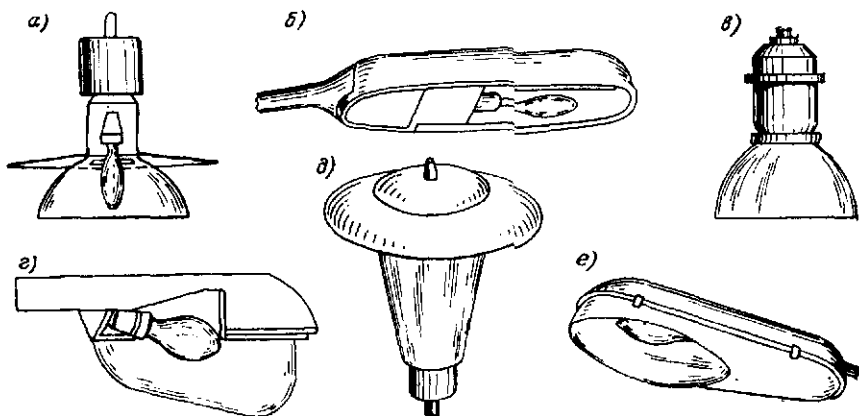


Рис. 1-14. Светильники с лампами ДРЛ: а — типа СППР-125; б — СКЗР-250; в — СПОР-250; г — СКЗПР-500; д — СВР-250; е — РКУ-250

лителями. Аналогично светильникам СЗПР-250 выполняются и светильники СЗП-250 (см. рис. 1-11). Блок ПРА у светильника СЗПР-250 выносной, устанавливается отдельно на опоре или тросовой растяжке. Призматические преломлятели изготавливаются четырех типов, их выбор предопределяет светораспределение светильника: симметричное (СЗПР-250С), несимметричное боковое (СЗПР-250Б), несимметричное осевое (СЗПР-250Ц) и несимметричное четырехстороннее (СЗПР-250П).

К светильникам консольного типа относятся светильники серии СКЗР, РКУ и СКЗПР. Устанавливаются они на опорах с консолями под углом 15° к горизонту.

Из серии СКЗР выпускаются светильники СКЗР-250 (рис. 1-14), СКЗР2×250 и СКЗР3×125, рассчитанные на одну, две и три лампы ДРЛ. Корпус светильника изготовлен из листовой декапированной стали. Зеркальные отражатели, выполненные из листовой стали, зеркализуются методом алюминирования в вакуумс. Блок ПРА встроен в светильник. Светильник служит для освещения улиц категорий А и Б, а также для территорий различного назначения. Светораспределение светильника — несимметричное, боковое, широкое.

Таблица 1-2

Технические характеристики светильников

Тип светильника	Тип лампы	КПД, %	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
СПО-2-200	Г220-200	70	335×300	4,3
СПП-200М	Г220-200	70	450×320	6,0
СПО-200	Г220-200	65	335×300	4,0
СЗП-500М	Г220-500	70	350×350	8,0
НКУ01×200/ДОЗ-01	Г220-200	70	800×200	10,0
НКУ01-200/ДОЗ-02	Г220-200	70	800×200	10,0
СВ-300	Г220-300	65	600×600	10,0
СВ-500	Г220-500	65	650×600	11,0
НТУ 01×200/С53-01-VI	Г220-200	60	426×410	3,2
(«Маяк-2»)				
НТУ 01×200/С53-02-VI	Г220-200	60	434×350	3,2
(«Огонек-2»)				
СПЗЛ3×40М	ЛБ-40	60	1430×346	14,0
СПЗЛ2×80М	ЛБ-80	60	1740×302	17,0
СПЗЛ3×80М	ЛБ-80	70	1740×360	28,0
СКЗЛ3×40М	ЛБ-40	60	1470×255	20,0
СКЗЛ2×80М	ЛБ-80	60	1770×208	26,0
СКЗЛ3×80М	ЛБ-80	70	1770×208	28,3
СППР-125М	ДРЛ-125	70	450×380	10,0
СПОР-250	ДРЛ-250	70	350×460	12,0
СЗПР-250	ДРЛ-250	70	350×500	7,0
СКЗР-125	ДРЛ-125	70	860×148	8,5
СКЗР-250	ДРЛ-250	70	860×148	8,5
СКЗР2×250	ДРЛ-250	70	1282×163	20,0
СКЗР3×125	ДРЛ-125	70	1582×163	21,0
РКУ 01×250/БОЗ-04	ДРЛ-250	70	855×205	14,5
РКУ 01×400/БОЗ-03	ДРЛ-400	70	855×205	14,5
СКЗПР-400	ДРЛ-250, ДРЛ-400	60	730×300	15,5
СВР-125	ДРЛ-125	63	675×600	12,7
СВР-250	ДРЛ-250	63	675×600	13,0
РТУ 01×125/С53-01-VI	ДРЛ-125	60	426×530	7,0
(«Маяк-1»)				
РТУ 01×125 С53/02 VI	ДРЛ-125	60	434×470	7,2
(«Огонек-1»)				
ЖКУ 04×400/Б53-01	ДНаТ-400	65	1100×330	26,0
СКЗН-140	ДНаО-140-2	70	1582×163	22,0
СКЗНР-140/250	ДНаО-140-2	70	1582×163	22,0
СПОГ-250	ДРИ-250	75	350×520	11,0

Светильники более новой серии РКУ (рис. 1-14, е) пока существуют двух типов: РКУ01×250/БОЗ-04 для ламп ДРЛ-250 и РКУ01×400/БОЗ-03 для ламп ДРЛ-400. Светильники открытые зеркальные с встроеным блоком ПРА. Предназначены они для освещения улиц городов, внутриквартальных и фабрично-заводских территорий. Светораспределение — несимметричное, боковое, широкое.

Более рациональным по светораспределению является светильник СКЗПР-500 (рис. 1-14, з). Это светильник консольный зеркальный с прismaticким преломителем для ламп ДРЛ-250 и ДРЛ-400. Светораспределение — широкое, несимметричное, боковое. Светильник предназначен для освещения улиц категорий Б и В, территорий промышленных предприятий. Блок ПРА — выносной.

Для освещения бульваров, парков, а также тротуаров в ряде случаев применяются венчающие светильники из молочного стекла СВР-125 и СВР-250, РТУ01×125/С53-01-VI («Маяк-1») и РТУ01×125/С53-02-VI («Огонек-1») соответственно для ламп ДРЛ-125 и ДРЛ-250. Светораспределение светильников — симметричное, рассеянное; блок ПРА — встроеный.

Для ламп ДРИ-250 разработан светильник типа СПОГ-250, аналогичный светильнику СПОР-250. Это светильник подвесной с затенителем из молочного стекла, снизу открытый, симметричного светораспределения, со встроеным блоком ПРА и импульсным зажигающим устройством.

Технические характеристики светильников приведены в табл. 1-2.

1-4. ПРОЖЕКТОРЫ И СВЕТИЛЬНИКИ ПРОЖЕКТОРНОГО ТИПА

Отечественная промышленность выпускает прожекторы и светильники прожекторного типа следующих серий: для ламп накаливания — ПЗС, ПЗМ, ПСМ и ПФС; для галогенных ламп накаливания — ПКН, ИСУ и ИТЖ; для ламп ДРЛ — ПЗР; для ламп ДРИ — ПЗИ, ПГЦ и ПГП; для ламп ДРШ — ПФР; для ксеноновых ламп — СКсН-10 000, ОУКсН-20 000, ОУКсНФ-50 000, ККУ01×20 000/НОО-01, ККУ04×20 000/К×3-02, ОУЖКс-20 000.

Конструкция некоторых прожекторов допускает применение в них и других источников света. Например, в прожекторы типа ПЗС и ПСМ можно устанавливать лампы ДРЛ и ДРИ.

Технические характеристики прожекторов см. в табл. 1-3.

Прожекторы для ламп накаливания. Прожекторы серии ПЗС выпускаются трех модификаций: ПЗС-45, ПЗС-35 и ПЗС-25. Эти прожекторы наименее совершенные, но наиболее распространенные и дешевые, выпускаются промышленностью серийно.

Прожектор ПЗС-45 состоит из корпуса, отражателя, рамы с плоским защитным стеклом, лиры с опорной плитой, фокусирующего приспособления и вентиляционного устройства (рис. 1-15). Корпус прожектора изготавливается из листовой стали. На передней части корпуса имеется рама, связанная с корпусом шарниром. Рама служит оправой для защитного стекла. Лира дает возможность наклонять прожектор вниз на 45° и вверх на 80° от горизонтального положения. Закрепленные прожектора под необходимыми углом наклона производится ручкой стопора лиры. Опорная плита треугольной формы имеет три отверстия для крепления прожектора на установочной площадке. Отражатель прожектора — стеклянный, параболической формы, с тыльной стороны покрыт слоем серебра, защитным лаком. Рабочий диаметр отражателя равен 450 мм, наружный — 467 мм, толщина 5 мм. Фокусное расстояние 90 мм. Защитное стекло прозрачное, плоское, термостойкое, толщиной 3,5—4,0 мм, диаметром 496 мм. Вентиляционное устройство выполнено в виде двух (нижней и верхней) лабиринтовых коробок. Для точной установки лампы в фокусе отражателя прожектор имеет специальное фокусирующее устройство, управление которым выведено на наружную часть корпуса. Патрон фарфоровый под резьбовой цоколь Е-40. Прожектор рассчитан на лампы общего назначения мощностью 1000 Вт. Возможно применение такой же лампы мощностью 1500 Вт или ламп ДРЛ мощностью 250, 400 и 700 Вт.

Конструкции прожекторов ПЗС-35 и ПЗМ-35 аналогичны и отличаются только исполнением отражателей и деталями крепления. Эти прожекторы рассчитаны на применение ламп накаливания общего назначения мощностью 500 Вт, но в них могут также устанавливаться лампы ДРИ-700.

Прожектор ПЗС-35 имеет стеклянный параболической формы отражатель с фокусным расстоянием, равным 90 мм; ПЗМ-35 — прожектор стальной, хромированный и полированный (фокусное расстояние то же).

Прожектор ПЗС-25 состоит из стального штампованного корпуса, крышки с защитным стеклом, отражателя, патрона и фокусирующего устройства. Отражатель — стальной, омедненный, хромированный, полированный, параболической формы, с фокусным расстоянием 80 мм. Защитное стекло — прозрачное, толщиной 5 мм. Фокусировка производится вращением винта

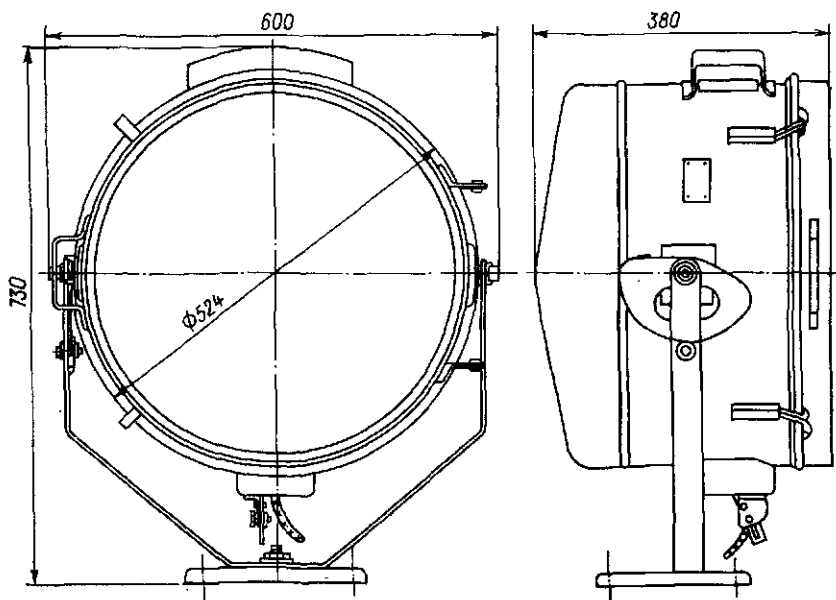


Рис. 1-15. Прожектор ПЗС-45

с помощью отвертки. Голозка винта вынесена наружу корпуса. Для крепления прожектора имеется скоба с отверстием. Скоба дает возможность закрепить прожектор с любым наклоном в вертикальной плоскости — вверх до 80° и вниз до 45° . Прожектор имеет патрон под резьбовой ламповый цоколь Е-27 и рассчитан на применение ламп общего назначения мощностью 200 Вт.

Прожекторы со средним значением светораспределения и с металлическим отражателем серии ПСМ изготавливаются трех модификаций: ПСМ-50, ПСМ-40 (рис. 1-16) и ПСМ-30, соответственно для ламп общего назначения мощностью 1000, 500 и 200 Вт. Цифры 50, 40 и 30 в обозначении типа светильника означают диаметр выходного отверстия в сантиметрах. Прожекторы типа ПСМ-50 и ПСМ-40 выпускаются двух видов: ПСМ-50-1 и ПСМ-50-2 (ПСМ-40-1 и ПСМ-40-2), отличающихся между собой только установленными в них патронами для ламп. Прожекторы ПСМ-50-1 и ПСМ-40-1 предназначены для ламп накаливания общего назначения мощностью 1000 и 500 Вт и имеют среднее значение светораспределения. В прожекторы ПСМ-50-2 и ПСМ-40-2 устанавливаются лампы прожекторного типа ПЖ 220-1000 и ПЖ 220-500, что обеспечивает создание узкого кон-

центрированного распределения света. В прожекторы типа ПСМ-50-1 можно также устанавливать лампы ДРЛ мощностью 250, 400 и 700 Вт. Разница в светораспределении в зависимости от типа лампы указана в табл. 1-3.

Корпус (отражатель) прожектора изготавливается из чистого алюминия. Внутренняя его поверхность доводится до зеркального состояния путем шлифовки, полировки и анодирования. Снаружи прожектор окрашен серебряной краской. Защитное стекло — купольное или плоское, термостойкое. Основание — стальное штампованное. Прожектор может поворачиваться в горизонтальной плоскости на угол $\pm 360^\circ$, а в вертикальной плоскости — вверх до 80° , вниз до 45° .

Прожекторы этой серии заменяют более тяжелые прожекторы серий ПЗС, а вместе с прожекторными лампами могут заменять прожекторы серии ПФС-45-1 без рассеивателя.

Прожекторы фасадные среднего светораспределения выпускаются двух типов: ПФС-45 (рис. 1-17) и ПФС-35. Конструктивно они аналогичны и представляют собой светооптические приборы, в которых используются в качестве источников света специальные прожекторные лампы накаливания типа ПЖ220-1000 (в прожекторах ПФС-45) и ПЖ220-300 или ПЖ220-500 (в прожекторах ПФС-35). В прожекторах применяются патроны типа 1Ф-С51, имеющие специальное фокусирующее приспособление.



Рис. 1-16. Прожектор ПСМ-40

Оптическая система прожекторов состоит из стеклянного параболического отражателя, прессованного рассеивателя и защитного стекла. Фокусное расстояние отражателя для прожектора ПФС-45 равно 90 мм, для ПФС-35 — 106 мм, а диаметр соответственно равен 45 и 35 см. В зависимости от назначения прожекторы изготавливаются нескольких модификаций: направленного света (ПФС-45-1), с малой асимметрией угла рассеяния в вертикальной плоскости (ПФС-35-2, ПФС-45-2),

с большой асимметрией угла рассеяния в вертикальной плоскости (ПФС-35-3 и ПФС-45-3), с большой асимметрией угла рассеяния в горизонтальной плоскости (ПФС-35-4).

Прожекторы имеют угол поворота в вертикальной плоскости от -30° до $+90^\circ$ и вращаются вокруг оси в горизонтальной плоскости на 360° . Исполнение брызгонепроницаемое.

Опорная плита имеет форму и разметку отверстий под крепежные болты, как и опорная плита прожектора ПЗС-45.

Прожекторы для галогенных ламп накаливания выпускаются трех серий: ПКН, ИСУ и ИТЖ.

Прожектор ПКН изготавливается двух типов: ПКН-1000 и ПКН-1500 соответственно для ламп КГ-1000 и КГ-1500 Вт. Корпус выполняется из алюминия. Эти прожекторы имеют прямоугольное выходное отверстие и соответственно создают примерно прямоугольное световое пятно на освещаемой территории. Освоен выпуск четырех модификаций прожекторов ПКН. Прожекторы ПКН-1000-1 и ПКН-1500-1 (для ламп мощностью 1000 и 1500 Вт) имеют небольшой угол рассеяния в вертикальной плоскости и предназначены для создания высоких освещенностей на ограниченной территории. Отражатель этих типов прожекторов имеет гладкую зеркальную поверхность из чистого алюминия. Прожекторы ПКН-1000-2 и ПКН-1500-2 (рис. 1-18) имеют зеркальный рифленый отражатель и большой угол рассеяния в вертикальной плоскости. Это даст возможность создать равномерное освещение

территории. Выходное отверстие прожекторов защищено термостойким защитным стеклом. Прожектор может поворачиваться в горизонтальной плоскости на 360° и в вертикальной плоскости вниз до 45° и вверх до 90° .

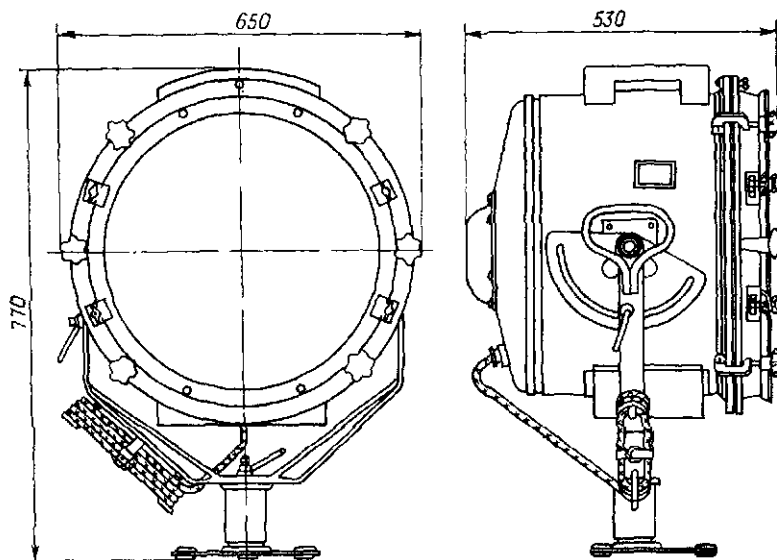


Рис. 1-17. Прожектор ПФС-45

Светильники прожекторного типа серии ИСУ выпускаются для галогенных ламп накаливания мощностью 2 и 5 кВт. Светильник типа ИСУ01Х \times 2000/К-63-01 рассчитан на лампу КГ-220-2000-4, а по устройству и внешнему виду аналогичен прожектору серии ПКН. Он выполнен в пылебрызгозащищенном исполнении. Корпус литой из алюминиевого сплава, отражатель алюминиевый алязакированный, защитное стекло из закаленного сталинита. Рассчитан для установки в среде с температурой от -40 до $+40^\circ\text{C}$. Имеется специальный винт для заземления. Светильник крепится на лире, которая обеспечивает поворот в горизонтальной и вертикальной плоскостях на угол до 360° .

Лампы в светильниках должны располагаться горизонтально, отклонение допускается не более чем на $\pm 4^\circ$. Светильники могут быть установлены на специальной трубчатой конструкции по несколько штук, образуя осветительное устройство типа «Никулос» (рис. 1-19). В зависимости от количества собранных трубчатых секций имеется 5 типов установок «Никулос» с индексами 1, 2, 3, 4 и 5 соответственно на 2, 4, 6, 8 и 10 светильников. Длина установки 1,25 м и ширина 0,6 м, высота (в зависимости от числа рядов светильников) равна 0,845—3 м.

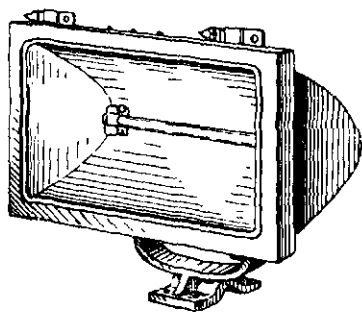


Рис. 1-18. Светильник ПКН-1500

Светильник ИСУ02×5000К-03-01 запроектирован для ламп КГ-220-5000-1. Светильник открытого исполнения состоит из штампованного сварного корпуса, зеркального алмазакрированного алюминиевого отражателя, узла подключения и узла установки. Лира, на которой установлен светильник, допускает поворот на 360° в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Имеющийся лимб позволяет контролировать точность направления оптической оси светильника.

Светильники эксплуатируются при температуре окружающей среды от -50 до $+45^\circ\text{C}$.

Светильники серии ИТЖ разработаны в Центральном научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта для освещения территорий станций. Серия состоит из трех типов светильников. Светильник ИТЖ01×2000/БОО-02 предназначен для галогенных ламп мощностью 1; 1,5 и 2 кВт. Установка ламп разной мощности в один и тот же светильник обеспечивается изменением фиксации положения патронов. Светильник открытый, имеет концентрированное светораспределение.

Светильник ИТЖ01×5000(10 000)-002-VI аналогичен предыдущему и рассчитан на установку галогенных ламп мощностью 5 или 10 кВт.

Оба эти светильника имеют коэффициент усиления до 18.

Третий тип светильника — ИТЖ-10 000-VI — рассчитан для галогенных ламп мощностью 10 кВт и отличается от первых двух типов двусторонним действием. Коэффициент усиления его соответственно меньше.

Светильник для ламп 20 кВт разработан в научно-исследовательском институте строительной физики.

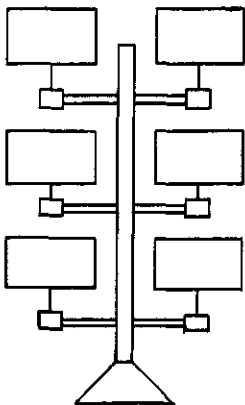


Рис. 1-19. Осветительное устройство «Никюс» на шесть светильников

Пржекторы для ламп ДРЛ. Они аналогичны прожекторам серии ПСМ и дополнительно комплектуются соответствующей пускорегулировочной аппаратурой. Разработаны в трех модификациях: ПЗР-250, ПЗР-400 и ПЗР-700, соответственно для ламп ДРЛ мощностью 250, 400 и 700 Вт. Светотехнические их характеристики мало отличаются от характеристик прожекторов ПСМ с лампами ДРЛ.

Пржекторы для ламп ДРИ. Пржекторы типа ПЗИ-700 сконструированы на основе прожекторов ПСМ.

Пржекторы типа ПГЦ и ППП разработаны для освещения стадионов. Пржектор ППП эффективен также и для освещения карьеров и строительных площадок. Он имеет литой алюминиевый корпус, к которому крепятся параболический отражатель, защитное стекло и предохранительная сетка. Внутри корпуса размещены патрон и держатель. В нижней части корпуса укреплен блок мгновенного перезажигания. К корпусу крепится лира с поворотным устройством, обеспечивающим его поворот на 360° в горизонтальной плоскости и на $\pm 60^\circ$ в вертикальной плоскости. При замене ламп и чистке отражателя задняя часть корпуса откидывается. Все уплотнения в прожекторах выполнены из силиконовой резины. Пржекторы могут работать как внутри помещений, так и на открытом воздухе при температуре окружающей среды от -40 до $+40^\circ\text{C}$.

При освещении территорий не спортивного назначения установка блока мгновенного перезажигания не требуется.

Пржекторы для ламп ДРШ. Выпускается прожектор ПФР-45 для ртутных ламп сверхвысокого давления мощностью 500 Вт в четырех модификациях: прожектор ПФР-45-1 без рассеивателя (с защитным стеклом) имеет узкий световой пучок и предназначен для освещения объектов, находящихся на значительном удалении от прожектора; прожектор ПФР-45-2 имеет рассеиватель, создающий широкий световой пучок, развернутый в горизонтальной

плоскости; у ПФР-45-3 — рассеиватель, создающий широкий световой пучок в вертикальной плоскости; у ПФР-45-4 то же в горизонтальной и вертикальной плоскости.

Корпус прожектора изготовлен из листовой стали, отражатель — стеклянный параболический диаметром 45 см с тыльной зеркальной поверхностью. Фокусное расстояние 90 см. При эксплуатации лампа должна находиться в вертикальном положении. Для включения лампы на прожекторе установлено специальное поджигающее устройство. Дроссель, обеспечивающий нормальный режим горения лампы, помещается в отдельной стальной коробке. Для уменьшения слепящего действия прожектор снабжен жалюзи.

Прожектор может поворачиваться в горизонтальной плоскости на $\pm 360^\circ$, в вертикальной плоскости — вверх до 90° и вниз до 45° .

Светильники прожекторного типа СЗЛ предназначены для зеркальных ламп накаливания (рис. 1-20), рассчитаны на установку ламп мощностью 300 Вт и являются по существу только конструкцией, ограждающей лампу от механических повреждений и попадания на нее влаги. Светильник имеет защитное стекло и крепится на лире, дающей возможность поворачивать светильник в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

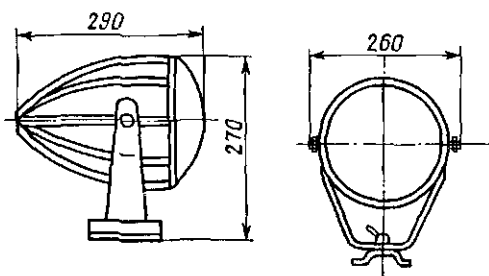


Рис. 1-20. Светильник СЗЛ-300

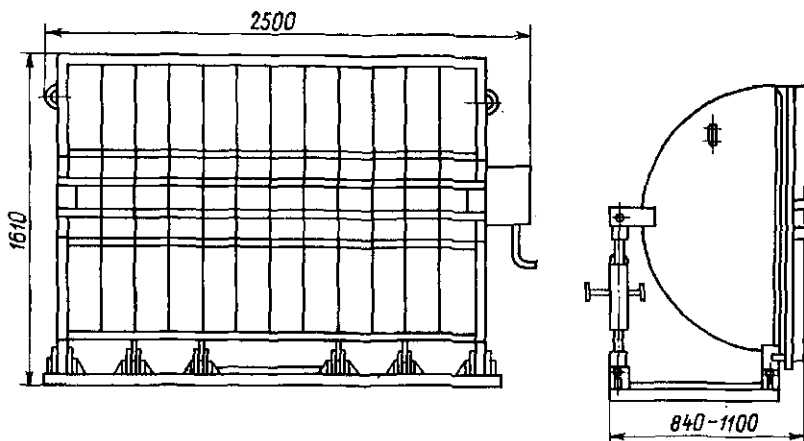
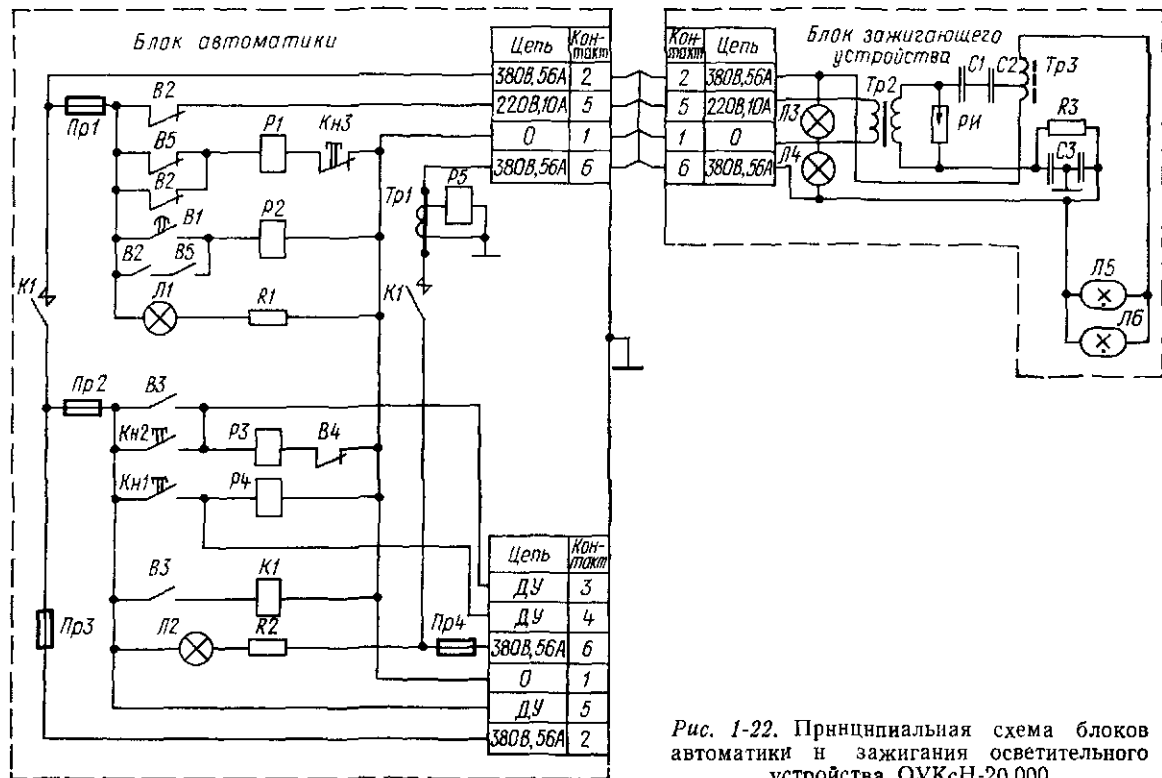


Рис. 1-21. Осветительное устройство ОУКсН-20 000 с лампами ДКсТ 20 000

Светильники с ксеноновыми лампами. Осветительные устройства с ксеноновыми лампами (ОУ) предназначаются для наружного освещения больших площадей.

Устройства состоят из трех элементов: корпуса светильника, пускового устройства и ксеноновой лампы мощностью 10, 20 или 50 кВт.

Наибольшее распространение получили ОУКсН-20 000 с лампой мощностью 20 кВт. В комплект входят светильник с двумя ксеноновыми лампами



типа КДСТ-20 000 (основная и резервная) и пусковое устройство, состоящее из блока автоматики БА, блока зажигающего устройства ЗУ и соединительного кабеля.

Светильник, входящий в комплект ОУКсН-20 000 (рис. 1-21), представляет собой корытообразную конструкцию с параболо-цилиндрическим отражателем из полнорованной листовой нержавеющей стали марки Х18Н9Т или Х18Н10Т. Он установлен на раме и может поворачиваться и закрепляться под необходимым углом наклона. Блок зажигающего устройства жестко закреплен на корпусе светильника.

Блок зажигания ЗУ (рис. 1-22) содержит цепь поджига, создающую импульсы поджига и состоящую из трансформатора $Tr2$, разрядника PI , конденсаторов $C1$ и $C2$, импульсного трансформатора $Tr3$, а также содержит помехозащитный фильтр (конденсатор и резистор).

Блок автоматики БА (рис. 1-22) содержит силовую цепь электропитания и цепь управления. Цепь электропитания состоит из предохранителей $Pr3$, $Pr4$, контактора $K1$ и трансформатора тока для питания цепи реле. Цепь управления состоит из реле времени $P1$ (для создания выдержки времени работы цепей поджига), промежуточного реле $P2$ (для автоматической подачи сигнала поджига резервной лампы в случае выхода из строя основной лампы) и промежуточного реле $P4$ (для подачи команды на отключение СУ). Кроме того, имеются кнопки $Kn3$ для подачи дополнительной команды на поджиг, $Kn2$ для включения и $Kn1$ для отключения ОУ. В блоке установлены сигнальные лампы $L1$ (для сигнализации о подаче питания к ксеноновой лампе) и $L2$ (для сигнализации о наличии сетевого питания), а также предохранители $Pr1$ и $Pr2$ (для защиты цепей поджига и управления блока).

Процесс зажигания лампы происходит следующим образом. После подачи напряжения со шита на БА загорается сигнальная лампа $L2$. При нажатии $Kn2$ срабатывает $P3$, замыкается цепь контактора $K1$ и становится на самоблокировку. Срабатывает контактор $K1$, подавая питание к лампам $L5$ и $L6$ через трансформатор $Tr1$ к реле $P1$. С подачей напряжения на блок ЗУ конденсаторы $C1$, $C2$ заряжаются до напряжения пробоя воздушного зазора разрядника. Цепь разряда состоит из конденсаторов $C1$ и $C2$, разрядника PI и первичной обмотки трансформатора $Tr3$. На выходе трансформатора $Tr3$ формируются высоковольтные высокочастотные импульсы напряжения, которые накладываются на сетевое напряжение, подводимое к лампам $L5$ и $L6$; далее схема продолжает работать и отключается так, как было описано выше. Если одна из двух ламп не зажжется, то размыкающий контакт реле $P5$ будет удерживать реле времени под напряжением. Через 9 с реле времени $P1$ замыкает замыкающий контакт в цепи реле $P2$, последнее отключит генератор импульсов поджига, который контактом реле $P1$ будет удерживаться далее в отключенном состоянии. В цепи катушки реле времени предусмотрена размыкающая кнопка для повторной подачи поджигающего импульса на лампу с места установки блока БА. Если в течение 9 с не произойдет зажигания одной из ламп, необходимо нажатием кнопки $Kn1$ выключить сетевое напряжение, увеличить зазор разрядника PI (увеличить напряжение поджига вращением контакта на 2—4 фиксированных положения по часовой стрелке), а затем произвести повторный поджиг.

ОУКсНФ-50 000 для ламп ДКСТ мощностью 50 кВт принципиально не отличается от осветительного устройства для ламп 20 кВт.

Осветительные устройства с лампами ДКСТ работают при влажности воздуха до 95 % и температуре окружающего воздуха от -50 до $+40$ °С.

Устройство СКсН-10 000 имеет возможность поворачиваться в вертикальной плоскости вверх на угол 20° и вниз на угол до 30° с фиксацией при любых значениях углов в указанных пределах. В горизонтальной плоскости светильник поворачивается на 360° с фиксации положения через каждые 10° . Устройство ОУКсН-20 000 поворачивается только в вертикальной плоскости вверх на угол 8° и вниз на угол 25° с фиксацией при любых значениях углов в указанных пределах. Устройство ОУКсН-50 000 поворачивается только в вертикальной плоскости вниз в пределах угла 20° . При необходимости наклона отражателя за пределами допустимых углов поворота световой прибор

Технические характеристики прожекторов

Тип прожектора	Тип лампы	Максимальная сила света, кид	Угол рассеяния, ...		Размеры, мм			Масса, кг
			в горизонтальной плоскости	в вертикальной плоскости	высота	ширина	длина	
ПСМ-50-1	Г220-1000	120	21	21	650	545	640	10
	ДРЛ-700	52	74	90				
	ДРЛ-400	19,5	74	90				
ПСМ-50-2	ПЖ 220-1000	640	9	9				
ПСМ-40-1 ПСМ-40-2	Г220-500	70	19	19	560	435	530	8
	ПЖ 220-500	280	9	9				
ПСМ-30-1 ПЗР-250 ПЗР-400 ПЗИ-700	Г220-200	33	16	16	440	340	430	6
	ДРЛ-250	11	60	60	560	430	475	16
	ДРЛ-400	19	60	60	570	535	575	18
	ДРИ 700	700	10	10	650	545	600	10
ПЗС-45	Г220-1000	130	26	24	730	600	380	21
	Г220-1500	225	25	26				
	ДРЛ-700	30	100	100				
	ДРЛ-400	14	84	90				
ПЗС-35 ПЗС-25 ПЗМ-35 ПЗМ-25	Г220-500	50	21	19	580	460	290	10
	Г220-200	16	16	12	480	360	250	8
	Г220-500	40	30	20	580	469	290	10
	Г220-200	10	8	8	480	360	250	8

ПКН-1000-1 ПКН-1000-2	КГ220-1000-5 КГ220-100-5	52 30,5	92 90	18 40	410	345	225	9
ПКН-1500-1 ПКН-1500-2	КГ220-1500 КГ220-1500	90 45,5	92 106	20 54	410	400	225	10
ИСУ 01×2000/К-63-01 ИСУ 02×5000/К-03-02	КГ220-2000-4 КГ220-5000-1	71 200	100 100	35 65	440 560	252 267	535 745	16 14
ПГП-400 ПГП-1000	ДРИ 400 ДРИ 1000	540 1000	10 17	10 17	720	850	975	50
ПГП-2000 ПГП-3500	ДРИ 2000 ДРИ 3500	1800 3000	18 18	18 18	960	910	1150	68
ПГЦ-400-1 ПГЦ-400-2 ПГЦ-1000-1 ПГЦ-1000-2	ДРИ 400 ДРИ 400 ДРИ 1000 ДРИ 1000	50 18 150 50	75 100 78 100	20 80 20 80	700	400	730	40
ПГЦ-2000-1 ПГЦ-2000-2 ПГЦ-3500-1 ПГЦ-3500-2	ДРИ 2000 ДРИ 2000 ДРИ 3500 ДРИ 3500	500 120 800 200	80 100 80 100	20 80 20 80	825	435	795	50
СКсН-10 000 ОУКсН-20 000 ОУКсНФ-50 000 ККУ 01×20 000/НОО-01 ККУ 01×20 000/КХЗ-02	ДКсТ 10 000 ДКсТ 20 000 ДКсТ 50 000 ДКсТ 20 000 ДКсТ 20 000	165 650 1300 120 600	135 95 140	24 10 40	1040 1616 2700 900 1100	675 840 1650 540 635	1925 2500 3700 2370 2500	180+40* 330+40* 420+100* 170+40

* Второе число показывает массу отдельно устанавливаемого пускового устройства.

устанавливается под требуемым углом за счет наклона опорной конструкции.

Светильник типа ОУЖКс-20 000 — это светильник двустороннего действия. Имеет две ксеноновые лампы ДКСТ-20 000 (одна из них рабочая, другая резервная). Применяется для освещения сортировочных горок и путей железнодорожных станций, а также может быть использован для освещения различных площадок. Блок ЗУ прикреплен к светильнику, блок автоматики смонтирован отдельно и устанавливается в нижней части мачты. Максимальная сила света направлена влево и вправо под углом 78°.

В целях дальнейшего совершенствования осветительных устройств с ксеноновыми лампами ведутся работы по увеличению срока службы ламп до 2000 ч и облегчению конструкции светильников. Разрабатываются также схемы пусковых устройств, обеспечивающих одновременное зажигание группы светильников.

Для питания осветительных устройств с лампами ДКСТ применяется система трехфазного тока промышленной частоты напряжением 380/220 В. Лампы мощностью 10 кВт включаются на фазное напряжение 220 В. Лампы мощностью 20 и 50 кВт включаются на линейное напряжение.

В этом случае кроме фазных проводов прокладывается также нейтральный провод, чтобы обеспечить напряжение 220 В для питания зажигающего устройства.

В качестве аппаратов защиты для линий, питающих лампы 10 и 20 кВт, устанавливаются трехполюсные автоматы на 100 А с комбинированным расцепителем на 80 А. Световой прибор с лампой 50 кВт подключается через трехполюсный автомат на 200 А с комбинированным расцепителем на 150 А. Применение вместо трехполюсного автомата трех однополюсных автоматов из соображений техники безопасности не разрешается. Сечение нейтральных проводов должно быть равно сечению фазных проводов. Коэффициент мощности при расчетах принимается равным 0,95. Корпуса светильника и блоков автоматики должны быть надежно заземлены.

Технические характеристики прожекторов и светильников прожекторного типа приведены в табл. 1-3.

1-5. КРИТЕРИИ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Источники света характеризуются следующими параметрами: световой отдачей; сроком службы; частотой излучения; зависимостью от температуры окружающей среды; размерами светящего тела; допустимостью отклонений от нормального положения; возможностью быстрого перезажигания в случаях отключения. Имеет значение также стоимость (цена) и возможность приобретения источника света.

Все эти характеристики должны рассматриваться в совокупности, причем в различных случаях наиболее важной из них может стать любая, что зависит от характеристики освещаемых объектов.

Световая отдача является основным экономическим показателем источников света. Однако этот показатель следует обязательно рассматривать в совокупности со сроком службы и стоимостью. Так, например, при сопоставлении этих показателей для ртутно-люминофорных и металлогалогенных ламп было установлено, что более дорогие металлогалогенные лампы ДРИ конкурируют с лампами ДРЛ при условии, если срок службы ламп ДРИ составляет не менее 2,5—4,0 тыс. ч.

Срок службы не должен рассматриваться изолированно от других параметров. Так, если лампа высокой эффективности, но малого срока службы, применяется, например, в установках сезонного характера или редко включаемых, то малый срок службы часто не является недостатком, так как лампы все равно устанавливаются запово каждый сезон.

Цветность излучения лампы является важным, но трудно оцениваемым качеством. Во всех случаях желательно, чтобы источник света имел сплошной спектр излучения, так как сколько-нибудь существенные излучения спек-

ральных линий неизбежно приводят к селективному выявлению тех или иных цветов. Однако это зависит не только от цветности излучения, но и от цветности освещаемых объектов или их частей. В ряде случаев цветопередача не играет существенной роли и тогда даже чисто линейчатый спектр может считаться достаточно удовлетворительным, в особенности, если лампа высокоэкономична (например, лампа ДНаО). В других случаях качество цветопередачи бывает существенным лишь по отношению, скажем, к передаче цвета человеческого лица, а цвет остальных объектов может и искажаться. Такому условию удовлетворяют, например, люминесцентные лампы типа ЛХЕ или натриевые лампы высокого давления ДНаТ. Следует помнить, что любое улучшение качества цветопередачи, как правило, сопровождается снижением световой отдачи ламп и увеличением их стоимости в пределах группы однотипных ламп. Это показывает, что и параметр цветности не может выбираться изолированно от других показателей и заставляет избегать необоснованно высоких требований в отношении цветопередачи.

Температура окружающей среды влияет на режим работы всех разрядных источников света. Для некоторых из них, например для люминесцентных ламп, существуют четко ограниченные пределы изменения температуры среды, соответствующие нормальной работе ламп. Другие лампы, например лампы ДРЛ, могут применяться в более широких температурных пределах. Это качество ламп должно быть учтено при выборе источника света, причем следует руководствоваться только официальными данными и рекомендациями ГОСТ и ТУ, но отнюдь не данными практики, так как последние часто не учитывают все последствия отступлений от нормы.

Размеры светящего тела источника света определяют прежде всего рациональное построение оптической системы осветительного прибора. Для освещения открытых пространств это обстоятельство имеет большое значение, так как в большинстве случаев здесь применяются светильники и прожекторы с большой концентрацией светового пучка. Так, например, замена в прожекторе лампы накаливания общего назначения на прожекторную лампу позволяет уменьшить угол рассеяния прожектора примерно вдвое, увеличив при этом осевую силу света в 4 раза. По той же причине, используя ксеноновую лампу с длинной дугой, практически невозможно создать прожектор с высоким коэффициентом усиления.

Отклонение лампы от нормального положения бывает необходимым в большинстве осветительных наружных установок, причем углы наклона иногда достигают больших значений. Между тем некоторые лампы по принципу своего действия или конструкции могут нормально работать только в нормальном положении или при весьма незначительных отклонениях от него.

В некоторых случаях, например при освещении стадионов или других площадок с большим скоплением людей, возможность быстрого повторного зажигания лампы после аварийного или случайного отключения является важным свойством. Этим свойством обладают лампы накаливания всех типов, а разрядные лампы ведут себя по-разному в зависимости от их устройства. Так, люминесцентные лампы в нагретом состоянии включаются даже быстрее, чем в холодном, но разрядные лампы высокого напряжения для обеспечения нормального повторного зажигания должны быть охлаждены. Поэтому перезажигание таких ламп требует значительного времени: для ламп ДРЛ — 10—15 мин, для металлогалогенных — 5—10 мин и т. д. Чтобы устранить этот недостаток, некоторые фирмы выпускают для металлогалогенных ламп дополнительные устройства, создающие специальный электрический режим в момент повторного зажигания. Следует, однако, иметь в виду, что такие устройства довольно дороги и поэтому должны применяться только при соответствующем технико-экономическом обосновании или в силу нормативных требований.

Цена лампы, в особенности в сопоставлении с ее сроком службы, может иметь решающее значение при выборе источников света. Немаловажное значение имеет также бесперебойное снабжение лампами в процессе эксплуатации. Поэтому преимущество имеют лампы массового изготовления. Лампы

специальных типов должны выбираться только в тех случаях, если можно обеспечить их бесперебойную доставку и достаточно квалифицированное обслуживание.

Осветительные приборы характеризуются следующими параметрами: классом и подклассом по светораспределению и кривыми сил света; значением и направлением максимальной силы света; коэффициентом полезного действия (КПД); защитным углом (для светильников); яркостью видимых частей.

Класс и подкласс по светораспределению и кривые сил света (в полярных координатах) приводятся для светильников в каталогах и справочниках. Точно так же приводятся в справочниках и кривые сил света для прожекторов, но в прямоугольных координатах. Эти характеристики оценивают в первом приближении пригодность того или иного осветительного прибора для проектируемой установки. Для освещения открытых пространств задача распределения светового потока определяется необходимостью создания освещенности в весьма удаленных точках при довольно редком расположении осветительных приборов. Это приводит к применению светильников прямого светораспределения с широкими кривыми сил света, или прожекторов. В обоих случаях решающим является значение и направление максимальной силы света прибора. КПД осветительного прибора желательно иметь максимальным, но во многих случаях, когда требуется обеспечить нормируемую минимальную освещенность в отдаленных точках большой площади или дороги, преимущественное значение имеет максимальная сила света в нужных направлениях.

Для прожекторов максимум силы света в значительной степени определяется углом рассеяния прожектора: чем меньше угол рассеяния, тем больше максимальная сила света. Это, однако, не означает, что во всех случаях при освещении больших пространств целесообразно применение прожекторов с малым углом рассеяния. Наоборот, во многих случаях рациональнее использовать прожекторы с большими углами рассеяния. Так, например, при освещении большой площадки, требующей низких уровней освещенности (стройплощадка, карьер), рационально иметь относительно широкое рассеяние света. На спортивных площадках и стадионах прожекторы с узким пучком света создают резкие тени и недопустимую неравномерность распределения освещенности. Прожекторам с малым углом рассеяния свойственна также повышенная блескость.

Снижение слепящего действия является одной из основных задач создания рациональной конструкции осветительной установки. Эта задача может решаться по-разному, но при этом нужно иметь в виду следующие положения. Защитный угол светильника исключает прямую блескость в наиболее опасной угловой зоне, примыкающей к горизонтальному направлению, и для установок наружного освещения эта зона не может быть значительной, так как максимум силы света светильников для таких установок будет в направлениях под углом $15-25^\circ$ ниже горизонта. Призматические преломлятели позволяют уменьшить среднюю яркость светильника и тем самым понизить его слепящее действие. Поэтому большинство наружных светильников в настоящее время имеют зеркально-призматическую оптику. Снижения слепящего действия прожекторной установки при заданной высоте ее размещения можно достичь двумя приемами: сосредоточением прожекторов в ограниченном пространстве (например, на четырех мачтах стадиона) и применением жалюзи. В первом случае снижается прямая блескость прожекторов и уменьшается возможность попадания их в поле зрения наблюдателей. Применение жалюзи, к сожалению, еще не находит достаточного распространения, но в связи с непрерывным ростом нормируемых значений освещенности (в особенности для спортивных сооружений) оно становится неизбежным. За рубежом жалюзи уже получили распространение.

Внешний вид осветительных приборов важен в тех случаях, когда, например, прожекторы устанавливаются открыто. Следует отметить, что последние модели прожекторов и светильников выглядят значительно лучше устаревших конструкций (например, ПЗС).

Цена светильника или прожектора с учетом стоимости сменных частей, в том числе лампы, существенна при выборе типа осветительного прибора. К сожалению, ее невозможно оценить, не имея достоверных данных о сроках службы приборов и их сменных узлов, а по этому вопросу какие-либо фактические данные отсутствуют. Принимая во внимание относительно высокую стоимость прожекторов последних моделей с новыми источниками света, необходимо серьезно изучить срок службы отдельных узлов прожектора и установить рациональную систему их замены.

При разработке проектов освещения следует применять технически обоснованные и наиболее совершенные типы осветительных приборов, но не следует забывать, что получить новые изделия часто бывает трудно. Поэтому можно рекомендовать предварительно выяснять возможность доставки необходимых приборов нового типа в каждом отдельном случае.

Освещаемые объекты своим назначением, объемом и архитектурой также в значительной степени влияют на выбор источников света и осветительных приборов. В связи с этим следует рассматривать следующие характеристики освещаемых объектов: размеры освещаемой площади; технологию производства и ее особенности, влияющие на решение осветительной установки; требования к цветопередаче; значение нормируемой освещенности и расположение расчетных плоскостей; архитектурные качества объекта.

Размеры освещаемой площади, особенности размещаемого на этой площади производства и другие характеристики освещаемого объекта определяют прежде всего возможности размещения опор и тем самым осветительных приборов. Так, например, условия проведения спортивных игр на стадионах требуют выноса мачт за пределы трибун, а изменяющийся рельеф и планировка разрабатываемого карьера заставляют часто устанавливать переносные мачты в строго ограниченных местах. Исходя из размещения осветительных приборов определяется зона работы той или иной группы прожекторов или светильников; таким образом, габариты, технология и строительная характеристика объекта во многом предопределяют выбор типа осветительных приборов.

Необходимо также учитывать значение нормируемой освещенности и расположение плоскостей, на которых она задается. Очевидно, что при заданной горизонтальной освещенности в несколько люкс и большой освещаемой площади не следует применять прожекторы с узким лучком лучей; в этом случае применяются светильники, например, с ксеноновой лампой, обладающие малым коэффициентом усиления, но дающие мощный световой поток. На спортивной площадке необходимо создать освещенность в 1000—1500 лк в любой вертикальной плоскости в пределах площадки, и поэтому здесь применяются мощные прожекторы с относительно небольшим углом рассеяния.

Говоря об уровне освещенности, не следует забывать, что нормирование освещенности для открытых пространств обусловлено иными факторами, чем нормирование для закрытых помещений. В последнем случае нормативные требования к освещенности на рабочем поле определяются с одной стороны, гигиеническими требованиями (обеспечение известного уровня работоспособности глаза к концу рабочего дня) и, с другой стороны, экономическими возможностями народного хозяйства в данное время.

В условиях же открытого пространства нормативное значение освещенности определяется в зависимости от характера зрительной работы в тех или иных условиях. При наличии больших расстояний между источниками света и освещаемыми объектами уровень нормативной освещенности ближе к его минимально допустимому, а не к оптимальному значению.

На транспортных территориях, как внутризаводских, так и железнодорожных, решающее значение имеет безопасность движения. Поэтому для осветительных установок, применяемых на этой территории, необходимым уровнем освещенности определяется условиями обнаружения препятствия с расстояния, достаточного для проведения тормозящего маневра, а также яркостью и контрастностью препятствия и окружающего фона, угловым размером препятствия, вероятной скоростью движения транспорта и т. п.

Для этих условий существенно не минимальное, а среднее значение освещенности дорожного полотна.

На различного рода строительных площадках, карьерах характер работы в некоторой степени приближается к характеру работ в закрытых помещениях, но расстояние объекта от глаз наблюдателя меняется и часто объекты имеют сильно отличающиеся линейные размеры. Поэтому в качестве исходного параметра при нормировании освещенности в таких условиях принимаются не линейные, а угловые размеры рассматриваемого объекта.

Для спортивных сооружений норму освещенности определяют по скорости различения движущихся спортивных снарядов (мяч, шайба и т. п.), а также из условий, необходимых для получения высококачественного цельного изображения при телепередаче. Поэтому для большинства спортивных площадок нормируют средние значения освещенности в вертикальных плоскостях, в которых наиболее вероятно движение мяча. Следует отметить, что несмотря на большие скорости движения мяча (шайбы), освещенность, достаточная для игроков и зрителей, может быть в несколько раз меньше значения освещенности, требуемого в настоящее время для цветного телевидения, и этим определяется уровень освещенности для большинства крупных спортивных сооружений.

Для восприятия в ночное время архитектурных объектов и памятников города необходимо, чтобы освещенность этих объектов была достаточной по условиям контрастной чувствительности и остроты зрения при данных условиях адаптации глаза. Поэтому при определении нормативных требований в этих случаях основными исходными параметрами являются средний коэффициент отражения рассматриваемой поверхности и уровень яркости окружающей фона.

Таким образом, для различных объектов, освещаемых на открытых пространствах, нормативные требования к освещенности построены на различных принципах. Это необходимо всегда иметь в виду, чтобы критически оценить существующие нормы освещенности и находить оптимальные решения при выборе источников света, осветительных приборов и их расположения.

Требования к цветопередаче на различных объектах очень разнообразны. Конечно, в любом случае лучше иметь правильную цветопередачу, приближающуюся к цветопередаче в дневных условиях, но во всех случаях, когда допустимо это условие не выполнять и за этот счет удешевить установку, следует пренебречь правильной цветопередачей. В наружных осветительных установках правильная цветопередача важна практически только в случаях, когда предполагается вести телепередачи при искусственном освещении. В других случаях можно не предъявлять жестких требований к цветопередаче и использовать наиболее экономичные варианты освещения.

Архитектурные качества объекта влияют на конструкцию и оформление осветительной установки. Если на производственных площадках можно ограничиться простейшими типовыми опорами или мачтами, то в установке для подсветки архитектурных объектов размещают осветительные приборы так, чтобы они, как и опоры для их установки, были выполнены в одном архитектурном ключе с освещаемым сооружением.

Все сказанное выше о выборе источников света и осветительных приборов справедливо для всех осветительных установок наружного освещения. Специфические особенности того или иного объекта освещения создают дополнительные условия, которые изложены ниже в соответствующих главах.

ОПОРЫ И МАЧТЫ ДЛЯ УСТАНОВКИ СВЕТИЛЬНИКОВ И ПРОЖЕКТОРОВ

2-1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Установки наружного освещения характеризуются относительно малыми освещенностями и большими размерами освещаемых поверхностей. Это требует увеличения высоты установки светильников и, особенно, прожекторов. С другой стороны, увеличение высоты опор приводит к их удорожанию. Поэтому выбор типов опор для светильников и прожекторов должен рассматриваться с учетом технико-экономических показателей осветительной установки (см. гл. 3).

По способу установки опоры и мачты можно разделить на стационарно устанавливаемые и передвижные. Стационарно устанавливаемые мачты применяются для освещения территорий фабрик, заводов, объектов железнодорожного и водного транспорта, спортивных сооружений; передвижные мачты находят широкое применение для освещения территорий строительных площадок и различных карьеров. В установках временного освещения рационально применять сборно-разборные прожекторные мачты многократного применения.

2-2. ОПОРЫ ДЛЯ УСТАНОВКИ СВЕТИЛЬНИКОВ

Опоры для установки светильников изготавливаются из металла, дерева или из железобетона. Металлические опоры применяются редко. Деревянные

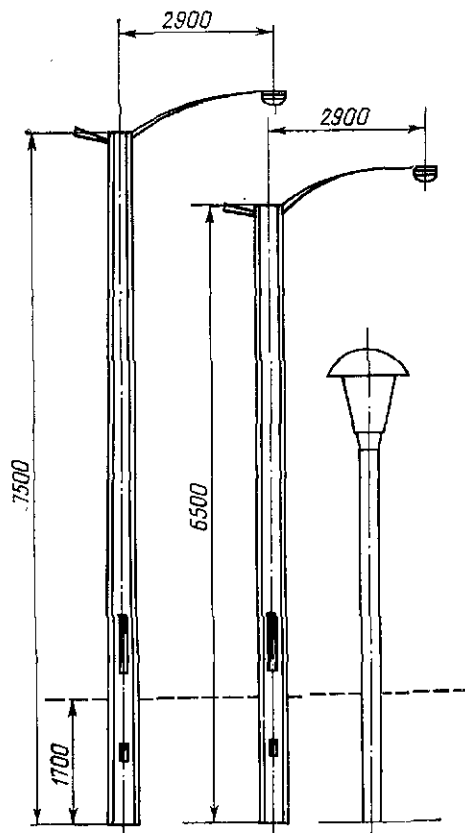


Рис. 2-1. Опоры для установки светильников

опоры или деревянные с железобетонными пасынками применяются в основном для временного освещения. Наибольшее распространение получили железобетонные опоры. Они выполняются различной формы и конструкции. Для примера на рис. 2-1 приведены общие виды типовых железобетонных опор, разработанных институтом «Ленпроект». Опора типа ОУО-I высотой $H = (8,9 + 1,7)$ м предназначена для установки светильников при освещении магистральных улиц и площадей, сконструирована для кабельной подводки питания и не предусматривает возможность воздушной подвески проводов.

Опоры ОУО-II высотой $H = (6,5 + 1,7)$ м и ОУО-III высотой $H = (7,5 + 1,7)$ м предназначены для внутриквартального освещения с воздушной подвеской проводов. Имеется также возможность применить и кабельное питание, для этого в нижней части опор предусмотрены полость и навесные дверцы с двух сторон опоры. Опоры при установке заглубляются в землю на глубину 1,7 м.

2-3. ПРОЖЕКТОРНЫЕ МАЧТЫ

Из большого числа конструкций прожекторных мачт рекомендуются к применению мачты, разработанные в проектных институтах: «Мосгипротранс» (мачты высотой 45, 35, 28, 21 и 15 м), «Гипроруда» (25, 20, 15 и 10 м) и «Теплоэлектропроект» (мачты с двумя площадками на высоте 20 и 15 м).

Схема питания прожекторных мачт должна обеспечивать включение и выключение всего прожекторного освещения территории; это можно осуществить с Диспетчерского пункта или с обслуживаемой подстанции. Включение (выключение) всех прожекторов мачты осуществляется с нижнего вводного щита мачты, всех прожекторов каждой из площадок — с нижнего щита мачты, каждого из прожекторов в отдельности — с распределительных щитов или с клеммных коробок, установленных на каждой из площадок мачты.

Типовые мачты института «Мосгипротранс» высотой 45 и 35 м запроектированы для установки на них осветительных приборов как с лампами накаливания, так и с ксеноновыми (рис. 2-2). Ствол мачты представляет собой решетчатую пространственную ферму: для мачты высотой 35 м — квадратную в плане со стороной квадрата 1,4 м, для мачты высотой 45 м — с двумя нижними секциями, имеющими пирамидальную форму с нижним квадратным основанием $2,6 \times 2,6$ м и верхним $1,4 \times 1,4$ м. Мачта высотой 35 м собирается из пяти секций высотой 6,8 м каждая, мачта высотой 45 м — из шести секций: двух нижних пирамидальных секций высотой по 8 м, четырех верхних по 6,8 м.

Площадки для этих мачт разработаны четырех типов: П-1 и П-2 — для установки светильников с ксеноновыми лампами

мощностью 10 кВт и более в сочетании с прожекторами; П-3— для установки прожекторов в количестве 28 штук в один ряд (на мачтах высотой 35 м); П-4 (1,4×9,0 м) — для установки прожекторов в количестве до 40 штук в два ряда (на мачтах высотой 45 м).

Мачты высотой 28 и 21 м собираются из секций длиной 6,8 м: первая — из четырех, вторая — из трех. Секции одни и те же для обоих типов мачт и представляют собой решетчатую пространственную форму, квадратную в плане. Соединяются секции между собой наружными накладками из уголков на сварке. Верхняя площадка, предназначенная для установки прожекторов, запроектирована в двух вариантах — для установки 16 и 27 прожекторов.

Металлоконструкции мачт разработаны в нескольких вариантах для возможности их установки в различных ветровых районах (от I до VII).

Металлические прожекторные мачты института «Гипроруда» имеют высоту 10, 15, 20, 25 и 30 м и предназначены для установки 16 прожекторов или двух светильников с ксеноновыми лампами типа ДКсТ-20 000. Они разработаны для установки их в I—IV районах территории страны, характеризующихся массой снегового покрова (150 кг/м^2) и максимальной скоростью ветра 35 м/с.

Ствол опор запроектирован в виде решетчатых пятиметровых пространственных стальных ферм. Все секции ферм унифицированы и соединяются между собой при помощи соединительных уголков болтами. Возможен вариант соединения секций путем приварки наружных накладок (из уголков) боковыми швами и поясами.

Фундаменты мачт запроектированы сборными железобетонными из отдельных блоков с массой от 5 до 15 т каждый (в зависимости от грунта и высоты мачты).

Мачты, разработанные институтом «Теплоэлектропроект», высотой 20 м и с двумя площадками на высоте 18 и 20 м запроектированы для установки на верхней площадке 10 прожекторов ПЗС-45 или ПСМ-50, на нижней — 9 прожекторов ПЗС-35.

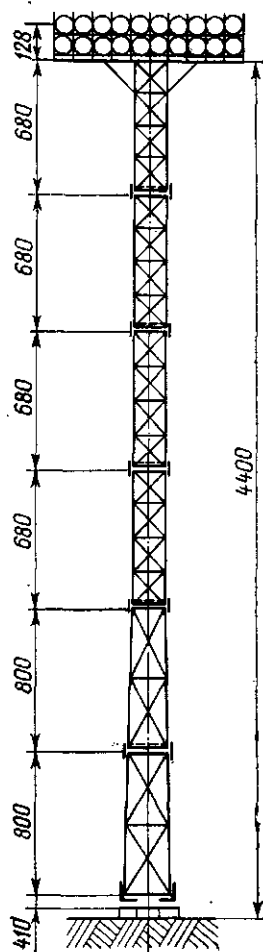


Рис. 2-2. Прожекторная мачта высотой 45 м с площадкой типа П-4

Металлоконструкция мачты состоит из трех решетчатых секций, изготовленных из угловой стали.

При необходимости создания на освещаемой территории больших освещенностей, например 100 лк и более, приходится на каждой из прожекторных мачт устанавливать большое число прожекторов. Институт «Союзспортпроект» разработал для небольших стадионов и спортплощадок типовые проекты мачт высотой 33 и 20 м (до нижнего ряда прожекторов). Мачта высотой 33 м рассчитана на установку прожекторов типа ПЗС-45.

Ствол мачты выполняется из угловой стали и состоит из 4 секций: одной опорной секции высотой 6 м с размерами нижнего основания 6×6 м и трех секций высотой 9 м каждая. Внутри ствола предусмотрена лестница. Укрепляемая на верхней части ствола «этажерка» для установки прожекторов запроектирована

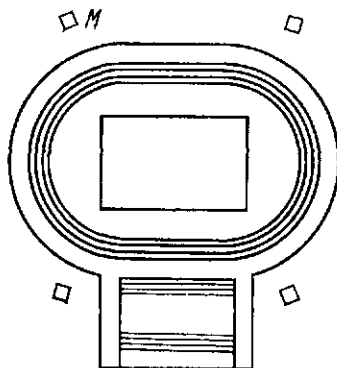
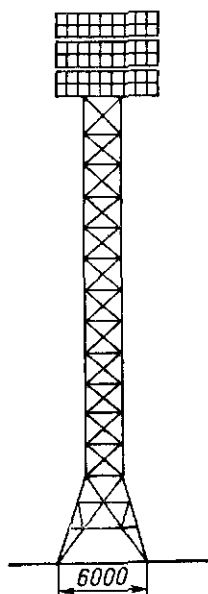


Рис. 2-3. Прожекторная мачта для освещения небольших стадионов

Рис. 2-4. Схема расположения мачт стадиона

в четырех вариантах — для установки 54, 56, 60 и 62 прожекторов (рис. 2-3).

Мачта высотой 20 м выполнена аналогично.

Металлоконструкции мачт изготавливаются на заводе и затем в виде отдельных секций доставляются на место установки, где они собираются в единый ствол и устанавливаются на подготовленный фундамент. Мачты высотой до 25 м устанавливаются с помощью крана, а более высокие мачты — с помощью лебедки и падающей монтажной стрелы. Прожекторы устанавливаются обычно на площадке после подъема мачты.

Представляет практический интерес подъем мачты вместе с укрепленными на площадке прожекторами. При строительстве в г. Тольятти спортивного комплекса на 40 тыс. человек требовалось смонтировать четыре прожекторные мачты M высотой 60 м (рис. 2-4). Все секции с площадкой были смонтированы на земле в единую мачту. На каждой из мачт укреплено по 60 прожекторов ПЗС-45. Установлены щиты и коммутационная аппаратура, провода сечением 4×95 мм² (длиной более километра) проложены в газовых трубах диаметром 25—80 мм (длиной около 400 м). Масса основной металлоконструкции мачты составляла 51 т, а после установки лестниц, площадок, труб, щитов, прожекторов и других вспомогательных конструк-

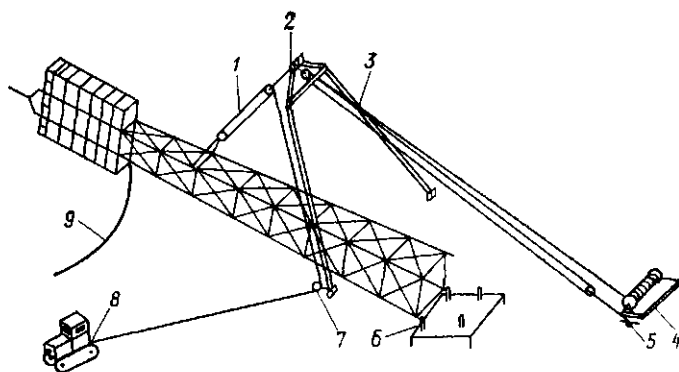


Рис. 2-5 Схема подъема прожекторной мачты
1 — подъемный полиспаст, 2 — шевр, 3 — тяговый полиспаст; 4 — лебедка, 5 — якорь; 6 — шарнир, 7 — отводной блок; 8 — трактор, 9 — тормозной трос

ций она увеличилась до 56 т, причем масса верхней секции с установленными прожекторами составила 16 т (около 30 % массы поднимаемой мачты). Было решено поднять мачты методом поворота мачты вокруг опорного шарнира с помощью А-образного шевра, допускающего нагрузку 100 т с базой 15 м; к оголовку шевра тросами были укреплены 50-тонные блоки полиспастов (рис. 2-5). Основанием под шевр служили стальные плиты размерами $1,5 \times 2 \times 0,05$ м с шарнирным устройством. Якорем служили две сваренные между собой трубы диаметром 400 мм, помещенные в траншею глубиной 3,5 м. Отдельные узлы, в которых возникали дополнительные нагрузки, были специально усилены накладками и подкосами. Усилена была и верхняя секция, которая, при значительной массе, представляет собой шестиполочную этажерку, рассчитанную только на осевые нагрузки.

Подъем мачты производили трактором и десятитонной электрической лебедкой. После установки шевра в рабочее положение (под углом 70°) подъемным полиспастом через отводной

блок при помощи трактора мачту поднимали на высоту 25 м; затем рабочий трос полиспаста закрепляли на отводном блоке. Окончательный подъем осуществляли лебедкой через тяговый полиспаст.

Прочность шевра и крепления лебедки испытывалась подъемом мачты на 100—150 мм от земли и выдержкой ее в таком положении в течение 30 мин, что на 12 % превысило рабочие нагрузки. Все узлы строповки, которые после подъема ока-

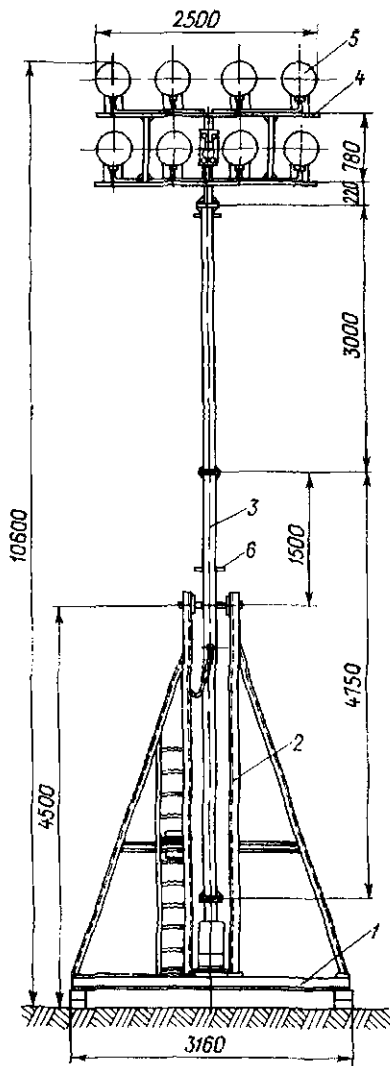
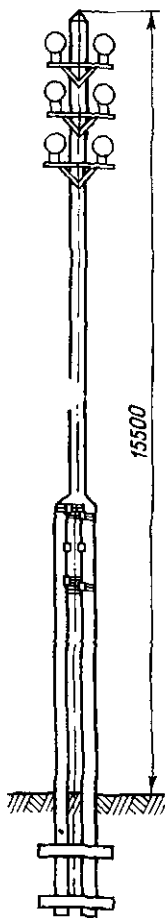


Рис. 2-6. Деревянная прожекторная мачта высотой 15 м

Рис. 2-7. Передвижная мачта высотой 10 м

зывались на высоте 36 и 48 м, были выполнены так, чтобы их можно было легко разъединять.

Работу выполняла в основном бригада из пяти человек (три электромонтажника и два сварщика) с привлечением на некоторых этапах работ и других бригад. Общие затраты времени на монтаж и подъем мачт составили 275 чел. · дн.

Имеющиеся конструкции железобетонных мачт разработаны на основе применения для ствола мачт типовых центрифугированных опор контактной сети на железнодорожном транспорте и опор линий электропередачи, длиной 13,6 и 22,2 м (мачты соответственно 15 и 25 м).

Деревянная мачта высотой 15 м рассчитана на установку 6 прожекторов (рис. 2-6). Выполняется она из трех бревен: двух длиной по 8,5 м и одного длиной 11 м. Для обслуживания прожекторов предусматривается лестница. Прожекторы устанавливаются на металлической траверсе в три яруса. Мачта высотой 10 м рассчитана на установку до 6 прожекторов и выполняется из двух скрепленных между собой бревен. Мачты могут одновременно являться опорами для крепления проводов. Конструкция их достаточно проста и может быть изготовлена на любом объекте. Такие мачты применяются на строительных площадках и на других временных объектах.

2-4. ПЕРЕДВИЖНЫЕ МАЧТЫ

Использование различных инвентарных осветительных устройств чрезвычайно удобно для освещения строительных площадок, карьеров и участков, где производится аварийно-восстановительные работы. За рубежом получили широкое распространение портативные установки различных типов — от легких переносных треножников с двумя маломощными лампами, снабженными отражателями, до тяжелых трейлеров с телескопическими мачтами высотой 33 м, несущими несколько мощных прожекторов и собственный генератор.

Передвижные мачты, разработанные по типу шлагбаума, монтируются на санях, перевозятся на буксире трактором или автомашиной (рис. 2-7). Они состоят из следующих частей: сани 1, имеющих полозья и раму, опорных конструкций 2, поворотной стрелы 3 с противовесом и траверсы 4 для установки восьми прожекторов 5 типа ПЗС-35 (или ПСМ-40) с мощностью ламп 500 Вт. Противовес выбирается таким образом, чтобы нижняя часть поворотной мачты была несколько тяжелее верхней части с установленными на ней прожекторами. Масса мачты из дерева составляет 1800 кг, из металла — 1200 кг.

При перемещении мачты с одного места на другое поворотной стреле придается горизонтальное положение, при необходимости замены ламп или изменении угла наклона прожекторов поворотная стрела переводится в наклонное положение. Снятие

и установка поворотной стрелы производится при помощи крана. Для закрепления троса крана на поворотной стреле, несколько выше оси стрелы, имеются специальные рымы 6. При необходимости вместо 8 прожекторов типа ПЗС-35 можно установить четыре прожектора типа ПЗС-45. При этом следует изменить противовес. Включение и выключение прожекторов производится рубильником, установленным в ящике на мачте. Отключение части прожекторов производится выключателем щита, установленного на траверсе поворотной стрелы. Для того чтобы направить весь световой поток прожекторов влево или вправо, предусмотрена возможность поворота траверсы стрелы с прожекторами на 90°. За счет изменения при сборке положения рымы на полозьях обеспечивается также возможность наклона поворотной стрелы не вдоль полозьев, а перпендикулярно им. Описанная конструкция успешно применяется на многих карьерах и строительных площадках.

Все отдельные части описанной мачты соединены между собой болтами. Это позволяет разбирать их на отдельные, легко перевозимые части, что важно при перемещении мачт на большие расстояния или по пересеченной местности.

Телескопическая мачта высотой 15 м разработана в Ленинградском отделении института «Гипроруда». Ствол мачты состоит из 5 секций: одной опорной неподвижной и четырех подвижных. В транспортном положении мачта имеет высоту 5,1 м, в рабочем — до 15 м. Подъем секций осуществляется ручной лебедкой типа ДР-1 с применением системы блоков. Смонтирована мачта на саях из бревен и перемещается с места на место автомашиной или трактором. Масса всей конструкции 2150 кг. Мачта рассчитана на установку до семи прожекторов типа ПЗС или на один светильник с ксеноновой лампой. Пусковое устройство устанавливается внизу на саях.

Применяются также переносные металлические мачты высотой 10 и 15 м. Рассчитаны они на установку до 12 прожекторов типа ПЗС или на два светильника с ксеноновыми лампами. Устанавливаются мачты в специальных подножниках из металла или дерева. Масса металлоконструкций мачты высотой 10 м составляет 1000 кг, а мачты высотой 15 м — 1300 кг. В указанную массу не входит масса пригрузочных плит, которые устанавливаются на подножник при рабочем положении мачт.

Конструкции мачт достаточно просты и могут изготавливаться в мастерских непосредственно на стройтельствах, в карьерах и на заводах. Исключения составляют телескопические мачты. Они требуют высокой точности подгонки отдельных конструктивных узлов, и поэтому, как показала практика, их не следует изготавливать в кустарных условиях.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВОК
НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ****3-1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Сущность проектирования осветительной установки сводится к обоснованию выбора типов осветительных устройств, нахождению вариантов оптимального их размещения и определению мощности источников света, обеспечивающих необходимые световые параметры для заданных условий.

Разработка проекта наружного освещения имеет следующие взаимосвязанные друг с другом этапы: ознакомление с объектом проектирования; выбор нормы освещенности (единой для всей освещаемой территории или различной для отдельных ее участков); выбор системы освещения; выбор источника света; выбор типов осветительных приборов; разработку вариантов размещения осветительных приборов по освещаемой территории; расчет осветительной установки; электротехническую часть проекта; технико-экономическое сопоставление возможных вариантов и выбор окончательного проектного решения.

При ознакомлении с освещаемой территорией основное внимание уделяется изучению условий зрительной работы на каждом из отдельных участков территории, и на базе этих исследований выбирается необходимая нормативная освещенность. Выявляются возможные места размещения прожекторных мачт или опор для установки светильников.

Освещение наружных пространств осуществляется осветительными установками системы общего равномерного и локализованного освещения. Локализованное освещение применяется только на тех отдельных участках территории, где исходя из характера проводимых на них работ требуется создание повышенной освещенности.

При выборе источников света для конкретных проектируемых прожекторных установок следует учитывать целый ряд факторов. К ним, прежде всего, относятся особенности и технические характеристики как самих источников света, так и предназначенных для них прожекторов или светильников. Немаловажное значение имеют назначение и размеры освещаемой площади, значения необходимых освещенностей и возможные пределы высоты установки прожекторов. Существенное значение имеют требования к спектральным характеристикам света, а также эксплуатационные условия, конъюнктурные условия возможности приобретения различных источников света и, наконец, технико-экономические показатели осветительной установки (см. § 1-5).

Для освещения наружных пространств применяются прожекторы и светильники.

Прожекторы создают возможность освещения больших открытых пространств без установки на них большого числа мачт, а также значительно сокращают протяженность сети электропитания и облегчают условия эксплуатационного ухода за осветительной установкой. С другой стороны, при применении прожекторов создается повышенное слепящее действие.

При освещении дорог, проездов и узких полос территории светильники рационально применять с лампами ДРЛ и ДРИ. В южных районах страны возможно применение люминесцентных ламп.

Высота установки прожекторов и светильников выбирается с учетом ограничения их слепящего действия (см. § 3-2).

Размещение прожекторов, углы их наклона и поворота в горизонтальной плоскости следует выбирать, во избежание слепящего действия, с учетом вероятного направления линии зрения работающих. Следует помнить, что прожекторная установка, обеспечивающая создание заданной освещенности, может оказаться непригодной из-за неправильного выбора параметров установки прожекторов.

Расчеты прожекторного освещения связаны со значительными затратами времени. Поэтому рационально во многих случаях применять электронные цифровые вычислительные машины. Методика расчетов и соответствующие программы для этого имеются в литературе.

3-2. ВЫБОР ВЫСОТЫ УСТАНОВКИ СВЕТИЛЬНИКОВ И ПРОЖЕКТОРОВ

Для ограничения слепящего действия установок наружного освещения на площадках промышленных предприятий и местах проведения работ, расположенных вне зданий, высота установки светильников согласно СНиП II-4-79 выбирается:

а) для светильников с защитным углом $< 15^\circ$ — не менее значений, указанных в табл. 3-1;

б) для светильников с защитным углом $\geq 15^\circ$ — 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 уровнем земли при световом потоке источника света до 6000 лм и на высоте не менее 4 м при световом потоке источника света свыше 6000 лм.

При применении прожекторов и наклонно установленных светильников отношение осевой силы света прожекторов и све-

тильников прожекторного типа к квадрату высоты их установки, обозначаемой буквой c , в зависимости от нормируемой освещенности регламентируется значениями от 100 до 3500.

Таблица 3-1

Высота установки светильников наружного освещения

Светорас- пределение светиль- ников	Наибольший световой поток ламп в све- тильниках, установленных на одной опоре, лм	Наименьшая высота установки светильни- ков, м	
		с лампами накали- вания	с газораз- рядными лампами
Полу- широкое	менее 5000	6,5	7
	5 000—10 000	7	7,5
	10 000—20 000	7,5	8
	20 000—30 000	—	9
	30 000—40 000	—	10
	свыше 40 000	—	11,5
Широкое	менее 5000	7	7,5
	5 000—10 000	8	8,5
	10 000—20 000	9	9,5
	20 000—30 000	—	10,5
	30 000—40 000	—	11,5
	свыше 40 000	—	13

Исходя из этого, минимально допустимую высоту установки прожекторов можно выразить формулой

$$H = \sqrt{\frac{I_{\max}}{c}} \quad (3-1)$$

или

$$H = m \sqrt{I_{\max}}, \quad (3-2)$$

где

$$m = 1/\sqrt{c}. \quad (3-3)$$

Рассчитанные по формуле (3-2) значения минимально допустимых высот установки прожекторов для различных их типов приведены в табл. 3-2.

Исходя из правил по технике безопасности и ПУЭ, при создании освещенности 30 и 50 лк установка прожекторов локализованного освещения ниже 3 м не допускается.

С целью исключения вредного действия на обслуживающий персонал ультрафиолетовой радиации ксеноновых ламп высота их установки принята в табл. 3-2 не менее 15 м для ламп мощностью 10 кВт, 25 м — для ламп мощностью 20 кВт и 40 м — для ламп мощностью 50 кВт.

Минимально допустимая высота установки
прожекторов и светильников прожекторного типа, м

Тип прожектора	Тип лампы	Максимальная сила света, ккд	Нормируемая освещенность, лк							
			0,5	1	2	3	5	10	30	50
ПСМ-50-1	Г220-1000	120	35	28	22	20	17	13	7	6
	ДРЛ-700	52	23	19	14	13	11	8	5	4
	ДРЛ-400	20	14	11	9	8	7	5	3	3
ПСМ-50-2	ПЖ220-1000	640	80	65	50	45	40	30	17	13
ПСМ-40-1 ПСМ-40-2	Г220-500	70	25	21	17	15	13	10	5	4
	ПЖ220-500	280	50	43	33	30	25	20	11	9
ПСМ-30-1	Г220-200	33	18	15	11	10	9	7	4	3
ПЗР-400 ПЗР-250	ДРЛ-400	19	14	11	8	8	7	5	3	3
	ДРЛ-250	11	10	9	6	6	5	4	3	3
ПЗС-45	Г220-1000	130	35	29	22	20	18	13	7	6
	ДРЛ-700	30	17	14	11	10	8	6	4	3
	ДРЛ-400	14	12	10	7	7	5	4	3	3
	ДРИ-700	600	75	65	50	35	40	30	16	13
ПЗС-35 ПЗС-25	Г220-500	50	22	18	14	13	11	8	5	4
	Г220-200	16	13	10	8	7	6	5	3	3

ПЗМ-35	Г220-500	40	20	16	12	11	10	7	4	4
ПЗМ-25	Г220-200	10	10	8	6	6	5	4	3	3
ПКН-1500-1	КГ220-1500	90	30	25	20	17	15	11	6	5
ПКН-1500-2	КГ220-1500	45	20	17	13	12	10	8	5	4
ПКН-1000-1	КГ220-1000-5	52	23	19	14	13	11	8	5	4
ПКН-1000-2	КГ220-100-5	30	17	14	11	10	8	6	4	3
ИСУ02×5000/К-03-02	КГ220 5000-1	200	45	35	28	25	22	17	10	8
ИСУ01×2010/К-63-01	КГ220-2000-4	71	26	22	17	15	13	10	6	5
ПГП-3500	ДРИ-3500-1	2800	168	137	106	97	84	64	35	28
ПГП-2000	ДРИ-2000-1	1800	135	110	85	78	67	50	28	23
ПГП-1000	ДРИ-1000-1	1200	109	90	69	63	55	42	23	19
ПГП-400	ДРИ-400-1	610	78	65	49	45	39	30	16	13
ПГЦ-3500-1У1	ДРИ-3500-1	890	94	77	59	55	45	35	20	15
ПГЦ-3500-2У1	ДРИ-3500-1	200	45	35	28	25	20	17	9	7
ПГЦ-2000-1У1	ДРИ-2000-1	534	73	60	45	42	35	25	15	12
ПГЦ-2000-2У1	ДРИ-2000-1	113	34	27	20	19	17	13	7	6
ПГЦ-1000-1У1	ДРИ-1000-1	145	38	30	24	22	19	14	8	6
ПГЦ-1000-2У1	ДРИ-1000-1	46	20	18	13	12	10	8	4	4
ПГЦ-400-1У1	ДРИ-400-1	60	24	20	15	14	12	9	5	4
ПГЦ-400-2У1	ДРИ-400-1	19,5	14	11	9	8	7	5	3	3
ОУКсН-50 000	ДКсТ-50 000	1300	115	90	70	65	55	45	40	40
ОУКсН-20 000	ДКсТ-20 000	650	80	65	50	45	40	30	25	25
СКсН-10 000	ДКсТ-10 000	165	40	33	25	23	20	15	15	15
ККУ 1×20 000/НОО-01	ДКсТ-20 000	120	35	28	21	25	25	25	25	25
ККУ 1×10 000/НОО-01	ДКсТ-10 000	105	30	25	20	18	15	15	15	15

При окончательном выборе высоты установки прожекторов, кроме фактора слепимости, учитываются еще и местные условия, например наличие высотных объектов, на которых можно установить прожекторы, а также условия тенеобразования, необходимые соотношения значений вертикальной и горизонтальной освещенности и, самое главное, протяженность освещаемого пространства.

Совершенно ясно, что и экономика вопроса имеет существенное значение. Стоимость прожекторных мачт резко возрастает с увеличением их высоты.

3-3. СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИ ОСВЕЩЕНИИ СВЕТИЛЬНИКАМИ

Исходными данными для светотехнического расчета служат: значение минимальной или средней освещенности, задаваемое нормами, тип источника света и светильника, а также высота их установки, определяемая рядом предварительных соображений. В результате расчета определяется мощность ламп и расстояние между светильниками и их рядами.

Расчет освещенности, создаваемой светильниками, может производиться двумя методами, в основу которых положены известные формулы

$$E_{\text{ср}} = \frac{\Phi_0 \eta}{S k} \quad (3-4)$$

и

$$E = \frac{I_{\alpha} \cos^3 \alpha}{H^2 k}, \quad (3-5)$$

где $E_{\text{ср}}$ — средняя освещенность, лк; Φ_0 — световой поток всех установленных источников света, лм; η — коэффициент использования установки; E — освещенность в расчетной точке; I_{α} — сила света источника в направлении расчетной точки, кд; H — высота установки светильников, м; k — коэффициент запаса.

Метод расчета по формуле (3-4) называется методом светового потока или коэффициента использования и дает возможность рассчитывать осветительную установку, исходя из средней освещенности поверхности.

Второй метод основан на расчете по формуле (3-5), называется точечным методом и дает возможность рассчитывать освещенность или параметры установки, исходя из освещенности в любой заданной точке освещаемой поверхности.

Оба метода достаточно просты. Для сокращения затрат времени на расчеты многими авторами предложены различные вспомогательные графики и таблицы, построенные и рассчитанные на основе характеристик распределения света конкретных светильников. Некоторые из них приводятся ниже.

Расчет по средней освещенности. Средняя освещенность, создаваемая осветительной установкой по методу коэффициента использования, определяется формулой

$$E_{\text{ср}} = \frac{\Phi_{\text{л}}\eta}{Lbk}, \quad (3-6)$$

и соответственно пролет между опорами для создания задаваемой $E_{\text{ср}}$ равен

$$L = \frac{\Phi_{\text{л}}\eta}{E_{\text{ср}}kb}, \quad (3-7)$$

где $\Phi_{\text{л}}$ — световой поток всех ламп, устанавливаемых на опоре, лм; $E_{\text{ср}}$ — нормируемая средняя освещенность, лк; k — коэффициент запаса; b — ширина освещаемой площади, м; η — коэффициент использования.

Коэффициент запаса при применении светильников с лампами накаливания принимается равным 1,3, а с газоразрядными лампами — 1,5.

Коэффициент использования зависит от расположения светильников на освещаемой полосе (рис. 3-1) и находится из табл. 3-3 по значению отношения b/H .

Для несимметричных светильников (например, консольных) в табл. 3-3 даются два значения коэффициента использования (η_1 соответствует b_1/H , а η_2 — b_2/H): в сторону направления основного светового потока ($\beta = 0^\circ$) и в обратную сторону ($\beta = 180^\circ$).

В первом случае, когда светильники размещены по оси освещаемой полосы, коэффициент использования $\eta = 2\eta_1$. Во втором случае $\eta = \eta_1 + \eta_2$, и в третьем случае, когда светильники размещены вне освещаемой полосы, $\eta = \eta_1 - \eta_2$.

Для консольных светильников в табл. 3-3 коэффициенты использования приведены с учетом того, что светильники установлены под углом 15° выше линии горизонта.

Если для освещения полосы устанавливается не один, а два или несколько рядов светильников, то в формулах (3-6) и (3-7) выражение $\Phi_{\text{л}}\eta$ принимается как сумма $\Phi_{\text{л1}}\eta_1 + \Phi_{\text{л2}}\eta_2 + \dots + \Phi_{\text{лn}}\eta_n$, где $\Phi_{\text{л1}}$, $\Phi_{\text{л2}}$, ..., $\Phi_{\text{лn}}$ и η_1 , η_2 , ..., η_n — соответственно световые потоки ламп в светильниках 1, 2, 3, ..., n рядов и коэффициенты использования светового потока светильников каждого из рядов.

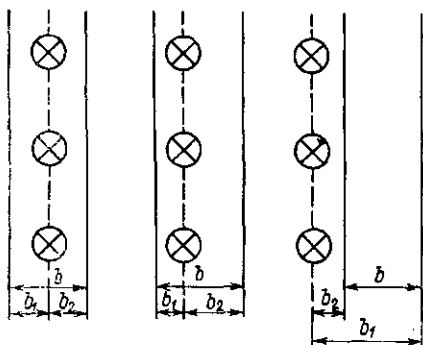


Рис. 3-1. Схема для определения коэффициента использования

Таблица 3-3

Значения коэффициента использования светового потока
светильников η , %

Тип светильника	Угол β , ...	Отношение ширины освещенной полосы по одну сторону от ряда светильников к высоте их подвеса (b/H или b_2/H)					
		0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
СПО-200	0; 180	0,116	0,194	0,253	0,274	0,284	0,290
СПО-500	0; 180	0,111	0,185	0,244	0,264	0,274	0,280
СПП-200М	0; 180	0,140	0,227	0,324	0,375	0,396	0,408
СЗП-5006	0	0,103	0,171	0,255	0,295	0,312	0,322
	180	0,099	0,159	0,238	0,278	0,294	0,304
СЗП-500Ц	0; 180	0,105	0,167	0,242	0,279	0,295	0,305
НКУ-1×200	0	0,208	0,366	0,413	0,443	0,461	0,473
	180	0,158	0,232	0,280	0,284	0,285	0,285
СППР-125	0; 180	0,110	0,195	0,282	0,319	0,388	0,352
СЗПР-250Ц	0; 180	0,093	0,157	0,224	0,250	0,282	0,271
СЗПР-2506	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
РКУ-400	0	0,154	0,259	0,343	0,376	0,393	0,404
	180	0,140	0,223	0,251	0,266	0,267	0,268
СКЗР-2×250	0	0,175	0,297	0,400	0,441	0,462	0,476
	180	0,169	0,271	0,329	0,339	0,343	0,346
СПОР-250	0; 180	0,105	0,182	0,243	0,264	0,274	0,282
СКЗПР-400	0	0,120	0,190	0,273	0,301	0,311	0,316
	180	0,090	0,160	0,240	0,280	0,295	0,300
СПЗЛ-3×40	0; 180	0,092	0,144	0,190	0,208	0,217	0,223
СКЗЛ-3×40	0	0,095	0,156	0,203	0,224	0,236	0,243
СКЗЛ-3×80	180	0,082	0,131	0,170	0,183	0,189	0,193

Необходимое число светильников N , располагаемых равномерно по периметру больших площадей, рассчитывается по формуле

$$N = \frac{E_{\text{ср}} S k}{\eta \Phi_{\text{л}}}, \quad (3-8)$$

где S — площадь освещаемой территории, м².

Коэффициент использования η в этом случае определяется по отношению $b/H=5$. Рассмотрим несколько примеров расчета.

Пример 3-1. По оси дороги шириной 8 м на высоте 8 м установлены светильники СПП-200М с лампами 200 Вт (2800 лм). Требуемая нормативная освещенность 1 лк. Определить длину пролета L между светильниками. По табл. 3-3 берем $b_1/H=0,5$ и $\eta_1=0,116$, откуда $\eta=2 \cdot 0,116=0,232$. Тогда

$$L = \frac{2800 \cdot 0,232}{1 \cdot 1,3 \cdot 8} = 62 \text{ м.}$$

Пример 3-2. Светильники РКУ-400 с лампами ДРЛ-400 (19 000 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 50 м. Определить среднюю освещенность на дороге.

Для значения $b_1/H=(12+4)/8=2$ коэффициент использования η_1 по табл. 3-3 равен 0,343. Коэффициент использования η_2 для значения $b_2/H=4/8=0,5$ равен 0,154, откуда $\eta=\eta_1 - \eta_2=0,343 - 0,154=0,189$. Тогда

$$E_{\text{ср}} = \frac{19\,000 \cdot 0,189}{50 \cdot 12 \cdot 1,5} = 5,2 \text{ лк.}$$

Пример 3-3. Дорога шириной 16 м освещается двумя рядами светильников СКЗР 2×250 с двумя лампами ДРЛ-250 ($2 \times 11\,000$ лм), установленными на опорах высотой 8 м.

Левый ряд опор размещен на краю дороги, правый ряд — вне площади дороги, на расстоянии 4 м от нее.

Определить необходимый пролет между опорами при нормативной освещенности $E_{\text{н}}=1$ лк.

Коэффициент использования светового потока светильников левого ряда η_1 по табл. 3-3 для значения $b_1/H=16/8=2$ соответствует 0,4. Для правого ряда подставляем два соотношения: $(b_1+b_2)/H=(16+4)/8=2,5$ и $b_2/H=4/7=0,57$, что соответствует по табл. 3-3 коэффициентам использования $\eta_1'=0,42$ и $\eta_2'=0,2$. Отсюда коэффициент использования $\eta_2=0,42 - 0,2=0,22$.

Общий коэффициент использования всех светильников $\eta=\eta_1+\eta_2=0,4+0,22=0,62$.

По формуле (3-7) находим

$$L = \frac{2 \cdot 11\,000 \cdot 0,62}{1 \cdot 1,5 \cdot 16} = 57 \text{ м.}$$

Расчет по наименьшей освещенности. Круглосимметричные светильники. Расчет освещенности точечным методом в случае применения круглосимметричных светильников (например, СПО, СПП, СВР и др.) производится по кривым относительной освещенности ε . Это кривые $\varepsilon=f(d)$, где d — расстояние от расчетной точки до проекции светильника на освещаемую поверхность при высоте подвеса светильников $H=1$ м.

Для любого другого значения высоты подвеса светильников условная освещенность от лампы 1000 лм, создаваемая лучом, направленным под углом $\alpha = \text{arctg}(d/H)$, равна

$$e = \varepsilon/H. \quad (3-9)$$

По предложению Р. А. Сапожникова, кривые относительной освещенности строятся как функция $\text{tg } \alpha = d/H$ для значения $\text{tg } \alpha = 1$ или $d \leq H$ и как функция $\text{ctg } \alpha = H/d$ для значений $d \geq H$ (рис. 3-2). Такой способ построения кривых намного увеличивает точность расчета. Кривые строятся для ламп с условным световым потоком 1000 лм.

При определении освещенности в заданной точке расчет производится по формуле

$$E = \frac{\Phi_{л\mu} \sum \varepsilon}{1000kH}, \quad (3-10)$$

где μ — коэффициент, учитывающий составляющую освещенности от удаленных светильников ($\mu \geq 1,0$), световой поток которых не учитывается величиной $\Phi_{л}$; $\sum \varepsilon$ — 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

Рис. 3-2. Кривые относительной освещенности ε

1 — светильники СВ и СВР, 2 — СПОР; 3 — СПО 2 200, 4 — СПП 200М, 5 — СПО 200

площади, расчет ведется следующим образом.

Исходя из схемы размещения светильников и конфигурации освещаемой площади, намечается на ней расчетная точка, где ожидается минимальная освещенность. На рис. 3-3 приведено несколько характерных схем размещения светильников при освещении дорог. Буквами А, Б, В, Г и Д указаны точки, где предположительно создается минимальная освещенность. Далее определяются расстояния d от расчетной точки до каждого из светильников, в зоне которых она находится. По графику относительных освещенностей (см. рис. 3-2) находятся для каждого из расстояний соответствующие значения относительных освещенностей и подсчитывается $\sum \varepsilon$. Необходимый световой поток ламп определяется по формуле

$$\Phi_{л} = \frac{1000 E_{н} k H^2}{\mu \sum \varepsilon}, \quad (3-11)$$

соответственно

$$\sum \varepsilon = \frac{1000 E_{нk} H^2}{\mu \Phi_{л}}, \quad (3-12)$$

где $E_{нk}$ — задаваемая нормативная освещенность, лк.

Пример 3-4. По центру дороги шириной 10 м на высоте $H=8$ м подвешиваются светильники типа СПП-200М с лампой 200 Вт (2800 лм). Требуемая нормативная освещенность равна 0,5 лк.

Определить пролет L между двумя светильниками.

По формуле (3-12) сумма относительных освещенностей $\sum \varepsilon = 1000 \cdot 0,5 \cdot 1,3 \cdot 64 / 2800 = 15$ лк, следовательно, $\varepsilon = 7,5$ лк.

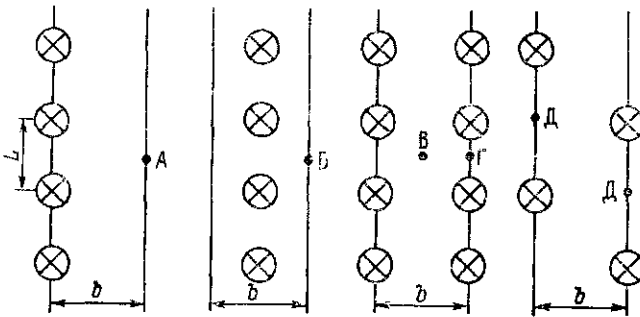


Рис. 3-3. Расположение точек минимальной освещенности (А, Б, В, Г, Д) для разных схем расстановки светильников

Значению $\varepsilon=7,5$ лк на кривой графика относительной освещенности (см. рис. 3-2) соответствует $H/d=0,4$, откуда $d=20$ м

$$L = 2 \sqrt{20^2 - 5^2} = 39 \text{ м.}$$

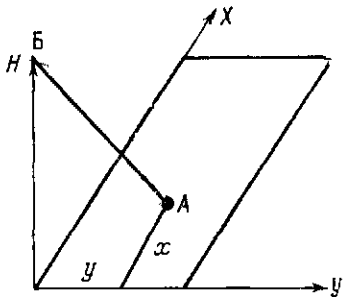
Некруглосимметричные светильники. Освещенность в точке А от некруглосимметричных светильников (СКЗРП, СКЗР, РКУ01) определяется не двумя параметрами d и H , как при применении круглосимметричных светильников, а тремя параметрами X , Y и H (рис. 3-4). Принимается, что направление оптической оси светильника совпадает с направлением координаты X .

Расчет освещенности производится с применением графиков условных изолюкн (рис. 3-5). По графикам (по значениям $\xi = x/H$ и $\eta = y/H$) определяется относительная освещенность от каждого из светильников, в зоне которых находятся расчетные

точки, и суммарная освещенность $\Sigma \epsilon$. Далее расчет производится по тем же формулам, что и для круглосимметричных светильников.

Пример 3-5. Требуется осветить светильниками ОПЗЛ 3×80 (3×4960 лм) монтажную площадку шириной 10 м. Требуемая освещенность 5 лк.

Светильники подвешиваются по оси площадки на высоте 8 м (см. рис. 3-3). Необходимо определить пролет между светильниками.



Определяем согласно формуле (3-12) необходимое значение $\Sigma \epsilon$ в точке А для обеспечения заданной освещенности:

$$\Sigma \epsilon = \frac{1000 \cdot 5 \cdot 1,5 \cdot 8^2}{3 \cdot 4960} = 32 \text{ лк.}$$

Следовательно, $\epsilon = 16$ лк.

По графику, представленному на рис. 3-5, изолюксе 16 лк и отношению $y/H = 5/8 = 0,62$ соответствует значение $x/H = 1$, откуда $x = 8$ м и $L = 16$ м.

Рис. 3-4. Координаты точки А
Б — светильник

Консольные светильники. Расчет освещения от консольных некруглосимметричных светильников производится по графикам условных изолюкс (рис. 3-5). Учитывая,

что такого типа светильники устанавливаются на опоре с наклоном 15° вверх от линии горизонта, необходимо, пользуясь

Коэффициент использования светового потока от консольных

X/H	ξ	ρ^2	Отноше									
			0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	
-0,6	-1,22	0,40	0	0,27	0,55	0,83	1,09	1,35	1,64	1,91	2,18	
-0,4	-0,84	0,52	0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,24	1,50	1,75	2,00	
-0,2	-0,61	0,66	0	0,23	0,46	0,69	0,92	1,15	1,38	1,61	1,84	
0,0	-0,36	0,83	0	0,21	0,43	0,64	0,85	1,06	1,28	1,49	1,74	
0,2	-0,15	1,02	0	0,20	0,40	0,59	0,79	1,00	1,19	1,39	1,58	
0,4	+0,03	1,24	0	0,18	0,37	0,56	0,74	0,93	1,11	1,30	1,48	
0,6	0,19	1,50	0	0,18	0,35	0,52	0,70	0,87	1,05	1,22	1,40	
0,8	0,34	1,78	0	0,16	0,33	0,50	0,66	0,82	0,99	1,16	1,32	
1,0	0,46	2,10	0	0,16	0,31	0,47	0,62	0,78	0,94	1,09	1,25	
1,2	0,51	2,45	0	0,15	0,30	0,44	0,59	0,74	0,89	1,04	1,18	
1,4	0,69	0,85	0	0,14	0,28	0,42	0,56	0,71	0,85	0,99	1,13	
1,6	0,78	3,27	0	0,14	0,27	0,40	0,54	0,68	0,81	0,94	1,08	
1,8	0,87	3,76	0	0,13	0,26	0,39	0,52	0,64	0,77	0,90	1,03	
2,0	0,94	4,27	0	0,12	0,25	0,37	0,49	0,62	0,74	0,86	0,98	
2,2	1,02	4,83	0	0,12	0,24	0,35	0,47	0,59	0,71	0,83	0,94	
2,4	1,09	5,45	0	0,11	0,23	0,34	0,45	0,57	0,68	0,79	0,91	
2,6	1,15	6,13	0	0,11	0,22	0,33	0,44	0,55	0,65	0,76	0,87	
2,8	1,21	6,85	0	0,10	0,21	0,32	0,42	0,53	0,63	0,74	0,84	
3,0	0,26	7,60	0	0,10	0,20	0,31	0,41	0,51	0,61	0,71	0,82	

графиком условных изолюкс, определение координат производить по табл. 3-4.

Суммарная относительная освещенность определяется по формуле

$$\sum \epsilon = \frac{1000 E_n k H^2 \rho^3}{\Phi_n} \quad (3-13)$$

Пример 3-6. Участок дороги шириной 12 м (рис 3-3) освещается светильниками СКЗЛ 3×40 (суммарный световой поток равен 8550 лм). Высота установки светильников 7 м, минимально допустимая освещенность — 1 лк. Расчет производится исходя из условий создания необходимой освещенности в точке А.

По табл 3-4 и значению $x/H = 12/7 = 1,7$, интерполируя, находим значение $\xi = 0,83$ и $\rho = 3,55$. По формуле (3-13) находим

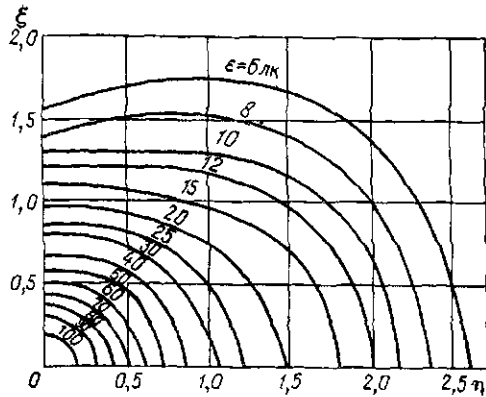


Рис. 3-5. График условных изолюкс светильников СПЗЛ и СКЗЛ

$$\sum \epsilon = 2\epsilon = \frac{1000 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 49 \cdot 3,55}{8550} = 30,5 \text{ лк.}$$

Отсюда $\epsilon = 15,25$ лк

Таблица 3-4

светильников, установленных под углом 15—20°

ние y/H												
	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
2,46	2,73	3,00	3,28	3,55	3,82	3,82	4,16	4,37	4,64	4,92	5,19	5,46
2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
2,07	2,30	2,53	2,76	2,99	3,22	3,22	3,45	3,68	3,91	4,14	4,37	4,60
1,92	2,13	2,34	2,56	2,77	2,98	2,98	3,20	3,41	3,62	3,83	4,05	4,26
1,78	1,98	2,18	2,38	2,57	2,77	2,77	2,97	3,17	3,37	3,56	3,76	3,96
1,66	1,85	2,04	2,22	2,40	2,59	2,59	2,78	2,96	3,14	3,33	3,52	3,70
1,58	1,75	1,92	2,10	2,28	2,45	2,45	2,62	2,80	2,98	3,15	3,32	3,50
1,48	1,65	1,82	1,98	2,14	2,31	2,31	2,48	2,64	2,80	2,97	3,14	3,30
1,40	1,56	1,72	1,87	2,03	2,18	2,18	2,34	2,50	2,65	2,81	2,96	3,12
1,33	1,48	1,63	1,78	1,92	2,07	2,07	2,22	2,37	2,52	2,66	2,81	2,96
1,27	1,41	1,53	1,69	1,83	1,97	1,97	2,12	2,26	2,40	2,54	2,68	2,82
1,22	1,35	1,48	1,62	1,76	1,84	1,84	2,02	2,16	2,30	2,43	2,56	2,70
1,16	1,29	1,42	1,55	1,68	1,81	1,81	1,94	2,06	2,14	2,32	2,45	2,58
1,11	1,23	1,35	1,48	1,60	1,72	1,72	1,84	1,97	2,09	2,21	2,34	2,46
1,06	1,18	1,30	1,42	1,53	1,65	1,65	1,77	1,89	2,01	2,12	2,24	2,36
1,02	1,14	1,25	1,36	1,48	1,59	1,59	1,70	1,82	1,93	2,04	2,16	2,27
0,98	1,09	1,20	1,31	1,42	1,53	1,53	1,64	1,74	1,85	1,96	2,07	2,18
0,95	1,06	1,16	1,26	1,37	1,48	1,48	1,58	1,69	1,79	1,90	2,00	2,11
0,92	1,02	1,12	1,22	1,33	1,43	1,43	1,53	1,63	1,73	1,84	1,94	2,04

Согласно графику условных изолюкс (см. рис. 3-5), найденное значение ϵ соответствует значению $\eta=1,3$. По табл. 3-4 определяем, что при $\eta=1,3$ и $\xi=0,83$ значение $y/H=1,9$, откуда $y=1,9 \cdot 7=13,5$ м и $L=27$ м.

3-4. РАСЧЕТ ПРОЖЕКТОРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Конечной целью расчета прожекторной осветительной установки является определение: а) числа прожекторов, необходимых для создания на освещаемой площади заданной расчетной освещенности; б) мест установки прожекторных мачт и прожекторов; в) высоты установки прожекторов над освещаемой поверхностью; г) углов наклона прожекторов в вертикальной плоскости; д) углов поворота прожекторов в горизонтальной плоскости.

Когда прожекторы начали впервые применять для наружного освещения, расчет необходимого их числа производили, задаваясь средней освещенностью на освещаемой территории. При этом расположение прожекторов и их установочные параметры определялись путем вычерчивания на плане освещаемой территории очертаний световых пятен, образованных каждым прожектором; считалось, что эти пятна имеют эллиптическую форму. Многими авторами для ускорения расчетов были разработаны аналитические и графические методы определения значений малой и большой осей эллипсов по заданным значениям высоты установки прожекторов над освещаемой поверхностью и углов их наклона. Такая практика расчета прожекторного освещения приводит к большим погрешностям, так как освещенность в центральной части эллиптического пятна и в периферийной его части различается в десятки раз.

Большим шагом в развитии методов расчета прожекторного освещения явилось предложение В. В. Мешкова о применении при расчетах кривых изолюкс. Это позволило при определении параметров размещения прожекторов путем компоновки световых пятен перейти от пятен эллиптической формы к пятнам, имеющим форму кривой изолюкс заданной расчетной освещенности. Для выполнения светотехнической части проекта по такому методу в распоряжении проектировщика должен быть набор кривых изолюкс для различных высот установки прожекторов и различных углов их наклона.

Различными авторами в разное время было разработано несколько оригинальных методов расчета и построения кривых изолюкс и определения освещенности от одиночного прожектора в заданной точке. Следует указать, что определение необходимого числа прожекторов и их установочных параметров методом компоновки световых пятен, как показала практика применения этого метода, требует большой затраты времени и даст иногда совершенно случайное решение поставленной задачи.

Этот метод имеет смысл применять только в тех случаях, когда разрабатывается проект освещения небольших площадей с малой освещенностью, и при рассредоточенном расположении прожекторов по освещаемой территории (по 1—3 прожектора в каждом месте их установки).

При разработке проектов освещения с групповым, сосредоточенным расположением прожекторов рекомендуется применять другой метод. Расчет основан также на использовании кривых изолюкс от одного прожектора, однако эти кривые служат только промежуточным звеном для построения графиков изолюкс от группы прожекторов. При этом под группой прожекторов понимается ряд прожекторов, установленных на одной и той же прожекторной мачте на одинаковой высоте от уровня освещаемой поверхности и имеющих один и тот же угол наклона в вертикальной плоскости. Более того, прожекторная мачта со всеми установленными на ней прожекторами рассматривается далее как единый мощный светильник. В зависимости от числа устанавливаемых на мачте прожекторов и их установочных параметров такой «светильник» будет иметь определенное распределение светового потока и создавать на территории вокруг мачты определенное распределение освещенности. Полное изложение этого метода расчета дается ниже.

Для ориентировочных расчетов вполне возможно использовать известный метод светового потока или метод удельной мощности.

Коэффициент запаса освещенности при расчетах прожекторного освещения с учетом повышенного влияния запыления отражателя и защитного стекла прожектора на светотехнические характеристики прожектора рекомендуется принимать равным 1,5.

Выбор угла наклона прожекторов. При изменении угла наклона прожектора (угла между направлением оптической оси прожектора и горизонтом) значительно изменяются освещенность, форма и площадь светового пятна.

Световое пятно при угле наклона прожектора θ , превышающем половину угла рассеяния в вертикальной плоскости ($\theta > \beta_b$), имеет форму эллипса, при равенстве углов θ и β_b — параболы и при $\theta < \beta_b$ — гиперболы.

Коэффициент использования светового потока в первом случае будет наибольшим, так как весь световой поток прожектора в пределах угла рассеяния попадает на освещаемую поверхность. Однако из этого не следует делать вывод о неприемлемости применения малых углов наклона, так как в некоторых случаях, например при необходимости освещения далеко расположенных объектов или для создания освещенности в вертикальной плоскости, такое решение будет рациональным.

Многочисленные вычисления показали, что и площадь, ограниченная кривой одинаковой освещенности, также изменяется

при изменении угла наклона. При больших углах наклона световое пятно находится в непосредственной близости от основания прожекторной мачты. Затем с уменьшением угла наклона оно перемещается все дальше и дальше от мачты и приобретает эллиптическую форму. Площадь светового пятна сперва возрастает до определенного предела, а затем начинает уменьшаться, и при некотором значении угла наклона световое пятно превращается в точку, которая по своему расположению совпадает или находится вблизи точки пересечения оптической о и прожектора с освещаемой горизонтальной плоскостью.

Угол наклона прожектора, при котором площадь, ограниченная кривой одинаковой заданной освещенности, имеет максимальное значение, является наивыгоднейшим. Определить этот угол можно путем измерения и сравнения площади светового пятна при различных углах наклона, что требует большой затраты времени.

Р. А. Сапожников в своих исследованиях пришел к заключению, что наивыгоднейшее значение угла наклона, соответствующее определенному значению горизонтальной освещенности E_T , достаточно точно (с точностью до $1-2^\circ$) совпадает с тем значением угла наклона, при котором создается на освещаемой площади средняя освещенность $\bar{E}_{cp} = E_T$.

Г. М. Кнорринг рекомендует под наивыгоднейшим углом понимать такой угол, при котором максимальное значение будет иметь не площадь, а произведение Eq , где q — площадь, ограниченная кривой изолукс (табл. 3-5).

Таблица 3-5

Значения EN^2 , соответствующие наивыгоднейшим углам наклона прожекторов

Тип прожектора	Мощность и напряжение лампы	θ, \dots°			
		8	10	12	15
ПЗС-45	1000 Вт, 220 В	150—200	200—280	280—430	430—600
ПЗС-35	500 Вт, 220 В	75—120	120—190	190—300	300—420

Продолжение табл. 3-5

Тип прожектора	Мощность и напряжение лампы	θ, \dots°			
		18	21	24	27
ПЗС-45	1000 Вт, 220 В	600—1000	1000—1800	1800—3000	3000—4500
ПЗС-35	500 Вт, 220 В	420—680	680—900	900—1400	1400—2000

Выводы исследований Р. А. Сапожникова и Г. М. Киорринга справедливы для проектных случаев, когда освещенность создается одиночными прожекторами или с однослойной компоновкой изолукс. При применении для освещения открытых пространств группового расположения прожекторов определение наивыгоднейших углов наклона прожекторов следует производить, исходя из других расчетных предпосылок.

Решающими факторами, определяющими выбор угла наклона прожекторов, являются расстояние от прожекторной мачты до освещаемого участка территории и практически возможная высота установки прожекторов.

Расчет по удельной мощности. Ориентировочное определение необходимого числа прожекторов и общей мощности установки прожекторного освещения можно вести упрощенным способом по методу удельной мощности.

Необходимое число прожекторов при расчете по методу светового потока определяется по формуле

$$N = \frac{E_n S k}{\Phi_{л} \eta_{п} \eta_{z}}, \quad (3-14)$$

где N — определяемое число прожекторов; $\eta_{п}$ — КПД прожектора в долях единицы; η — коэффициент использования светового потока прожекторов; z — коэффициент неравномерности освещения, равный $E_{min}/E_{ср}$.

Для упрощения расчета формулу (3-14) можно представить в виде

$$N = \frac{E_p S}{\Phi_{лс}}, \quad (3-15)$$

где $c = \eta_{п} \eta_{z}$ и $E_p = E_n k$.

От уравнения (3-15), определяющего число прожекторов, легко перейти к выражению удельной мощности прожекторного освещения на 1 м^2 площади.

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

$$p = P_0 / S, \quad (3-16)$$

где P_0 — общая мощность ламп всех прожекторов, установленных для освещения площади S , Вт.

Принимая число прожекторов $N=1$, подставим значение S из формулы (3-15) в формулу (3-16):

$$p = \frac{E_p P_{л}}{c \Phi_{л}}, \quad (3-17)$$

где $P_{л}$ — мощность лампы принятого типа прожектора.

Формулу (3-17) представим в виде

$$p = m E_p, \quad (3-18)$$

где $m = 1/(\eta_{п} \eta_{z} \gamma)$; γ — световая отдача применяемых ламп, $\text{лм}/\text{Вт}$.

Выбор для конкретного проектного случая определенного источника света и типа прожектора однозначно определяет значение световой отдачи γ и КПД $\eta_{\text{л}}$ независимо от параметров и назначения освещаемой площади.

Коэффициент использования светового потока η определяется размерами освещаемой площади, создаваемой освещенностью и формой кривой распределения света прожектора. Чем больше освещаемая площадь, тем меньше потери светового потока. При этом играет роль в основном не длина освещаемой площади, а ее ширина. Более высокие расчетные освещенности предопределяют большие углы наклона прожекторов и тем самым меньшие потери светового потока.

Коэффициент неравномерности освещения z определяется многими факторами, в частности коэффициентом усиления, формой кривой распределения света прожектора, высотой его установки и значением создаваемых освещенностей. Как показали расчеты, коэффициент неравномерности имеет значительно меньшее значение при создании освещенности в пределах 0,5—1,5 лк, когда применяется однослойная компоновка изолюкс.

Ориентировочные значения коэффициента m приведены в табл. 3-6. Для повышения точности расчетов в таблице приведены рекомендуемые значения коэффициента m дифференцированно для освещенностей 0,5—1,5 лк и для более высоких освещенностей. Следует оговорить, что при расчете осветительной установки на освещенность выше 30 лк значение коэффициента m уменьшается ориентировочно на 10—20%. Приведенные данные рассчитаны для прямоугольного расположения прожекторных мачт; при шахматном их размещении, при ширине освещаемой площадки до 200 м, значение коэффициента m снижается на 10—15%.

Учитывая, что при применении ксеноновых ламп (ДКСТ) высота установки светильников значительно больше влияет на численные значения коэффициентов η и z и соответственно на коэффициент m , в табл. 3-6 его значения даны отдельно для высоты 30 и 50 м. Рассчитаны они для варианта шахматного размещения мачт. В остальных случаях расчеты произведены для прямоугольного размещения мачт.

Определив по табл. 3-6 значение коэффициента m , по формуле (3-18) рассчитывают удельную мощность p , а по формуле

$$N = pS/P_{\text{л}} \quad (8-19)$$

находят общее потребное число прожекторов для создания на расчетной площади заданной освещенности.

Далее, исходя из параметров освещаемой площади, ее особенностей и назначения определяется число и месторасположение прожекторных мачт. Этим самым также определяется и число прожекторов, подлежащих установке на каждой из них. Следует учитывать необходимость обеспечения по мере возмож-

Ориентировочные значения коэффициента t

Тип лампы	Тип прожектора или светильника	Ширина освещаемой площадки, м	Расчетная освещенность, лк	
			0,5—1,5	2,0—30,0
Лампа накаливания	ПЭС, ПСМ	75—150	0,90	0,30
		175—300	0,50	0,25
Лампа накаливания с йодным циклом	ПКН, ИСУ	75—125	0,35	0,20
		150—350	0,20	0,15
ДРЛ	ПЭС, ПЗМ	75—250	0,25	0,13
		275—350	0,30	0,15
ДРИ	ПЭС, ПСМ	75—150	0,30	0,10
		175—350	0,16	0,06
ДКсТ-50 000 ДКсТ-20 000	ОУКсН ($H = 50$ м)	200—275	0,50	0,35
		300—400	0,40	0,20
ДКсТ-20 000	ОУКсН ($H = 30$ м)	150—175	0,75	0,50
		200—350	0,50	0,40
ДКсТ-10 000	СКсН ($H = 20-30$ м)	100—150	0,55	0,45
		175—250	0,40	0,35

ности многостороннего освещения каждого из объектов освещаемой территории. Расстояние между мачтами принимается, исходя из высоты применяемых прожекторных мачт, назначения и особенностей освещаемой территории. При освещении территорий, свободных от затеняющих сооружений, крупногабаритного оборудования или механизмов (например, карьеры), расстояние между мачтами не должно превышать 15-кратной высоты мачт. При наличии затеняющих сооружений это соотношение должно быть снижено. По мере возможности для установки прожекторов должны быть использованы имеющиеся на освещаемой территории высотные сооружения и естественные возвышенности.

Расчет по способу компоновки изолюкс. Разработка проекта наружного освещения способом компоновки изолюкс практически производится следующим образом.

На освещаемой территории прежде всего намечают, руководствуясь планировочными и светотехническими соображениями, возможные места размещения прожекторных мачт, затем выясняют возможность установки прожекторов на высотных сооружениях и естественных возвышенностях, если они имеются на освещаемой территории или в непосредственной близости к ней. Далее, применяя заранее изготовленные шаблоны, имеющие форму выбранной изолуксы, с учетом высоты установки прожектора H и угла наклона θ , намечают наиболее выгодное размещение шаблонов на плане территории. Необходимо добиваться полного (без пропусков) перекрытия при всей освещаемой площади и избегать излишнего перекрытия одного светового пятна

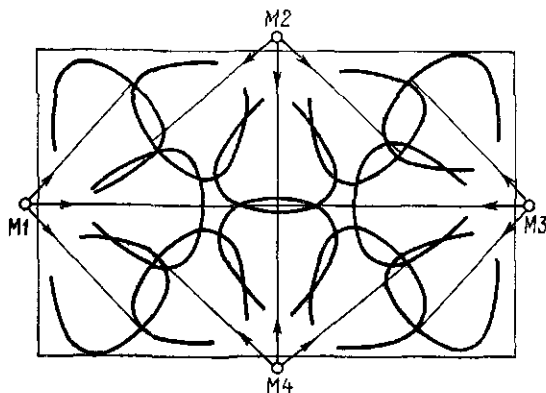


Рис. 3-6. Компоновка изолукс
М — мачта

другим (рис. 3-6). Шаблоны для удобства компоновки изготовляются из кальки.

При выборе изолуксы для изготовления шаблона следует иметь в виду, что освещенность, соответствующая этой кривой, должна быть равна $Ek/2$, где E — требуемая освещенность данной территории и k — коэффициент запаса.

В том случае, когда нужно создать высокую освещенность и приходится в каждую точку направлять не один, а два или несколько прожекторов, выбираемая изолукса принимается равной $Ek/(2n)$, где n — число наложенных друг на друга исходных изолукс (создаваемых одним прожектором). Практически точки минимума световых пятен от различных прожекторов не совпадают, поэтому следует взять для построения исходной изолуксы не значение $Ek/(2n)$, а несколько меньшее значение, увеличивая знаменатель выражения. Например, при компоновке двух световых пятен ($n=2$) надо взять выражение $Ek/5$, а не $Ek/4$; при компоновке трех световых пятен ($n=3$) следует взять выражение $Ek/10$, а не $Ek/9$ и т. д. Значение знаменателя в при-

веденных выражениях точно не определено и является ориентировочным.

Угол наклона прожектора для компоуемых изолюкс следует выбирать, исходя из расстояния от мачты (предполагается, что высота мачты и ее расположение уже выбраны ранее) до освещаемого участка территории. При этом нужно приблизить угол наклона по мере возможности к наивыгоднейшему углу. Совершенно ясно, что масштаб, в котором изготовлены шаблоны и вычерчен план освещаемой территории, должен быть одним и тем же.

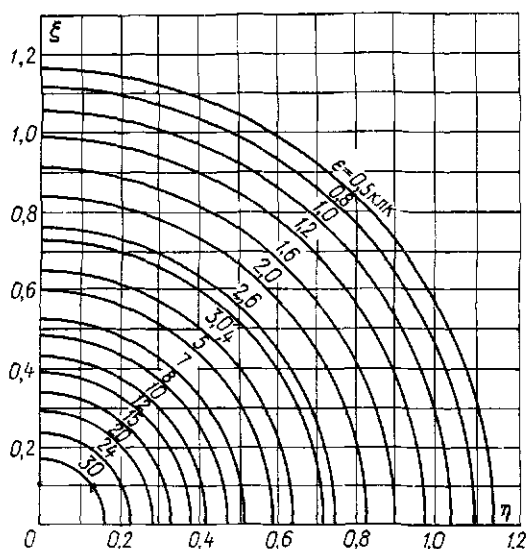


Рис. 3-7. Кривые относительных изолюкс прожектора ПСМ-50 с лампой ДРЛ-700

Расчет освещенности от одиночного прожектора. Различными авторами в различное время были предложены несколько методов расчета прожекторного освещения. Наиболее простой и наиболее распространенный метод разработан Р. А. Сапожниковым и Г. М. Кноррингом. Он основан на применении кривых относительных изолюкс и вспомогательных расчетных таблиц (табл. 3-7).

Кривые относительных изолюкс (рис. 3-7, 3-8) представляют собой кривые, соединяющие точки равной расчетной освещенности в плоскости, перпендикулярной оптической оси прожектора, находящейся на расстоянии 1 м от светового центра прожектора. Координатами каждой точки кривых относительных изолюкс приняты ξ и η , причем ось ξ соответствует оси X в системе прямоугольных координат и ось η — оси Y .

Значения ξ , ρ и ρ^3 для расчета

В.	Параметр	Значение													
		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
8	ξ	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
	ρ	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
	ρ^3	1,42	4,2	9,5	18	30	46	68	97	132	173	225	284	350	430
10	ξ	0,7	0,44	0,30	0,21	0,15	0,11	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04
	ρ	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
	ρ^3	1,54	4,5	9,8	18	30	48	69	98	132	174	225	284	353	432
12	ξ	0,63	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
	ρ	1,19	1,7	2,2	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,0	7,5
	ρ^3	1,66	4,7	10	19	31	48	70	98	132	174	225	283	350	425
14	ξ	0,6	0,35	0,23	0,14	0,08	0,04	0	0,03	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,11
	ρ	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
	ρ^3	1,77	4,9	10	19	31	48	70	98	132	173	222	280	345	425
16	ξ	0,56	0,32	0,13	0,10	0,04	0	0,04	0,06	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15
	ρ	1,24	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,0	5,6	6,0	6,5	7,0	7,5
	ρ^3	1,89	5,1	11	19	32	48	70	97	130	172	220	277	343	415
18	ξ	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
	ρ	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
	ρ^3	2,0	5,2	11	1,9	32	48	69	97	130	170	216	272	340	410
20	ξ	0,47	0,25	0,12	0,04	0,05	0,07	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,20	0,21	0,22
	ρ	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
	ρ^3	2,1	5,3	11	19	32	48	68	95	128	167	213	267	330	400
22	ξ	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
	ρ	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
	ρ^3	2,2	5,6	11	19	31	48	68	94	125	163	210	260	320	390
24	ξ	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
	ρ	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
	ρ^3	2,3	5,6	11	19	31	47	67	92	123	160	205	255	315	380
26	ξ	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
	ρ	1,34	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,2	6,7	7,2
	ρ^3	2,39	5,7	11	19	31	46	65	90	120	156	198	247	305	370
28	ξ	0,3	0,10	0,03	0,11	0,17	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37
	ρ	1,35	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	5,8	6,2	6,6	7,1
	ρ^3	2,47	5,7	11	19	30	45	64	87	116	151	192	240	295	355
30	ξ	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
	ρ	1,37	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	5,7	6,1	6,6	7,0
	ρ^3	2,53	5,8	11	19	30	44	62	85	112	145	184	230	283	343

Примечание. Левее жирной линии значение ξ относится к нижнему квадрант осей неодинаково.

прожекторного освещения

ние x/H												
8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	13	14	15	
0,02 8,1 520	0,03 8,6 625	0,03 9,0 740	0,04 9,5 860	0,04 10 1020	0,05 10,5 1170	0,06 11 1350	0,06 11,5 1530	0,06 12 1740	0,07 13 2200	0,07 14 2700	0,08 15 3400	
0,05 8,1 520	0,06 8,5 625	0,07 9,0 735	0,07 9,5 8600	0,08 10 1010	0,08 10,5 1160	0,09 11 1340	0,09 11,5 1520	0,10 12 1720	0,10 13 2180	0,11 14 2700	0,11 15 3350	
0,09 8,0 515	0,10 8,5 620	0,10 9,0 730	0,11 9,5 850	0,11 10 995	0,12 10,5 1150	0,12 11 1320	0,13 11,5 1500	0,13 11,9 1700	0,14 12,9 2150	0,14 13,9 2700		
0,12 8,0 512	0,13 8,5 610	0,14 9,0 720	0,14 9,5 845	0,15 9,9 980	0,15 10,4 1140	0,16 10,9 1300	0,16 11,4 1480	0,17 11,9 1670				
0,16 8,0 500	0,17 8,4 600	0,17 8,9 710	0,18 9,4 830	0,18 9,9 960	0,19 10,4 1110	0,19 10,9 1200	0,20 11,3 1450					
0,19, 7,9 495	0,20 8,4 580	0,21 8,9 700	0,21 9,3 810	0,22 9,8 940	0,22 10,3 1080	0,23 10,8 1240						
0,23 7,9 485	0,24 8,3 580	0,24 8,8 680	0,25 9,3 800	0,26 9,7 920	0,26 10,2 1060							
0,27 7,8 470	0,27 8,3 500	0,28 8,7 660	0,29 9,2 770	0,29 9,6 890								
0,31 7,7 460	0,31 8,2 545	0,32 8,6 640	0,33 9,1 750									
0,34 7,6 445	0,35 8,1 525	0,36 8,5 620										
0,38 7,5 425	0,39 8,0 505											
0,42 7,4 410												

ту, что учитывается в случаях, когда светораспределение прожектора вверх и вниз от

Не приводя выводов, укажем только результирующие формулы, необходимые для проведения расчетов:

$$y = \eta \rho H; \quad (3-20)$$

соответственно

$$\eta = y/(\rho H); \quad (3-21)$$

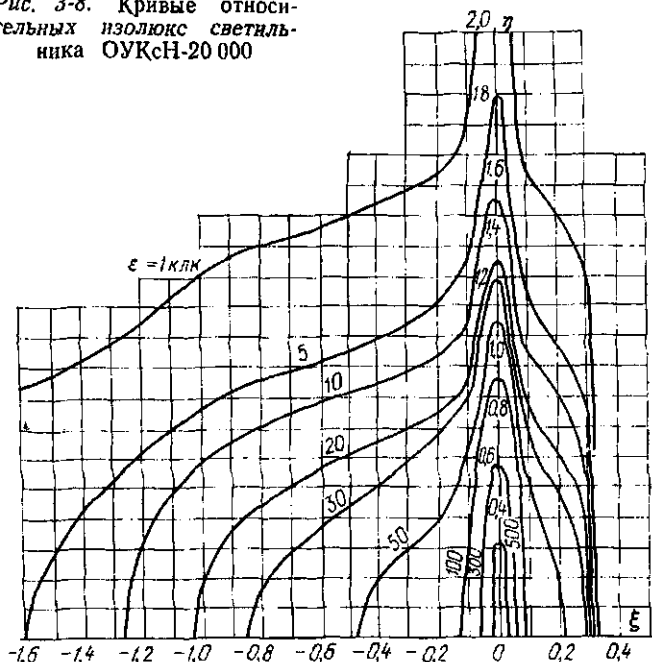
$$\varepsilon = EH^2\rho^3 \quad (3-22)$$

и

$$E = \varepsilon/(H^2\rho^3), \quad (3-23)$$

где ε — относительная освещенность; E — освещенность в расчетной точке; ρ — вспомогательный коэффициент, определяемый по табл. 3-7.

Рис. 3-8. Кривые относительных изолук светильника ОУКСН-20 000



Определение освещенности в точке горизонтальной плоскости производится в следующем порядке.

Зная высоту установки прожектора H и угол его наклона θ и измерив по плану координаты x и y точки, в которой рассчитывается освещенность, находим отношение x/H и выписываем из табл. 3-7 значения ξ , ρ и ρ^3 . По формуле (3-18) определяем η . Зная η и ξ , по графику относительной освещенности находим значение для ε и по формуле (3-23) определяем освещенность в расчетной точке.

Если необходимо построить кривые изолюкс осветительного прибора, т. е. найти на плоскости координаты точек, имеющих заданную освещенность, расчет производится следующим образом.

Задаваясь последовательно различными значениями x/H согласно табл. 3-7, рассчитываем ординату y , при которой точка имеет необходимую освещенность. Для каждого значения x/H выписываем из табл. 3-7 значения ξ , ρ и ρ^3 , вычисляем ϵ по формуле (3-22) и по графику кривых относительных изолюкс применяемого типа прожектора или светильника находим η , как абсциссу точки, ордината которой равна ξ , а относительная освещенность — вычисленному значению ϵ . Далее, по формуле (3-20) находим координату y искомой точки. Производя такие

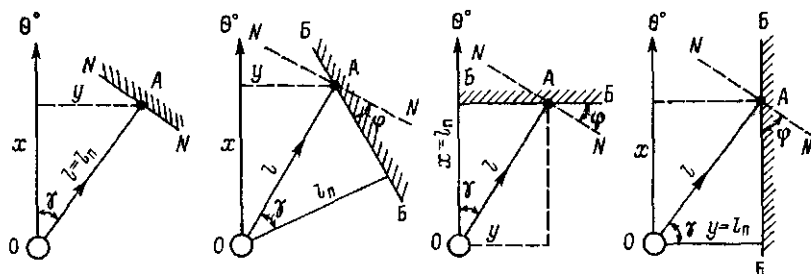


Рис. 3-9. Схемы расположения вертикальных плоскостей

расчетные операции для нескольких значений x/H , получаем достаточное число точек для построения кривой одинаковой освещенности.

Освещенность в вертикальной плоскости

$$E_v = E_r \frac{l_n}{H}, \quad (3-24)$$

где E_r — освещенность в горизонтальной плоскости в той же точке, где рассчитывается освещенность в вертикальной плоскости; l_n — кратчайшее расстояние от проекции светового центра прожектора на расчетную плоскость (рис. 3-9) до вертикальной плоскости; H — высота размещения прожектора над уровнем расположения расчетной точки А.

Формула (3-24) справедлива для случая, когда световой луч, создающий освещенность в точке А, лежит в плоскости, перпендикулярной освещаемой вертикальной плоскости. Это положение вертикальной плоскости характеризуется максимумом вертикальной освещенности.

Если определяется освещенность в вертикальной плоскости, отклоненной от нормали $N-N$ (рис. 3-9), то в расчетную формулу (3-24) вводится дополнительный коэффициент, равный $\cos \phi$.

Расчетная формула для определения освещенности в вертикальной плоскости (вне зависимости от ее расположения) принимает вид

$$E_v = E_r \frac{l_n}{H} \cos \varphi. \quad (3-25)$$

Для частного случая, когда вертикальная плоскость перпендикулярна оси X (рис. 3-9) и $l_n = x$, а угол $\varphi = \gamma$, расчет освещенности может производиться по формуле

$$E_v = E_r \frac{x^2}{Hl}. \quad (3-26)$$

При ориентации вертикальной плоскости перпендикулярно оси Y (рис. 3-9) $l_n = y$ и расчетная формула приобретает вид

$$E_v = E_r \frac{y^2}{Hl}. \quad (3-27)$$

Существенным недостатком точечного метода расчета является его кропотливость, требующая для проведения расчетов длительного времени. Особенно это проявляется при подсчете горизонтальных и вертикальных освещенностей не от одного, а от многих прожекторов или светильников. При проектировании осветительной установки, например, для спортивного стадиона приходится рассчитывать освещенности в очень многих контрольных точках, расположенных не только в разноориентированных плоскостях, но и на разных высотах. Такие расчеты производятся на ЭВМ.

Для уяснения изложенной выше методики расчетов приведем примеры.

Пример 3-7. Требуется рассчитать освещенность в точке А от прожектора ПСМ-50 с лампой ДРЛ мощностью 700 Вт, установленного на высоте 15 м с углом наклона 16° . Расположение точки А определяется координатами $x=30$ м и $y=20$ м.

Расчет производим в следующей последовательности.

1. Определяем отношения: $x/H=30/15=2$ и $y/H=20/15=1,3$.

2. Из табл. 3-7 по данным $x/H=3$ и $\theta=16^\circ$ выписываем значения: $\xi=0,19$, $\rho=2,2$ и $\rho^2=11$.

3. Пользуясь формулой (3-21), определяем

$$\eta = \frac{20}{2,2 \cdot 15} \approx 0,6.$$

4. Пользуясь графиком равных значений относительных изолюкс (см. рис. 3-7), по значениям $\xi=0,19$ и $\eta=0,6$ находим $e=5000$ лк.

5. По формуле (3-23) вычисляем освещенность

$$E_r = \frac{5000}{15^2 \cdot 11} \approx 2 \text{ лк.}$$

Пример 3-8. Требуется определить координаты точек, через которые проходят изолюксы $E=2$ лк и $E=4$ лк.

Светильник типа ОУКсН-20 000 с ксеноновой лампой типа ДКсТ-20 000, 20 кВт, установлен на высоте 50 м с углом наклона $\theta=20^\circ$.

1. Задаваясь значениями отношения x/H (первая графа расчетной табл. 3-8), находим x (вторая графа) и выписываем из табл. 3-8 коэффициенты ξ , ρ и ρ^3 (третья, четвертая и пятая графы)

2. По формуле (3-22) определяем для каждого из значений E величину относительной освещенности и записываем их в шестую графу расчетной таблицы

3. По графику, представленному на рис. 3-8, по значениям ξ и e находим η (седьмая графа).

4. По формуле (3-20) вычисляем значения координат y .

5. В необходимом масштабе строим изолюксы $E=2$ лк и $E=4$ лк (рис. 3-10).

При выполнении проекта необходимо иметь набор графиков изолюкс в виде альбома для различных углов наклона и высот установки прожекторов. Графики должны быть изображены в том масштабе, в каком представлены генпланы освещаемых площадок. Обширность такого информационного материала (учитывая еще, что он должен быть дан для всех имеющихся типов прожекторов) создает определенную техническую трудность, связанную с его изданием. Различными авторами были даны несколько предложений по унификации и сокращению информационного справочного материала по графикам изолюкс.

Имеется, например, предложение издавать эти графики для высоты установки прожекторов $H=10$ м. Пользование такими графиками при любой высоте возможно двумя способами:

1. Те изолюксы, которые требуются для расчета, перестраиваются для необходимой высоты. При этом изолюкса освещенности E при высоте 10 м становится изолюксой освещенности

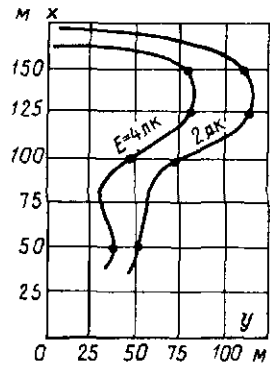


Рис. 3-10. Построение изолюкс (к примеру 3-8)

Таблица 3-8

Расчетная таблица (к примеру 3-8)

x/H	x	ξ	ρ	ρ^3	$E = 2 \text{ лк}$			$E = 4 \text{ лк}$		
					e	η	y	e	η	y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	50	0,47	1,28	2,1	10 500	0,82	52,5	21 000	0,62	40,0
1,5	75	0,25	1,8	5,3	26 500	0,65	58,5	53 000	0,30	27,0
2	100	0,12	2,2	11	55 000	0,55	60,5	110 000	0,42	46,0
2,5	125	0,04	2,7	19	95 000	0,82	112	190 000	0,60	81,0
3	150	0,03	3,2	32	160 000	0,70	105	320 000	0,50	80,0
3,5	175	0,07	3,6	48	240 000	—	—	480 000	—	—
4	200	0,11	4,1	68	—	—	—	—	—	—
4,5	225	0,13	4,6	95	—	—	—	—	—	—
5	250	0,15	5,0	128	—	—	—	—	—	—

$100EH^2$ при высоте H . Соответственно изменяются координаты точек изолюксы: точка с координатами x, y получает на перестроенном графике координаты $xH/100$ и $yH/100$, которые должны быть изображены в масштабе плана освещаемой территории.

2. Перечерчивается план освещаемой территории так, чтобы было можно непосредственно работать с изолюксами для высоты 10 м, не меняя соответствующих значений освещенности.

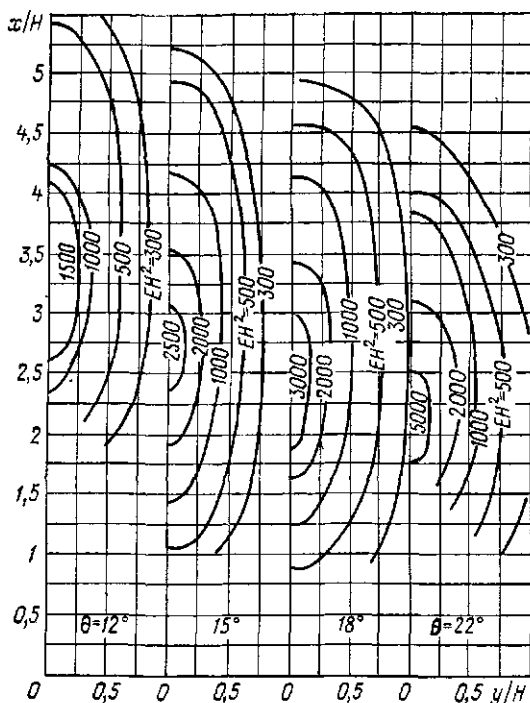


Рис. 3-11. Кривые изолюкс прожектора ПСМ-50-1 с лампой мощностью 1000 Вт

При этом все размеры плана (прочтенные в его масштабе) должны быть уменьшены в $H/10$ раз и изображены в масштабе графика изолюкс, расчет же освещения должен быть произведен на пересчитанное значение освещенности $E_n k H^2 / 100$.

Совершенно ясно, что такая перестройка генплана проста в исполнении только в том случае, когда в плане нет никаких сооружений или рабочих зон, которые требуют учета при компоновке изолюкс.

Представляет интерес предложение публиковать информацию о данных для построения шаблонов изолюкс не в виде графиков, а в виде таблиц расчетных координат точек, через кото-

рые проходит определенная изолюкса (наподобие расчетной таблицы к примеру 3-2). Такие таблицы, например, рассчитаны применительно к прожекторам типа ПЗС-45 для различных углов наклона и высоты $H=21$ м. Если необходимо построить изолюксы для другой высоты H установки прожекторов, указанные в таблице значения x и y надо умножить на $21/H$, а значения освещенности — на $(21/H)^2$. Недостатком такого информационного материала является отсутствие наглядности (формы изолюкс неясны без их построения), что затрудняет выбор типа прожектора и нужного угла наклона.

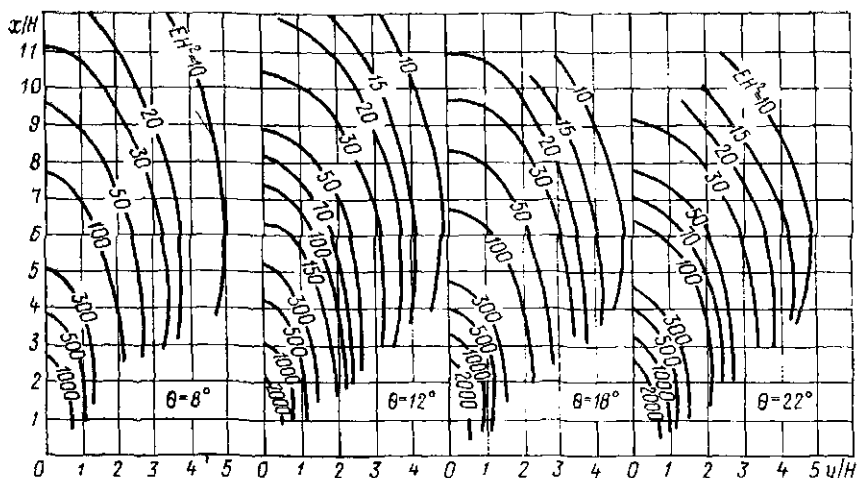


Рис. 3-12. Кривые изолюкс прожектора ПСМ-50 с лампой ДРЛ-700

Представляется более простым и наглядным изображать на графиках информационных материалов не кривые изолюкс, а кривые одинаковых значений EH^2 , соответственно по оси абсцисс и по оси ординат откладывать не расстояния в метрах, а расстояния в единицах высоты установки прожекторов (x/H и y/H).

На рис. 3-11—3-14 приведены такие графики для различных типов прожекторов.

При заданной высоте установки прожекторов H переход от x/H и y/H путем умножения на значение H к x и y в метрах и от EH^2 к освещенностям (делением на H^2) не представляет затруднений. Строится график в том масштабе, в котором представлен генплан освещаемой площадки.

Расчет освещенности от группы прожекторов. Под группой прожекторов понимается определенное число прожекторов, установленных на одной и той же прожекторной мачте (на одинаковой высоте от уровня освещаемой поверхности) и имеющих

один и тот же угол наклона в вертикальной плоскости θ . Оптические оси смежно расположенных прожекторов группы смещены относительно друг друга на угол τ (рис. 3-15).

Угол τ определяет число прожекторов в группе ($N = \omega/\tau$, где ω — необходимый угол действия прожекторов группы) и значение освещенности, создаваемой на освещаемой территории.

Освещенность будет увеличиваться с уменьшением угла τ и уменьшаться с его увеличением.

Имея графики кривых одинаковой освещенности от одного прожектора, нетрудно построить графики кривых одинаковой освещенности и от группы прожекторов.

Многочисленные построения графиков и анализ распределения освещенности от различных групп прожекторов показывают, что для τ до 20° (для ПЗС-45) вполне возможно с достаточной для расчетов прожекторного освещения точностью представлять характер распределения освещенности в виде кривой $E = f(l)$, где l — расстояние от точки до основания мачты. При этом освещенность будет обратно пропорциональна величине угла τ .

Более того, можно построить и применить как основной расчетный материал графики рис. 3-16, 3-17, 3-18, позволяющие определять освещенность от групп прожекторов с любым углом наклона и различной высотой их установки.

Для общности графиков и использования их при различных высотах установки прожекторов по оси ординат отложены значения не E , а EN^2 , по оси абсцисс — не l , а l/H . При заданной

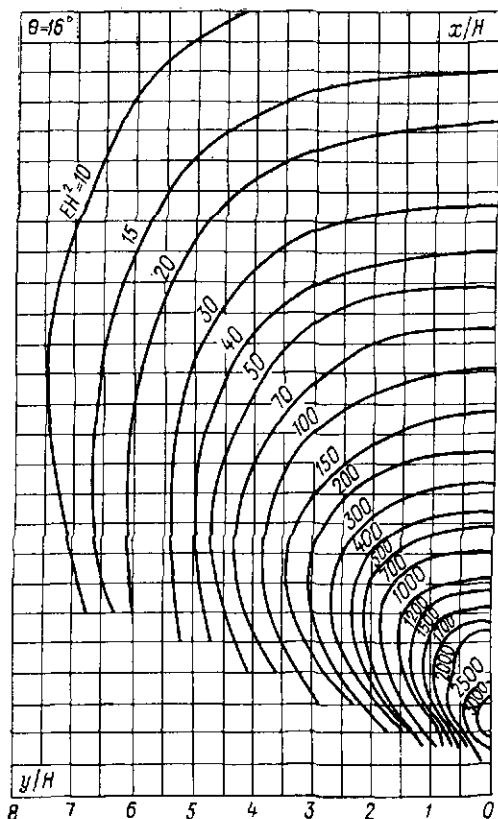


Рис. 3-13. Кривые изолюкс светильника ИСУ-2000

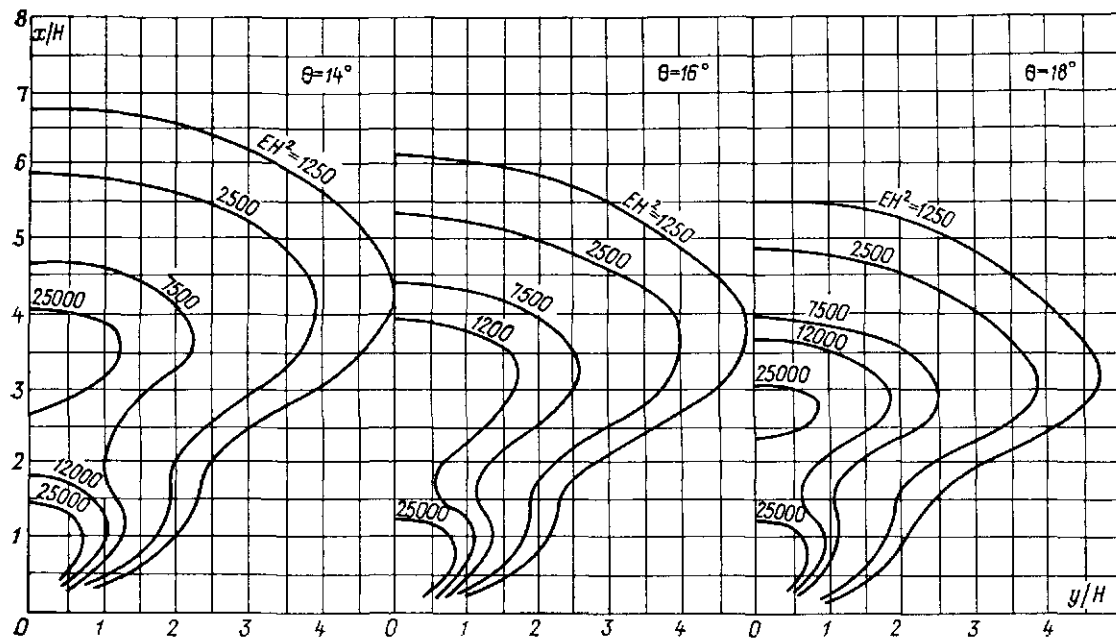
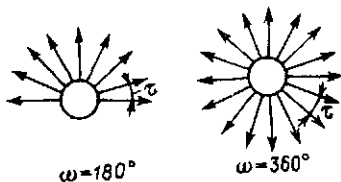


Рис. 3-14. Кривые изолукс светильника ОУКсНФ-50 000 с лампой ДКсТ 50 000

высоте установки прожекторов переход от l/H к расстоянию в метрах не вызывает затруднений.

Кривые $E=f(l)$ приведены на графиках для $\tau=1^\circ$. Освещенность при любом другом значении τ определяется из уравнения

$$E = E_{\tau=1^\circ} / \tau. \quad (3-38)$$



Угол τ , необходимый для обеспечения в заданной точке нормируемой освещенности E_H при коэффициенте запаса k , определяется уравнением

$$\tau = \frac{E_{\tau=1^\circ}}{E_H k}. \quad (3-29)$$

Рис. 3-15. Расположение оптических осей группы прожекторов

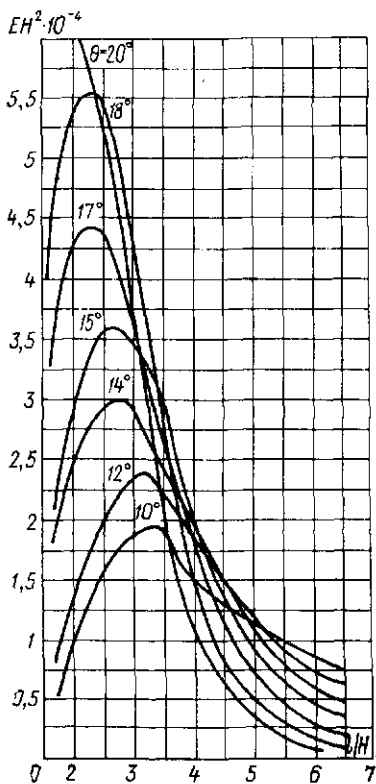


Рис. 3-16. График для определения освещенности от группы прожекторов ПЗС-45 с лампами 1000 Вт, 220 В (для $\tau=1^\circ$)

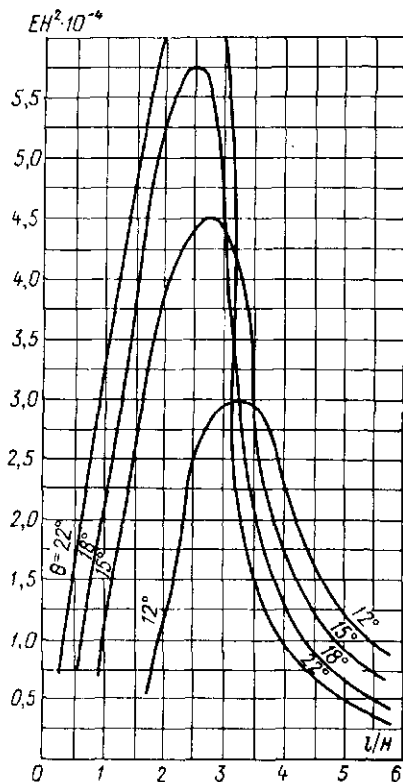


Рис. 3-17. График для определения освещенности от группы прожекторов ПСМ-50-1 с лампами 1000 Вт, 220 В (для $\tau=1^\circ$)

Если в заданной точке освещенность создается от нескольких групп прожекторов, расположенных на одной или нескольких мачтах, то под E_n понимается та освещенность, которая должна быть создана только от рассчитываемой группы прожекторов.

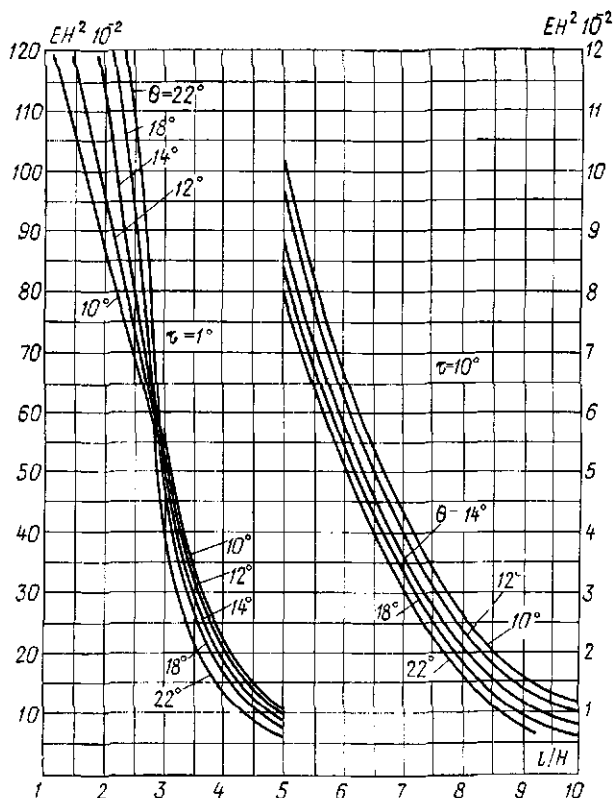


Рис. 3-18 График для определения освещенности от группы прожекторов ПЗС-45 с лампами ДРЛ-700 (для $\tau=1^\circ$)

Применяя расчетные графики освещенности от групп прожекторов, можно рассчитать прожекторное освещение способами, похожими на привычный для проектировщиков расчет освещенности от светильников по графикам относительной освещенности или по графикам пространственных кривых одинаковой освещенности.

Методика проведения расчетов по предлагаемым графикам ясна из приводимых ниже примеров расчета.

Пример 3-9. Требуется определить освещенность в точке, находящейся на расстоянии $l=120$ м от мачты, от группы прожекторов типа ПСМ-50-1 с лампами 1000 Вт, 220 В, установленных на высоте $H=30$ м при $\theta=15^\circ$ и $\tau=20^\circ$.

Из графика (рис. 3-17) для ПСМ-50-1 по значению $l/H=4$ и кривой для $\theta=15^\circ$ находим ординату, соответствующую $EH^2=17\,500$, откуда $E=19$ лк. Освещенность в точке при $\tau=20^\circ$ из формулы (3-28) равна

$$E_{\tau=20^\circ} = 19/20 = 0,95 \text{ лк.}$$

Пример 3-10. Прожекторы типа ПЗС-45 с лампой 1000 Вт, 220 В установлены на мачте высотой $H=30$ м при $\theta=15^\circ$ и $\tau=10^\circ$.

Необходимо определить, на каком расстоянии l от мачты создается освещенность $E=0,75$ лк, $EH^2=675$.

Из графика рис. 3-16 для $EH^2=675 \cdot 10=6750$ (график построен для $\tau=1^\circ$ и $\theta=15^\circ$) по точке пересечения находим, что $l/H=5,5$, т. е. $l=5,5 \cdot 30=165$ м.

3-3. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Относительную оценку рациональности осветительной установки можно произвести, пользуясь следующими технико-экономическими показателями: а) удельной установленной мощностью (в ваттах на 1 м^2 освещаемой площади); б) сметной стоимостью, отнесенной к 1 кВт установленной мощности; в) сметной стоимостью, отнесенной к 1 га освещаемой площади; г) стоимостью годовых издержек на эксплуатацию осветительной установки.

Удельная установленная мощность определяется общей установленной мощностью установки, значением освещаемой площади и зависит от освещенности, совершенства выбранного источника света и осветительного прибора. Влияют на значение установленной мощности также размеры и конкретные особенности освещаемой площади.

Рассмотрим эти вопросы подробнее, приняв следующие обозначения: P_o — общая установленная мощность осветительной установки, кВт; $P_{\text{л}}$ — мощность одной лампы, Вт; p — удельная мощность, Вт/м²; N_m — число прожекторных мачт или опор для установки прожекторов и светильников; $N_{\text{л}}$ — число ламп; N_c — число прожекторов или светильников; $n_{\text{л}}$ — число ламп в одном светильнике; n_c — число прожекторов или светильников на мачте или опоре; S — освещаемая площадь, га; S_m — площадь, освещаемая одной прожекторной мачтой, га; T — число часов использования осветительной установки в год, ч; τ — номинальный срок службы ламп, ч; q — тариф на электроэнергию, руб/(кВт·ч); ω — коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сетях (может быть принят равным 1,05 в сетях с лампами накаливания и 1,15 — при газоразрядных лампах); γ — процент отчисления на амортизацию; M_m — стоимость изготовления и установки металлоконструкций прожекторной мачты или опоры; $M_{\text{эс}}$ — стоимость электросети, включая щитовые

устройства, конденсаторные установки, воздушные и кабельные линии, руб.; A — стоимость лампы, руб.; B — стоимость прожектора или светильника, руб.; M_c — стоимость монтажа светильника или прожектора, руб.; $M_{эо}$ — стоимость электрооборудования (включая его монтаж) мачты (без стоимости прожекторов); V — стоимость одной чистки прожектора или светильника, руб.; m — число чисток прожекторов или светильников в год; k — коэффициент запаса.

Общая стоимость осветительной установки

$$C_o = N_m M_m + N_{\text{м}} M_{\text{эо}} + N_{\text{л}} A + N_c (B + M_c) + M_{\text{эс}}. \quad (3-30)$$

Стоимость 1 кВт установленной мощности осветительной установки

$$C_p = C_o / P_o. \quad (3-31)$$

Стоимость осветительной установки, приходящаяся на 1 га освещаемой площади,

$$C_{1 \text{ га}} = C_o / S, \quad (3-32)$$

или, если выразить величину C_o через стоимость C_p ,

$$C_{1 \text{ га}} = 10pC_p + \frac{M_{\text{эс}}}{S}. \quad (3-33)$$

Стоимость электросети $M_{\text{эс}}$ при проведении общих сравнительных технико-экономических расчетов не может быть учтена, так как она зависит от конкретных местных условий. В частности, она зависит от существующей на освещаемом объекте схемы электроснабжения, взаимного месторасположения распределительных и трансформаторных подстанций и прожекторных мачт, назначения освещаемой территории. Все эти факторы невозможно учесть при проведении общих расчетов, не связанных с конкретными местными условиями. Поэтому при расчетах стоимостью электросети можно пренебречь, тем более что она влияет только на абсолютные значения технико-экономических показателей и мало влияет на соотношение стоимостей отдельных вариантов осветительной установки.

Стоимость эксплуатации осветительной установки

$$C_{\text{экс}} = C_{\text{э}} + C_{\text{л}} + C_{\text{о.п}} + C_{\text{а}}, \quad (3-34)$$

где $C_{\text{э}}$ — стоимость израсходованной электроэнергии за определенный период времени; $C_{\text{л}}$ — стоимость ламп; $C_{\text{о.п}}$ — стоимость содержания обслуживающего персонала; $C_{\text{а}}$ — отчисления на амортизацию отдельных частей осветительной установки.

При рассмотрении вопроса в общем виде и для целей сравнения экономической эффективности отдельных вариантов осветительных установок эксплуатационные расходы рекомендуется определять также из расчета на 1 га площади за период в один год.

Исходя из этого, C_3 и $C_{л}$ можно выразить следующим образом:

$$C_3 = 10pTqW, \quad (3-35)$$

$$C_{л} = \frac{10^4 p T A}{P_{л\tau}}. \quad (3-36)$$

Стоимость содержания обслуживающего персонала $C_{о.п}$ ориентировочно принимается равной 5 % общей стоимости проекторов или светильников.

Стоимость ежегодных отчислений на амортизацию отдельных частей осветительной установки C_a складывается из отчислений на восстановление первоначальных затрат и на капитальный ремонт. Процент этих отчислений можно принимать в размере: на стоимость изготовления и монтажа металлических мачт или опор — 2 % и на стоимость электрооборудования, включая его монтаж, — 10 %.

Подставив соответствующие значения отдельных слагаемых в формулу (3-34) и произведя некоторые преобразования, получим формулу подсчета годовых эксплуатационных затрат на 1 га освещаемой площади:

$$C_{\text{экс}} = 10pT \left(qW + \frac{1000A}{P_{л\tau}} \right) + \frac{1}{S} [0,05N_c B + 0,02N_m M_m + 0,1N_c (B + M_c) + 0,1N_m M_{\text{зо}}]. \quad (3-37)$$

Когда капитальные затраты, приходящиеся на 1 га площади, для одного из сравниваемых между собой осветительных вариантов больше, а эксплуатационные расходы меньше, чем для другого варианта, то выбор наиболее рентабельного варианта следует производить по сроку окупаемости капитальных затрат Z , который определяется по формуле

$$Z = \frac{C'_{1\text{га}} - C''_{1\text{га}}}{C''_{\text{экс}} - C'_{\text{экс}}}, \quad (3-38)$$

где $C'_{1\text{га}}$, $C''_{1\text{га}}$ — соответственно стоимость капитальных затрат в первом и втором осветительных вариантах; $C'_{\text{экс}}$, $C''_{\text{экс}}$ — соответственно стоимость эксплуатационных расходов в первом и втором осветительных вариантах.

Предельный срок окупаемости, который может быть принят при выборе наиболее экономичного варианта, определяется для каждого освещаемого объекта в отдельности в зависимости от его назначения и сроков амортизации установки.

Для строительных площадок срок окупаемости осветительных установок должен быть меньше продолжительности существования осветительной установки, т. е. продолжительности выполнения строительных работ. Так, например, при строительстве электростанций срок окупаемости осветительных установок дол-

жен находиться в пределах 5 лет, для железнодорожных и промышленных объектов — 8 лет.

С. А. Ключевым предложен достаточно простой метод технико-экономического сравнения осветительных установок по минимуму приведенных затрат.

Приведенные затраты для осветительных установок Q учитывают сумму годовых эксплуатационных расходов на содержание установки и 12 % капитальных затрат на ее осуществление:

$$Q = C_0 + 0,12C_0. \quad (3-39)$$

Общая стоимость осветительной установки C_0 не учитывает расходы на монтаж осветительной сети, так как эти расходы, как это уже было указано, для сравниваемых вариантов примерно одинаковы и составляют относительно небольшую часть общих затрат.

Приведенные затраты для светильников и прожекторов каждого типа и мощности определяются по формуле

$$Q = N \left[\frac{TAn}{\tau} + \frac{\alpha p T q n (1 + \beta) + 220B + 140\omega + 1000mB}{1000} + \lambda \right]. \quad (3-40)$$

Значения коэффициентов α , β , ω и λ для установок с различными источниками света приведены в табл. 3-9. Расчетные формулы для некоторых частных случаев указаны в табл. 3-10.

В формулах (табл. 3-10) значения отдельных величин приняты следующие:

Таблица 3-9

Значения коэффициентов α , β , ω и λ

Коэффициент	Светильники				Прожекторы	
	с лампами накаливания	с люминесцентными лампами	с лампами ДРЛ без конденсаторов	с лампами ДРЛ с конденсаторами	с лампами накаливания и ДКСТ	с лампами ДРЛ без конденсаторов
α	1,0	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1
β	$\frac{\Sigma}{100}$	$\frac{\Sigma}{100 \cos^2\varphi}$	$\frac{\Sigma}{100 \cos^2\varphi}$	$\frac{\Sigma}{100 \cos^2\varphi}$	$\frac{\Sigma}{100}$	$\frac{\Sigma}{100 \cos^2\varphi}$
ω	$\frac{M_M + n_c M_c}{n_c}$	$\frac{M_M + n_c M_c}{n_c}$	$\frac{M_M + n_c M_c}{n_c}$	$\frac{M_M + n_c M_c}{n_c}$	$1,57 n_c M_c$	$1,57 n_c M_c$
λ	0	0	0	0	$0,14 N_M M_M$	$0,14 N_M M_M$

Формулы для расчета приведенных затрат

Световые приборы и источники света	Время работы наружного освещения	Приведенные затраты, руб.
Светильник с лампой накаливания общего назначения	До 24 ч Всю ночь	$N_c (2,1A + 2,2 P_{лq} + x_7)$ $N_c (3,6A + 3,8 P_{лq} + x_7)$
Светильник с люминесцентной лампой	До 24 ч Всю ночь	$N_c (0,21 A_n + 0,27 P_{лqn} + x_7)$ $N_c (0,36 A_n + 0,46 P_{лqn} + x_7)$
Светильник с лампой ДРЛ без конденсаторов	До 24 ч Всю ночь	$N_c (0,21 A + 0,28 P_{лq} + x_7)$ $N_c (0,36 A + 0,475 P_{лq} + x_7)$
Светильник с лампой ДРЛ с индивидуальным конденсатором	До 24 ч Всю ночь	$N_c (0,21A + 0,25 P_{лq} + x_7)$ $N_c (0,36A + 0,41 P_{лq} + x_7)$
Пржектор с лампой накаливания общего назначения	До 24 ч Всю ночь	$N_c (2,1A + 2,2 P_{лq} + x_7)$ $N_c (3,6A + 3,8 P_{лq} + x_7)$
Пржектор с галогенной лампой накаливания и светильник с лампой ДКСТ	До 24 ч Всю ночь	$N_c (1,05A + 1,1 P_{лq} + x_7)$ $N_c (1,8A + 1,9 P_{лq} + x_8) + x_9$
Пржектор с лампой ДРЛ без конденсатора	До 24 ч Всю ночь	$N_c (0,21A + 0,28 P_{лq} + x_8) + x_9$ $N_c (0,36A + 0,475 P_{лq} + x_8) + x_9$

а) номинальный срок службы для ламп накаливания общего назначения составляет 1000 ч, для галогенных ламп накаливания — 2000 ч, и для люминесцентных ламп и ДРЛ — 10 000 ч;

б) время использования осветительных установок, работающих до 24 ч, в год составляет 2100 ч; работающих всю ночь — 3600 ч; установок охранного освещения — 3500 ч;

в) потеря напряжения в сети — 5 %;

г) коэффициент мощности $\cos \varphi$ для люминесцентных ламп и ламп ДРЛ с индивидуальными конденсаторами — 0,9; для ламп ДРЛ без конденсатора — 0,5;

д) число чисток светильников и прожекторов в год — 2;

е) число ламп накаливания, ДРЛ и ксеноновых ламп в одном прожекторе или светильнике — 1.

Тариф на осветительную электроэнергию принимается равным 0,015 руб. за 1 кВт·ч.

Значения x_7 , x_8 и x_9 определяются по уравнениям

$$x_7 = 0,22B + \frac{0,14M_c}{\eta_c} + 2B, \quad (3-41)$$

$$x_8 = 0,22(B + M_c) + 2B, \quad (3-42)$$

$$x_9 = 0,14N_m M_m. \quad (3-43)$$

3-6. ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ УСТАНОВОК ПРОЖЕКТОРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Расчеты установок прожекторного освещения характеризуются большой затратой времени на их проведение. Квалификация проектировщика прожекторных установок должна быть выше, чем проектировщика осветительных установок с применением светильников.

Эти два положения предопределяют значимость типовых вариантов установок прожекторного освещения.

При освещении больших территорий, даже при необходимости создания на освещаемой территории малых освещенностей (2—3 лк), на каждой из прожекторных мачт приходится устанавливать не один и не два прожектора, а довольно много. Нужно для каждой из нескольких устанавливаемых на мачте групп прожекторов правильно выбрать угол наклона.

Все прожекторы мачты при этом можно рассматривать как единый мощный светильник. В зависимости от принятых параметров установки прожекторов каждой из групп создается различное распределение светового потока такого «светильника» и, следовательно, различное распределение освещенности вокруг мачты. Как для обычных светильников, так и для «светильников», образованных группой прожекторов, вполне закономерен вопрос о нахождении наивыгоднейших кривых распределения светового потока.

Для освещения больших территорий, где обычно применяются мачты высотой 30 м и необходимо равномерное освещение, представляется возможным рекомендовать несколько типовых вариантов установки прожекторов. Каждый из этих вариантов отличается один от другого характером распределения суммарного светового потока от всех прожекторов, т. е. освещенностями, создающимися на территории вокруг мачты. Все варианты установки рассчитаны на обеспечение на освещаемой территории равномерной освещенности с учетом действия смежно расположенных мачт.

Установочные данные для каждого из вариантов приведены в табл. 3-11, а их светотехнические характеристики (кривые

зависимости $E_r = f(l)$, где l — расстояние от прожекторной мачты) — на графике рис. 3-19.

В принятых обозначениях вариантов первая цифра обозначает высоту применяемой мачты, вторая — номер варианта установки прожекторов.

Каждый следующий вариант отличается более высокими освещенностями и, самое главное, большим радиусом действия.

Таблица 3-11

Установочные данные для прожектора ПЗС-4Б

Вариант установки прожектора	Угол наклона прожектора, °	Угол между оптическими осями прожекторов, °	Число прожекторов, шт.	Всего прожекторов на мачте, шт.
30-1	12	20	10	19
	18	20	9	
30-2	12	15	13	25
	18	15	12	
30-3	12	10	19	29
	18	20	10	
30-4	10	15	13	22
	17	20	9	

Примечание. Число прожекторов на мачте указано для одностороннего ее действия, т. е. $\omega = 180^\circ$.

Соответственно число прожекторов для каждого следующего варианта возрастает. При применении прожекторных мачт высотой 20 м установка двух и более групп обычно не нужна.

Исходя из местных условий, число устанавливаемых прожекторов можно в определенных направлениях сократить, и наоборот, при необходимости увеличения освещенности на отдельных участках освещаемой территории в их направлении ориентируют дополнительные прожекторы.

Предлагаемые типовые варианты установки прожекторов следует рассматривать только как попытку решения поставленной задачи, и поэтому соответствующие изыскания в этом направлении должны быть продолжены.

Размещение прожекторных мачт определяется в основном из планировочных и светотехнических условий. Назначение, технологические и планировочные особенности отдельных участков освещаемой территории определяют возможные варианты размещения прожекторов. Для обеспечения надлежащего качества освещения расстояние между мачтами должно быть при освещении площадок для производства работ в пределах 5—8-кратной высоты мачты. При освещении площадок, требующих создания общего равномерного освещения для обеспечения необходимых условий передвижения транспорта и пешеходов, расстояние между мачтами может быть увеличено до 15-кратной высоты мачт. При наличии на освещаемой площадке затеняющих сооружений или при неровной ее поверхности расстояние между мачтами сокращается.

Однорядное линейное размещение прожекторных мачт применяется при освещении узких участков территории шириной до 100—150 м. Недостатком такого размещения являются резкие тени на вертикальных поперечных плоскостях. Значительно лучшие осветительные условия создаются при двухрядном расположении мачт (рис. 3-20). Такое расположение наиболее часто применяется на практике, так как нередко размещение прожекторных мачт непосредственно на освещаемой территории исключается по производственным соображениям; в таком случае мачты выносятся и устанавливаются по ее периметру. Более рациональным является шахматное расположение, при котором равномерность освещения и уровень освещенности, при постоянстве других параметров, увеличиваются. Это видно из сопоставления графиков освещенности при прямоугольном и шахматном расположении мачт (рис. 3-21 и 3-22).

При трехрядном расположении мачт также более рационален выбор шахматного их расположения, желательно по вершинам равносторонних треугольников (рис. 3-22).

Расстояние L между прожекторными мачтами одного и того же ряда определяется на основе конкретных исходных данных путем проведения светотехнического и технико-экономического расчетов.

Рассмотрим для примера определение расстояния между мачтами с двухрядным расположением при заданной высоте создания на освещаемой территории равномерной освещенности.

Проведенные светотехнические расчеты показали, что при прямоугольном расположении мачт минимальная освещенность E_{min} в горизонтальной плоскости создается в центре прямоугольника — в точке пересечения его диагоналей. Освещенность в этой точке создается от прожекторов четырех мачт, т. е. $E = 4e$, где e — освещенность в расчетной точке от прожекторов каждой из этих мачт. Из этого можно сделать вывод, что для

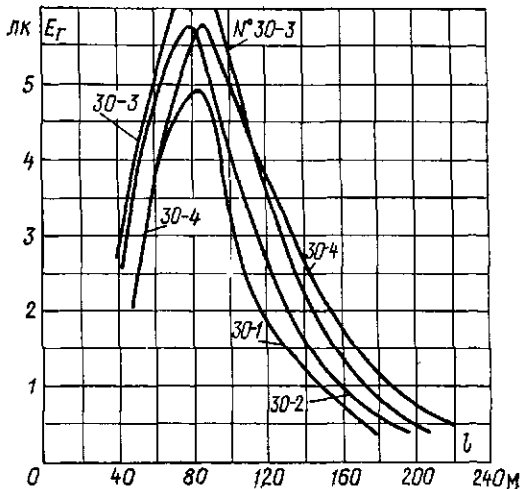


Рис. 3-19. График зависимости $E_r = f(l)$ для типовых вариантов установки прожекторов

создания на территории освещенности не ниже нормируемой (E_n) необходимо, чтобы от прожекторов каждой мачты на расстоянии, равном половине диагонали прямоугольника, по вершинам которого установлены мачты, создавалась освещенность $e=0,25kE_n$, где k — коэффициент запаса.

Расстояние L между мачтами одного и того же ряда определяется уравнением

$$L = \sqrt{4l^2 - a^2}, \quad (3-44)$$

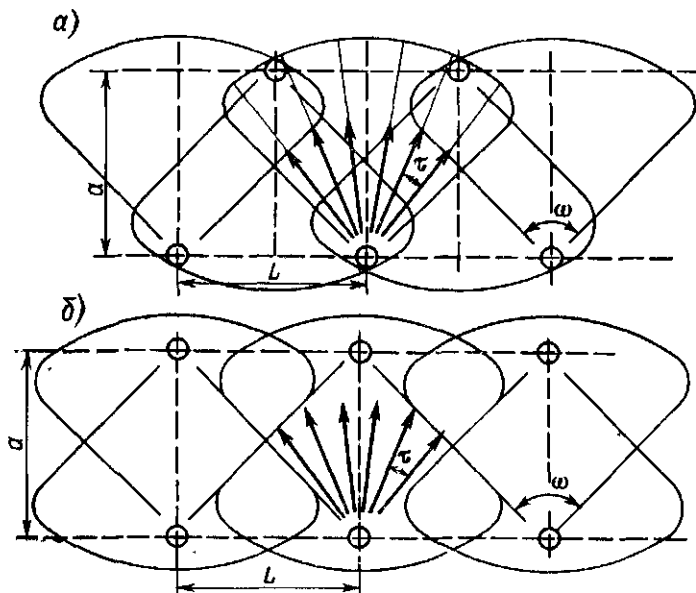


Рис. 3-20. Двухрядное расположение прожекторных мачт: а — шахматное; б — прямоугольное

где l — расстояние, при котором создается для принятого варианта установки прожекторов освещенность $e=0,25kE_n$ и которое определяется по графику рис. 3-23; a — расстояние между рядами мачт.

Пример 3-11. Расстояние между рядами прожекторных мачт $a=200$ м. Необходимая освещенность $E=2$ лк, коэффициент запаса $k=1,5$. На мачтах высотой $H=30$ м установлены прожекторы согласно типовому варианту 30-1.

В центре освещаемого поля от прожекторов каждой из мачт должна создаваться освещенность

$$e = (2 \cdot 1,5) / 4 = 0,75 \text{ лк.}$$

По кривой для варианта установки прожекторов 30-1 на рис. 3-19 определяем, что освещенность $e=0,75$ лк создается в пределах расстояния от мачты $l=165$ м (см. пример 3-10).

Расстояние между прожекторными мачтами одного ряда [по формуле 3-58)]

$$L = \sqrt{4 \cdot 165^2 - 200^2} = 260 \text{ м.}$$

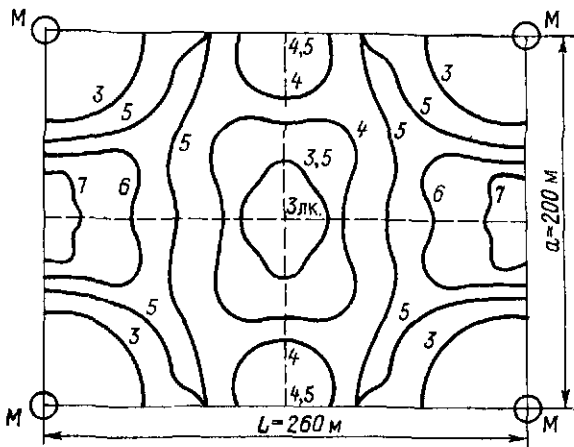


Рис. 3-21. Распределение освещенности по территории при прямоугольном расположении мачт М (вариант установки прожекторов 30-1)

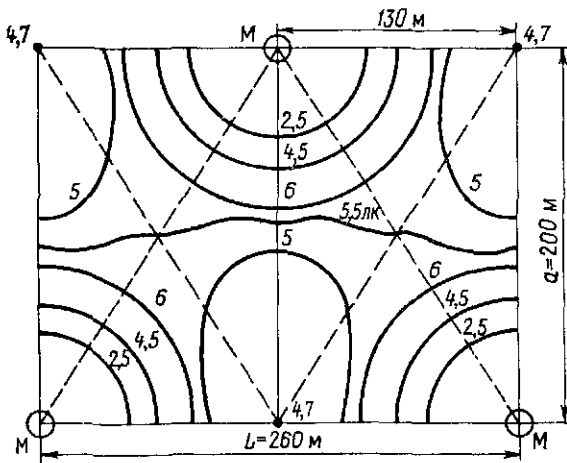


Рис. 3-22. Распределение освещенности по территории при шахматном расположении мачт М (вариант установки прожекторов 30-1)

Для упрощения и ускорения расчетов построен приведенный на рис. 3-23 график, дающий решение формулы (3-44).

При шахматном расположении прожекторных мачт, как показали расчеты, можно пользоваться тем же расчетным

Общее равномерное освещение ($E_n = 2$ лк)

Ширина освещаемой площади a , м	Высота прожекторной мачты H , м	Расстояние между мачтами L , м	Устанавливаемые на мачте прожекторы			Параметры установки прожекторов			Коэффициент неравномерности $z = \frac{E_{\min}}{E_{\text{ср}}}$	Удельная мощность, Вт/м ²	
			Тип	Число	Мощность лампы, Вт	Высота H , м	Угол наклона прожекторов θ , ... °	Угол между оптическими осями прожекторов τ , ... °			
Пржекторы с лампами накаливания											
100	15	70	ПЗС-35	6	500	15	15	15	0,60	0,86	
150	20	100	ПЗС-35	10		20			0,85	0,67	
	200	30	300	ПЗС-45 или ПСМ-50	10 9	1000	30	12 18			20
275			10 9		12 18			0,75	0,70		
250	290	13 9	10 17		15 20			0,80	0,61		
300	250	13 9	10 17		15 20						
Пржекторы с лампами ДРЛ											
75 100	15	160	ПЗС-45 или ПСМ-50	3 4	700	15	20	60 40	0,30	0,35	
150	20	150		7		20		20	0,25	0,45	
200	30	180		10		30	15	15	10	0,40	0,40
250		200		16							
300		140		16							

Прожекторы с галогениыми лампами накаливания

75	20	180	ПКН-1500-2	3	1500	20	15	60	0,50	0,65
100		160		5			12			0,55
150		140								0,45
200		175					30			0,45
150	30	230	ПКН-1500-2	5	1500	30	15	30	0,65	0,45
200		210								0,35
250		190								0,30
100	20	300	ИСУ-2000	3	2000	20	15	60	0,65	0,4
150		200		0,4						
200	30	160		6		30	12	30	0,70	0,38
250		280								0,34
300		230								0,35

Прожекторы с лампами типа ДРИ

150	20	240		7		20		15	0,50	0,27
200		200		0,25						
250	30	260	ПЗС-35 или ПСМ-40	10	700	30	12	10	0,55	0,21
300		270								0,18
350		220								0,65

Светильники с ксеноновыми лампами

200	30	270	ОУКсН	2	20 000	30	15	60	0,50	1,5
250		230								1,4
300		205								1,3
350		155								1,5
200	50	320	ОУКсН			50			0,65	1,25
250		310								1,05
300		300								0,9
350		290								0,9
400		275								0,75

Общее равномерное освещение ($E_n = 0,5$ лк)

Ширина освещаемой площади a , м	Высота прожекторной мачты H , м	Расстояние между мачтами L , м	Устанавливаемые на мачте прожекторы				Параметры установки прожекторов		Коэффициент неравномерности $z = \frac{E_{\min}}{E_{\text{ср}}}$	Удельная мощность, Вт/м ²
			Тип	Число	Мощность ламп, Вт	Высота H , м	Угол наклона прожекторов θ , °	Угол между оптическими осями прожекторов τ , °		
Пржекторы с лампами накаливания										
150 200 250	20	400 350 300	ПЗС-45 или ПСМ-50	18	1000	20	12	10	0,45	0,60 0,51 0,48
150 200	30	450 410	ПЗС-45 или ПСМ-50	18	1000	30	12	10	0,30	0,54 0,44
250 300 350		300 330 300							—	0,37 0,36 0,34
Пржекторы с лампами типа КГ										
100 150	20	450 400	ИСУ-2000	2	2000	20	14	20	0,50	0,18 0,13
200 250	30	450 400		4		30	10	10	0,55	0,18 0,16
300		450		6				5	—	—

Прожекторы с лампами типа ДРЛ

150	30	280	ПЭС-45 или ПСМ-50	6	700	20	10	30	0,30	0,20
200		240		14		30	10	10	0,40	0,18
250		400		0,45		0,19				
300		360								
350	310									

Прожекторы с лампами типа ДРИ

150	20	375	ПЭС-35 или ПСМ-40	10	500	20	12	15	0,30	0,17
200		350								0,14
250		300								0,13
300	250	0,13								
350	30	250	30	12	15	0,40	0,11			

Светильники с ксеноновыми лампами

200	30	840	ОУКсН	2	20 000	30	12	60	0,30	0,48
250		750					0,43			
300		680					0,39			
350		620								
200	50	1200	ОУКсН	2	20 000	50	12	60	0,65	0,33
250		1150					0,26			
300		1100					0,23			
350		1050								
150	30	630	СКсН	2	10 000	30	16	60	0,40	0,45
200		600					0,35			
250		450				14	0,37			

графиком (см. рис. 3-23), построенным для случая прямоугольного расположения мачт, но найденные при этом значения L следует увеличивать на 10 %.

На строительных площадках, на площадках складского назначения, в карьерах по добыче нерудных ископаемых и на многих других участках различного назначения требуется устройство общего, по мере возможности равномерного освещения. Необходимый уровень освещенности должен быть 0,5 и 2 лк.

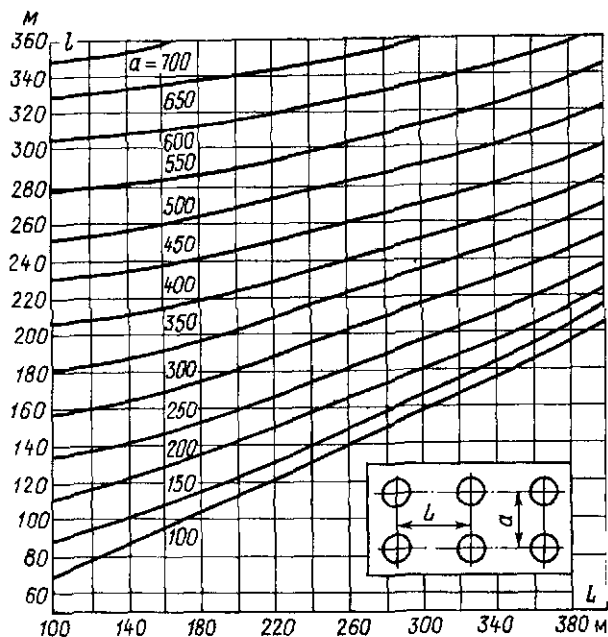


Рис. 3-23. График для определения расстояния между прожекторными мачтами

Для облегчения и ускорения разработки проектной документации рекомендуются разработанные типовые варианты размещения прожекторных мачт.

Рассчитаны возможные варианты освещения площадок шириной от 75 до 400 м при применении различных источников света. В результате этих расчетов выбрано размещение прожекторных мачт, установочные параметры и число прожекторов, подлежащих установке для создания на площадке заданной освещенности (табл. 3-12, 3-13).

Для каждого расчетного варианта (для площадки определенной ширины) рассчитывался не один вариант освещения, а несколько, и по результатам их сравнения выбирался лучший из них.

Светотехнические расчеты для каждого варианта завершались построением кривых одинаковых освещенностей (изолукс). Для иллюстрации некоторые из них показаны на рис. 3-21, 3-22. В таблицах приведены возможные для осуществления варианты освещения с применением различных источников света.

Окончательный выбор наиболее рационального варианта производится исходя из сопоставления их отдельных характеристик.

Следует отметить, что расстояния между мачтами, указанные в таблицах, для ламп накаливания, ДРЛ и ДРИ рассчитаны на прямоугольное расположение мачт. При шахматном расположении мачт для площадок шириной до 200 м это расстояние может быть увеличено на 10—15 %. Варианты с ксеноновыми лампами рассчитаны на шахматное расположение мачт.

При выборе источников света для конкретных проектируемых прожекторных установок следует учитывать целый ряд факторов. К ним прежде всего относятся особенности и технические характеристики как самих источников света, так и предназначенных для них прожекторов или светильников. Немаловажную роль играют назначение и размеры освещаемой площади, значения необходимых освещенностей и возможные пределы высоты установки прожекторов. Существенное значение имеют также требования к спектральным характеристикам света, эксплуатационные условия, конъюнктурные условия для приобретения различных источников света и технико-экономические показатели осветительной установки.

Продолжим рассмотрение проектного случая, когда на освещаемой площади требуется создать освещенность $E=2$ лк, предусмотренную XVIII разрядом норм для выполнения грубых работ (табл. 3-12).

Согласно приведенной выше методике (см. § 3-5), для каждого из указанных в таблицах проектных вариантов подсчитаны капитальные затраты на их осуществление и годовые эксплуатационные расходы (на 1 га освещаемой площади). В капитальные затраты включалась стоимость мачт и осветительной аппаратуры (в том числе стоимость ПРА и ПУ), в стоимость эксплуатационных расходов—стоимость электроэнергии и ламп, содержание обслуживающего персонала и амортизационные отчисления. Стоимость приведенных затрат подсчитывается по формуле (3-39).

При расчетах принимались следующие значения исходных составляющих: время использования осветительной установки в год — 3600 ч; номинальный срок службы ламп: 1000 ч — для ламп накаливания общего назначения; 2000 ч — для галогенных; 10 000 ч — для ДРЛ; 5000 ч — для ДРИ; стоимость прожекторов и светильников, включая их установку (в рублях):

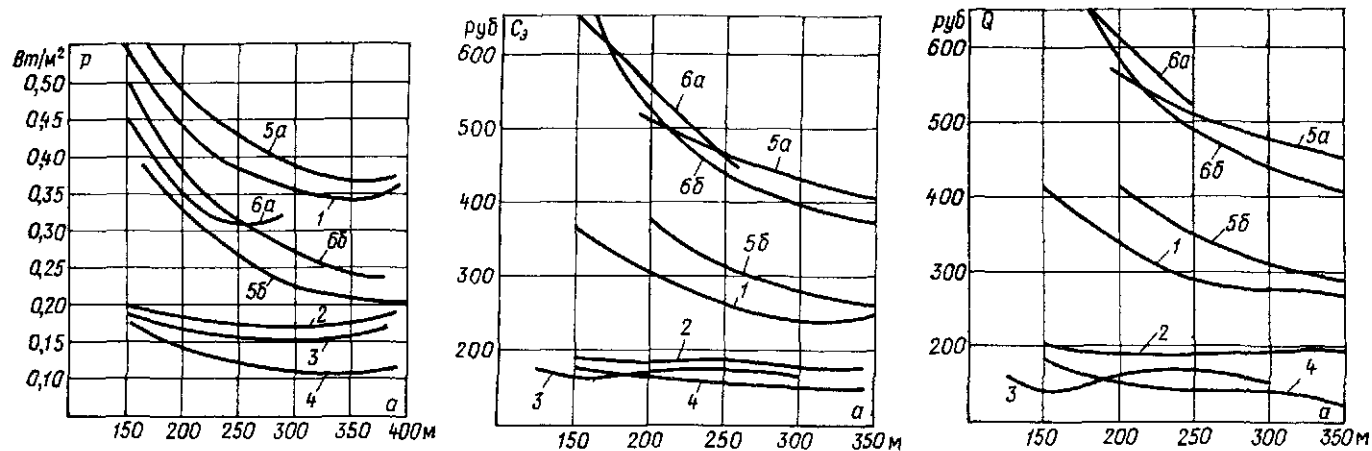


Рис 3-24. График изменения удельной мощности ($E_{\text{н}}=0,5$ лк)

1 — лампа накаливания; 2 — ДРЛ; 3 — КГ; 4 — ДРН; 5а — ДКСТ 20 000 ($H=30$ м), 5б — ДКСТ 20 000 ($H=50$ м); 6а — ДКСТ 10 000 ($H=30$ м); 6б — ДКСТ 10 000 ($H=50$ м)

Рис. 3-25. График изменения эксплуатационных расходов

Условные обозначения — см. рис. 3-24

Рис. 3-26. График изменения приведенных затрат Q

Условные обозначения — см. рис. 3-24

ПЗС-45—17, ПЗС-35—12, ПЗС-45 с ПРА—36, ПЗС-35 с ПРА—31, ИСУ-2000—90, ОУКсН-20 000—1500 и СКсН-10 000—1300; стоимость ламп: ламп накаливания общего назначения—0,6, ДРЛ-700—18,8, КГ-2000—22, ДРИ-700—15, ДКсТ-20 000—160 и ДКсТ-10 000—150; стоимость мачт высотой 48 м (в тыс. руб.) — 10,0; 45 м—6,0; 28 м—2,0; 20 и 21 м—1,2; стоимость электроэнергии — 0,015 руб./кВт·ч.

Результаты расчетов (для $E_n=2$ лк) представлены на графиках рис. 3-24, 3-25 и 3-26.

На рис. 3-24 приведены кривые изменения удельной мощности p для случаев применения различных источников света в зависимости от ширины освещаемой площадки. Как видно из графика, меньше всего расходуется электроэнергия при использовании ламп ДРИ-700, затем при лампах КГ-200, ДГЛ-700 и лампах накаливания, а больше всего — при ксеноновых лампах.

Такое соотношение удельных мощностей и тем самым расходов электроэнергии предопределяется в основном световой отдачей источников света, светотехническими характеристиками светильников или прожекторов, а также значением расчетной освещенности.

Лампы ДРЛ в светильниках с малым коэффициентом усиления рационально применять только при освещении нешироких (до 150 м) площадок. Неэкономичность применения ксеноновых ламп для создания малых освещенностей объясняется тем, что в отдельных частях освещаемой территории создаются освещенности, значительно превосходящие нормируемые значения. Экономичность применения ксеноновых ламп значительно повышается при освещении широких (более 300 м) площадок и при установке ламп на высоте 75—100 м, что не всегда можно осуществить.

График кривых эксплуатационных расходов (рис. 3-25) в основном повторяет график удельных мощностей, так как составляющей эксплуатационных расходов является стоимость электроэнергии.

Такие же выводы вытекают и из анализа графика изменения приведенных расходов $Q = C_s + 0,12C_o$ (рис. 3-26).

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СЕТЕЙ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ

4.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Электроснабжение осветительной установки предопределяется схемой электроснабжения освещаемого объекта. Наружные осветительные сети подключаются либо к отдельной осветительной трансформаторной подстанции, либо отдельными

линиями к трансформаторным подстанциям, питающим совместно освещение и силовые установки технологических потребителей. Осветительные сети территорий промышленных объектов в большинстве случаев питаются от совмещенных подстанций. При небольших размерах территории осветительные установки питаются от одной подстанции, на объектах же с большой площадью территорий — от нескольких подстанций.

На территории завода, строительной площадки или спортивного комплекса в зависимости от их площади установлены сотни или тысячи светильников и прожекторов. С наступлением темноты они все должны быть включены, а с окончанием работ или с наступлением утра — выключены. Если учесть, что эти тысячи светильников и прожекторов установлены на больших площадях, вдоль разветвленных и протяженных дорог, на больших расстояниях друг от друга и питаются от многих подстанций, то станет ясно, что вопрос их своевременного включения и выключения, вопрос управления осветительными сетями представляет собой определенные практические и технические трудности. Совершенство технического решения этого вопроса во многом предопределяет условия эксплуатации осветительной установки и создает предпосылки рационального расходования электроэнергии.

Управление освещением в зависимости от месторасположения пунктов управления подразделяется на местное и дистанционное. При местной системе управления включение и выключение осветительных сетей производится коммутационными аппаратами (выключатели, рубильники или автоматы), установленными на каждом отдельном участке освещаемой территории. При централизованной дистанционной системе управление освещением сосредоточивается в одном диспетчерском пункте, например центральном (ЦДП), или в ограниченном числе мест.

В зависимости от способа управления коммутационными аппаратами управление освещением может быть ручным или автоматическим. При ручном управлении включение и выключение освещения производится непосредственно обслуживающим персоналом, при автоматическом — при помощи фотоэлектронных автоматов, действующих в зависимости от изменения освещенности, создаваемой естественным светом, или посредством часов-автоматов, осуществляющих включение или выключение освещения в определенное, заранее заданное время.

Если на освещаемом объекте вся осветительная установка питается от одной подстанции, то управление освещением осуществляется коммутационными аппаратами, установленными на отходящих осветительных фидерах. Такая система питания и управления встречается только на небольших объектах. В большинстве случаев осветительная установка питается от нескольких подстанций. При этом для обеспечения централи-

зованного управления на каждом из питающих фидеров устанавливаются магнитные пускатели, дистанционное управление которыми сосредоточивается в одном или в ограниченном числе пунктов. Для удобства эксплуатации осветительные установки наружного освещения должны иметь систему централизованного дистанционного управления, что согласуется с требованиями «Правил устройства электроустановок». Местное и автоматическое управление может устанавливаться только как дополнительная система управления.

4-2. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Устройство централизованного дистанционного управления включает в себя:

а) пункт управления (ПУ), где размещаются пульт или щит управления и необходимые для них приборы, оборудование и блок питания;

б) исполнительные пункты управления (ИП), где размещаются сильноточная и слаботочная аппаратура; число и месторасположение ИП соответствуют числу и месторасположению пунктов питания (ПП) управляемой осветительной установки;

в) каналы связи между центральными и исполнительными пунктами управления в виде специальных проводов и кабелей управления или линий городской или объектной телефонной сети. Выбор линий связи в каждом отдельном случае производится с учетом местных конкретных условий и возможностей.

Централизованное дистанционное управление обеспечивает:

а) включение и выключение с пункта управления всех осветительных приборов, подключенных к управляемой сети;

б) выключение только части осветительных приборов, оставая включенным «дежурное» освещение;

в) выключение «дежурного» освещения;

г) получение сигналов исполнения команд, т. е. контроль за состоянием освещения.

Существуют две системы дистанционного управления:

а) обычная, когда один канал связи используется для выполнения только одной функции, например передачи импульса включения на контактор или сигнальную лампу;

б) телемеханическая, когда один канал связи используется для выполнения нескольких функций, например включения и выключения контакторов, сигнализации положения контакторов и т. д.

Вторая система лучше, но она значительно сложнее первой, так как требует установки соответствующей аппаратуры и более квалифицированного обслуживания.

Центральный пункт управления должен располагаться в помещениях, где в темное время суток имеется дежурный персонал, который может, в случае необходимости, произвести включение или выключение освещения. В помещении пункта

управления должны быть телефон и репродуктор радиотрансляционной сети.

При устройстве дистанционного управления с применением телефонных сетей в качестве источников постоянного тока используются в первую очередь аккумуляторные батареи установок связи освещаемого объекта напряжением 48 В. Если нельзя использовать эти батареи или они отсутствуют, питание щита управления осуществляется от сети переменного тока выпрямителем типа ВСА-5 или другого типа, дающим выпрямленное напряжение от 0 до 64 В при токе 12 А. Выпрямители питаются однофазным током напряжением 110, 127 или 220 В. Для повышения надежности к выпрямителям желательно подводить

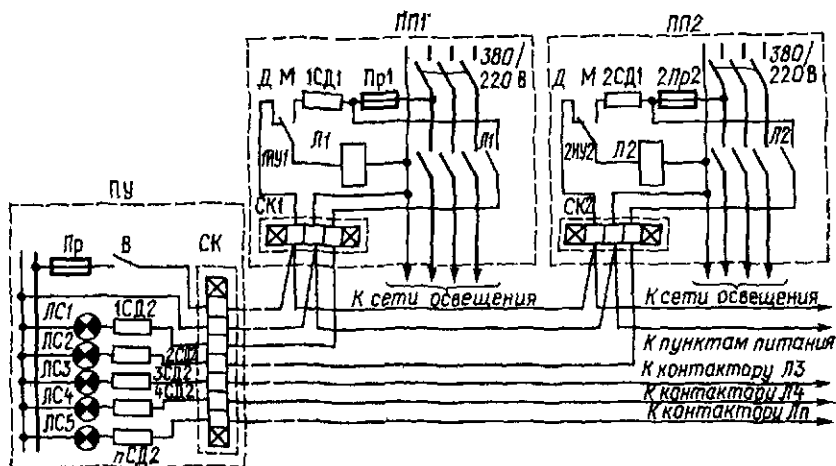


Рис. 4-1 Схема дистанционного управления наружным освещением

две питающие линии — от сетей рабочего и аварийного освещения с устройством автоматического переключения с одной питающей линии на другую.

Наиболее простая схема управления наружным освещением по силовоточным проводам показана на рис. 4-1. На каждом пункте питания ПП1, ПП2, ПП3, ... на отходящих осветительных фидерах устанавливаются контакторы или магнитные пускатели Л1, Л2, Л3, ..., катушки которых питаются через специальную сеть управления от независимого источника электроэнергии, с пункта управления. В цепь сети управления включен однополюсный выключатель В или рубильник, которым и управляется установка наружного освещения.

Для того чтобы дежурный диспетчер мог контролировать состояние осветительной установки, на пункте управления ПУ устанавливаются сигнальные лампы ЛС1, ЛС2, ЛС3, ..., число

которых соответствует числу управляемых пунктов питания. Они подключаются через нормально открытые вспомогательные контакты магнитных пускателей. В этом случае сигнальные лампы горят при включенном, замкнутом, положении рабочих контактов магнитных пускателей, т. е. при включенном освещении.

Для небольших освещаемых объектов сигнализация состояния осветительной установки не делается, что приводит к упрощению схемы управления и снижению ее стоимости.

Для обеспечения включения или выключения осветительной установки непосредственно с пункта питания, что требуется при производстве ремонтных работ, смене ламп или при отсутствии необходимости в освещении на определенной части освещаемой территории (помещения), на каждом пункте питания устанавливаются избиратели управления ИУ1, ИУ2, ИУ3, ..., представляющие собой нормальные однополюсные пакетные переключатели, например типа ПП1-10/Н2 на два положения с нулевой точкой. В одном положении переключателя обеспечивается местное питание катушки магнитного пускателя вне зависимости от положения выключателя В на пункте управления. В другом положении (Д) управление передается на пункт централизованного управления. В среднем (нулевом) положении переключателя отключается цепь питания катушки магнитного пускателя, что исключает возможность включения цепи с пункта управления. Это важно для обеспечения безопасности при производстве ремонтных работ или смене ламп.

Добавочные резисторы 1СД, 2СД1 и т. п. устанавливаются при необходимости согласования подводимого напряжения с паспортными данными катушек магнитных пускателей, а 1СД2, 2СД2 и т. п. выбираются исходя из характеристик применяемых типов сигнальных ламп.

Недостатком рассмотренной схемы является то, что установка избирателя управления на пунктах питания лишает диспетчера возможности определять и диктовать с пункта управления ПУ режим работы осветительной установки. Если на пункте питания установить избиратель управления в положение «местное управление» (М), то при необходимости диспетчер не сможет не только включить, но и, самое главное, выключить освещение, что недопустимо иногда для установок наружного освещения. В этом случае на пунктах питания следует вместо переключателя на два положения устанавливать однополюсный рубильник или выключатель.

Для уменьшения сечения проводов сети управления в некоторых случаях рационально катушки контакторов подключать к цепи не с фазным, а с линейным напряжением и допускать в сети значительно большую потерю напряжения.

При больших размерах освещаемой территории для уменьшения сечения проводов сети управления в цепь питания

катушек контакторов включаются промежуточные реле. При такой схеме катушки магнитных пускателей питаются от пункта питания, где они установлены, а к источнику электроэнергии пункта управления подсоединяются катушки маломощных промежуточных реле, этим достигается уменьшение сечения проводов или кабелей сети управления.

Во многих случаях можно значительно сократить протяженность специальной сети питания катушек магнитных пускателей, произведя каскадное их включение (рис. 4-2). Недостатком такой схемы является меньшая надежность работы, так как авария в сети любого промежуточного пункта питания приводит к отключению осветительной сети не только данного пункта питания, но и сети всех следующих пунктов питания.

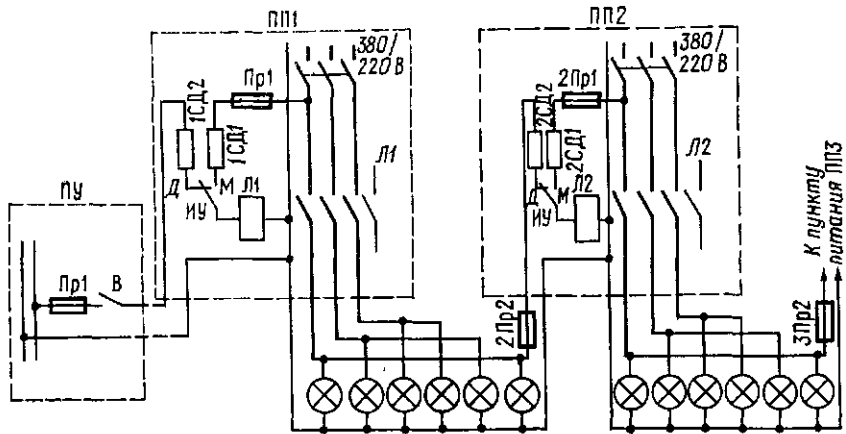


Рис. 4-2. Схема каскадного включения контакторов

Рационально использовать в качестве сети управления телефонную сеть освещаемого объекта. Учитывая, что по телефонным кабелям, как правило, невозможно передать токи, достаточные для питания катушек магнитных пускателей, последние подключают к шинам управления пункта питания, а в цепь их катушек включают промежуточные реле.

Питание катушек промежуточных реле, во избежание создания помех, мешающих телефонным разговорам, обычно осуществляется постоянным током. При напряжении не более 60—70 В может применяться переменный ток значением до 0,02 А, что недостаточно для срабатывания не только контакторов, но и промежуточных реле переменного тока.

При большой площади освещаемой территории, т. е. в случае применения магнитных пускателей большой мощности приходится включать не одно, а два промежуточных реле.

Для упрощения и облегчения эксплуатационного ухода за осветительной установкой выгодно применять приборы автоматического управления. Такие приборы автоматического включения и выключения освещения могут выполняться на основе часовых механизмов, фотоэлементов и фоторезисторов.

Из устройств с часовыми механизмами можно рекомендовать программные реле времени типов 2РВ и 2РВМ. Реле типа 2РВ предназначается для автоматического включения и выключения осветительной установки по одной программе. Например, можно задать точное время включения и выключения освещения контролируемого объекта. Реле 2РВМ в отличие от реле 2РВ двухпрограммное, оно обеспечивает управление по различным программам двух осветительных сетей, например сети основного, рабочего, и сети «дежурного» освещения. Рабочее освещение включается и выключается в одно заданное время, а «дежурное» — в другое.

Реле типов 2РВ и 2РВМ могут работать при относительной влажности до 80 % и температуре окружающего воздуха от -10 до $+50$ °С (для реле 2РВ) и для реле 2РВМ от -20 до $+50$ °С.

Реле представляет собой электромеханический прибор, состоящий из анкерного часового механизма с автоматическим подзаводом от электродвигателя и программного устройства. Принцип работы реле заключается в том, что пружинный двигатель часового механизма вращает программный диск, в резьбовые отверстия которого ввертываются установочные штифты по заданной программе. При вращении программного диска штифты производят в установленное время включение и выключение микровыключателя и тем самым осветительной сети. Для увеличения коммутируемой мощности осветительной установки в реле типа 2РВМ установлены два электромагнитных реле типа МКУ-48. Реле может управлять двумя однофазными осветительными фидерами (до 10 А каждый), установленными по одному в цепи первой и второй программы, или четырьмя однофазными фидерами (до 5 А каждый). Реле типа 2РВ позволяет управлять как однофазными, так и трехфазными фидерами (до 15 А).

Более мощные осветительные нагрузки подключаются к реле через магнитные пускатели.

Более удобны в эксплуатации фотоэлектронные автоматы, схем и конструкций которых разработано много. Каждый из этих автоматов состоит из четырех основных частей.

В качестве первичного элемента автомата, предназначенного для преобразования световой энергии в электрическую, ранее применялись газонаполненные или вакуумные фотоэлементы. В настоящее время для этой цели применяются фоторе-

зисторы, например сернисто-кадмиевые типа ФСК-Г1. Смонтированы они в эбонитовых корпусах с выводами электродов в виде двух штырьков. Масса фоторезистора составляет всего 8—10 г.

Сопротивление фотоэлементов и фоторезисторов уменьшается пропорционально световому потоку, падающему на их поверхность. В темноте их сопротивление настолько велико (10^6 — 10^7 Ом), что электрическая цепь, в которую они включены, будет в темное время суток практически разомкнута. По мере увеличения естественной освещенности сопротивление уменьшается

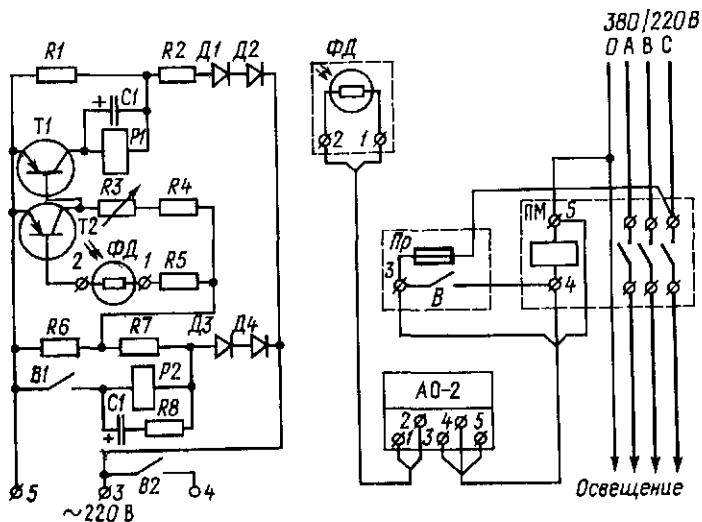


Рис. 4-3. Схема фотоэлектронного автомата АО-2

и в цепи появляется электрический ток. Сила тока, проходящего через фоторезисторы, невелика и совершенно недостаточна для срабатывания реле автомата, предназначенного для воздействия на коммутационную аппаратуру. Поэтому вторым элементом фотоэлектронного автомата являются усилители сигналов. Ранее они выполнялись на основе электронных ламп, в настоящее время применяются транзисторы (например, типа П1А).

Третьим элементом автомата является выпрямительное устройство, выполняемое либо на электронных лампах, либо на полупроводниковых диодах.

Усиленный сигнал попадает далее на четвертый элемент автомата — исполнительное реле, которое включает или выключает катушку контактора линии.

Из серийно выпускаемых автоматов наибольшее распространение получили автоматы типов ФР-1, ФР-2, АО-1, АО-2, Ф-2

и ФРМ-62. Принцип их действия один и тот же, но элементная база и схемы различны.

Для примера на рис. 4-3 приводится схема автомата типа АО-2.

Автомат АО-2 предназначен для автоматического включения и выключения наружного освещения различных территорий в зависимости от естественной освещенности. Автомат состоит из трех основных узлов: фотодатчика, блока управления и магнитного пускателя. Отключение освещения происходит при естественной освещенности, превышающей освещенность при включении на 5—10 лк. Завод выпускает автоматы, настроенные на включение при освещенности 5 ± 2 лк и на отключение при освещенности 8—15 лк. Напряжение питания блока управления 220 В. Диапазон настройки на включение освещения составляет 2—10 лк. Максимально допустимый ток выходных контактов блока управления 0,5 А. При напряжении сети 380 В предельная мощность, отключаемая магнитным пускателем, равна 5 кВт. Масса автомата 1,8 кг.

Чувствительным элементом схемы (фотодатчиком ФД) является фоторезистор ФСК-Г1, заключенный в специальный корпус. Он устанавливается отдельно от блока управления в том месте, где удобно контролировать уровень освещенности. Фоторезистор включен в цепь базы транзистора $T2$, являющегося управляющим элементом для более мощного транзистора $T1$. Транзистор $T1$ управляет реле $P1$, которое своими контактами включает или выключает выходное реле $P2$, к замыкающимся контактам которого подключена катушка магнитного пускателя ПМ. Питание схемы выпрямленным напряжением осуществляется через диоды $D1$, $D2$, $D3$, $D4$ от делителей напряжения $R1-R2$ и $R6-R7$.

Питающее напряжение 220 В подается на схему через зажимы 3 и 5. Настройка автомата на включение освещения при заданной освещенности осуществляется изменением сопротивления резистора $R4$. Настройки на отключение освещения нет. Оно отключается, если освещенность на 5—10 лк выше той, при которой произошло включение.

Чтобы не отключалось (или не включалось) освещение при случайных явлениях (например, при кратковременном освещении фотодатчика прожектором локомотива), схема имеет элементы временной задержки срабатывания — конденсатор $C2$ и резистор $R8$, совместно с замедленным реле $P2$. Для управления освещением вручную (в необходимых случаях) устанавливают щиток с выключателем B и предохранителем Pr на ток 6 А.

Автомат АО-2 поставляется настроенным, поэтому он может быть установлен и включен сразу же после получения его с завода. При необходимости произвести регулировку вновь (после ремонта или при замене отдельных элементов схемы) нужно,

согласно заводской инструкции, руководствоваться следующим:

а) измерение освещенности производить люксметром, фотоэлемент которого устанавливают рядом с фотодатчиком автомата АО;

б) изменять освещенность возможно медленнее, со скоростью не выше 3 лк в минуту;

в) настройку производить, изменяя сопротивление R_2 ; в необходимых случаях допускается изменение сопротивления R_4 в пределах 10—40 кОм.

BOOKS.PROEKTANT.ORG

**БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ
КОПИЙ КНИГ**

для проектировщиков
и технических специалистов

ГЛАВА ПЯТАЯ

ОСВЕЩЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

5-1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На территориях промышленных предприятий объектами освещения являются: автодороги, пешеходные дорожки, подьезды к зданиям, предзаводские участки (площадки, проезды, стоянки транспорта, не относящиеся к территории города), отдельные железнодорожные пути и заводские железнодорожные станции, открытые склады, открытые рабочие площадки, линия границы территории (охранная зона).

Освещенности перечисленных объектов принимаются по СНиП II-4-79 «Строительные нормы и правила». Нормы освещенности открытых пространств не зависят от типа источников света. Нормируются наименьшие значения освещенностей рабочих поверхностей или дорожных покрытий, при этом нормами ограничивается отношение значений наибольшей освещенности к наименьшей.

При проектировании наружных осветительных установок также должны соблюдаться нормы, определяющие наименьшую высоту установки осветительных приборов по условиям ограничения слепящего действия, приведенные в СНиП II-A.9-71. Высота установки светильников зависит от типа источников света, светового потока ламп и защитного угла светильников, а высота установки прожекторов зависит от осевой силы света прожектора.

Нормы освещенности для наружного освещения установлены без учета типа источников света, что обуславливает в первую очередь применение газоразрядных источников света, как более экономичных. Люминесцентные лампы получили распространение в основном в южных районах страны и могут применяться только в светильниках. Лампы ДРЛ могут применяться как

в светильниках, так и в прожекторах. Прожекторы с лампами ДРЛ (кроме прожектора ПЗР-400) пока не выпускаются промышленностью, поэтому в настоящее время широко применяются прожекторы с галогенными лампами КГ, имеющими световую отдачу и срок службы выше, чем обычные лампы накаливания, но ниже, чем лампы ДРЛ.

Для освещения больших площадей применяются ксеноновые лампы — источники света большой единичной мощности.

Для охранного освещения рекомендуются лампы накаливания. В случае, когда охранное освещение входит в систему охранной сигнализации, лампы накаливания обязательны. В случае, когда светильники выполняют функцию освещения дорог и одновременно функцию обычного охранного освещения (например, автодорога проходит вдоль забора на расстоянии 4—8 м от него), может быть допущено применение светильников с лампами ДРЛ.

Для территорий промышленных предприятий предусматривается в основном рабочее освещение. Аварийное освещение необходимо на открытых пространствах, если прекращение работы из-за погасания рабочего освещения может вызвать взрыв, пожар и т. п.

Эвакуационное освещение должно устраиваться в местах проведения работ на открытых пространствах, где эвакуация связана с опасностью травматизма.

Практически оба эти вида освещения устраиваются довольно редко.

Освещение территорий промышленных предприятий может выполняться как светильниками, так и прожекторами. Решающим моментом для выбора того или иного вида осветительных приборов (прожекторов или светильников) являются размеры освещаемой поверхности: при освещении узких площадей целесообразно применять светильники, при больших площадях — прожекторы. Наблюдается тенденция к расширению применения прожекторов, так как это сокращает число осветительных приборов, а следовательно, улучшает условия эксплуатации.

Для освещения территорий промышленных предприятий наибольшее распространение получили светильники консольной установки с широким несимметричным светораспределением типа СКЗР и РКУ01; для предзаводских площадок — светильники венчающие, типа СВР, устанавливаемые в основном на металлических опорах небольшой высоты.

Из прожекторов наибольшее распространение получили прожекторы типа ПКН-1000, ПКН-1500 с галогенными лампами.

Для установки светильников и прожекторов в первую очередь используются здания и сооружения. Все более увеличивающееся в настоящее время стремление как можно больше использовать готовые строительные конструкции объясняется не только тем, что в отдельных случаях уменьшаются затраты на

сооружение осветительной установки (например, площадки на крышах зданий обходятся в несколько раз дешевле, чем отдельно стоящая мачта), но и тем, что установка опор часто затруднительна, а иногда и невозможна из-за наличия мощной сети подземных коммуникаций. Кроме того, опоры, установленные вдоль дорог, часто повреждаются транспортом. Если же невозможно использовать здания, то для установки светильников применяются опоры, а для установки прожекторов—мачты.

Опоры применяются в основном железобетонные, высотой около 9 м, шести- или четырехгранного сечения, с воздушным или кабельным вводом. В проектах должны применяться те типы опор, которые изготавливаются на местных заводах железобетонных изделий.

Прожекторные мачты применяются в основном металлические (по типовому проекту Мосгипротранса) высотой 21 и 28 м, а также высотой 45 м для мощных осветительных устройств с ксеноновыми лампами.

5.2. ОСВЕЩЕНИЕ ДОРОГ И ПРОЕЗДОВ

Освещение автомобильных дорог нормируется в зависимости от интенсивности движения автомобилей в обоих направлениях.

Для главных дорог (шириной 10—12 м) крупных промышленных объектов при отсутствии о них конкретных данных обычно принимается освещенность 2 или 3 лк.

Для основной сети дорог (шириной 6—7 м) освещенность нормируется равной 1 лк. Прочие дороги (шириной 3,5—4,5 м) с односторонним движением можно отнести к хозяйственным проездам и принять для них освещенность равной 0,5 лк.

Освещение автодорог, а также пешеходных и велосипедных дорожек выполняется, в основном, светильниками. Светильники устанавливаются на специальных опорах, а также на стенах зданий или на других строительных конструкциях.

Высота установки светильников выбирается с учетом требований ограничения их слепящего действия и с учетом высоты типовых опор. Обычная высота установки светильника 6—10 м.

Расстояние между светильниками выбранного типа определяется расчетом, при котором чаще всего задают мощность лампы и определяют расстояние между опорами со светильниками при заданной ширине освещаемой полосы. Из нескольких возможных вариантов выбирается наиболее выгодный, с учетом также требований к равномерности освещения.

Автодороги на территориях промышленных предприятий проектируются шириной 3,5—12 м. Поэтому освещение таких дорог выполняется, как правило, односторонним размещением светильников. Только в отдельных случаях, например для главных дорог шириною 10—12 м и если к тому же вдоль дороги с двух

сторон располагаются пешеходные дорожки, рекомендуется двустороннее размещение светильников.

Варианты размещения светильников для освещения автодорог представлены на рис. 5-1.

Если дорога проходит на расстоянии не более 2—4 м от здания, то светильники устанавливаются на стенах зданий (на кронштейнах). В этом случае обеспечивается нормальное обслуживание светильников автомашиной с гидравлическим подъемником с проезжей части дороги. При возможности обслуживания светильников другим способом, например с имеющихся в местах установки светильников проходных площадок, расстояние от светильников до края проезжей части можно допустить до 10 м. Если расстояние от зданий до края проезда 4—10 м, но к зданиям имеется несколько подъездов на расстоянии 20—40 м друг от друга, то в этом случае светильники устанавливаются в местах подъездов.

При проектировании освещения территории для выбора места и способа установки светильников необходимо располагать строительными

чертежами сооружений. Не рекомендуется устанавливать светильники на зданиях небольшой высоты (до 4—5 м) и на зданиях, имеющих сплошные световые проемы высотой до 12—15 м. Иногда здания имеют сложную строительную конструкцию, не позволяющую вообще устанавливать светильники или допускающую устанавливать их только на колоннах зданий. Не рекомендуется также устанавливать светильники на административных зданиях и зданиях с повышенным архитектурным оформлением.

В том случае, когда дорога на значительном протяжении проходит между зданиями (150 м и более), рекомендуется устанавливать светильники на тресе.

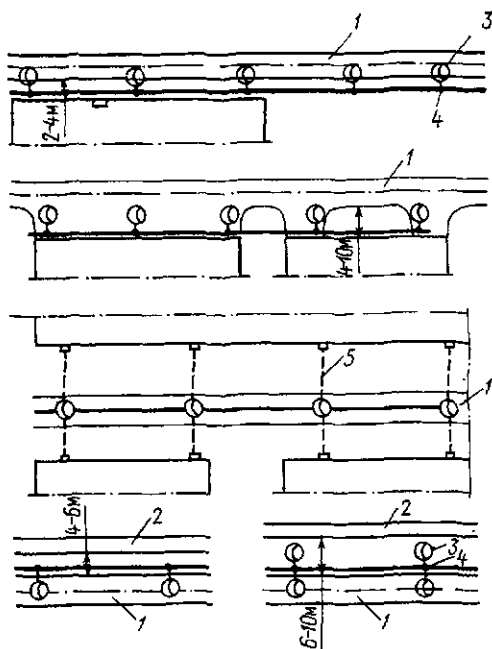


Рис. 5-1. Размещение светильников на дорогах

1 — автодорога; 2 — пешеходная дорожка; 3 — светильник; 4 — опора; 5 — трос

Когда невозможно установить светильники на зданиях или других сооружениях (галереи, эстакады), их устанавливают на специальных опорах.

Часто на территориях промышленных предприятий вдоль автодорог, при небольшом от них удалении, проходят пешеходные или велосипедные дорожки. Освещение таких объектов может быть выполнено одним рядом светильников на опорах, установленных между автодорогой и пешеходной (велосипедной) дорожкой, с направлением кронштейна со светильником в сторону автодороги.

Если пешеходная (велосипедная) дорожка удалена от автодороги на расстояние более 6—8 м, то необходимо на каждой опоре устанавливать по два светильника: один в сторону автодороги, другой в сторону пешеходной (велосипедной) дорожки.

При выборе места установки опор следует учитывать профиль дорог и наличие подземных коммуникаций. Опоры не должны размещаться на проезжей части, но и не должны значительно отдаляться от края дороги. Обычно с обеих сторон от проезжей части располагается зона шириной от 1 до 2 м, так называемая обочина, за которой следует канава для сточных вод. Опоры для светильников рекомендуется устанавливать на обочине, на расстоянии 0,6—1 м от края проезжей части, если установке опор в этом месте не препятствуют подземные коммуникации; в противном случае опоры выносятся за сточную канаву.

Иногда, при значительном удалении дорог от зданий, имеющих высоту 10—15 м и безопасный выход на крышу и проход по крыше, которая имеет ограждение или парапет, более целесообразным вариантом, чем установка светильников на опорах, является вариант установки на крыше одиночных прожекторов, например ПКН-1000, имеющих большую ширину луча в горизонтальной плоскости. Этот вариант становится еще более оправданным, если кроме автодороги освещаются, например, железнодорожный путь, пешеходная дорожка, следующие параллельно автодороге, и т. п.

5-3. ОСВЕЩЕНИЕ ОТКРЫТЫХ СКЛАДОВ И РАБОЧИХ ПЛОЩАДОК

Освещенности для различного рода работ на открытых пространствах принимаются в зависимости от разряда зрительных работ и чаще всего лежат в пределах от 2 до 50 лк.

Так, например, освещенность открытых механизированных складов сыпучих материалов и готовой продукции, являющихся наиболее распространенными объектами на территориях промышленных предприятий, принимается равной 5 лк.

Освещенности для специальных видов работ следует принимать по соответствующим отраслевым нормам.

Для освещения складов или различного рода работ на открытых пространствах, как правило, принимаются прожекторы или светильники прожекторного типа, так как такие объекты имеют обычно площади значительных размеров, а осветительные приборы могут размещаться только за пределами освещаемых площадей. Рекомендуется ограничивать число мест установки прожекторов (насколько это возможно по условиям светотехнического расчета и по конструктивным соображениям) и устанавливать их группами для ограничения зон слепящего действия, простоты в эксплуатации и упрощения схемы.

При выборе расположения мачт или иных мест установки прожекторов необходимо учитывать следующее:

а) направление осей прожекторов должно по возможности совпадать с преобладающим направлением осей зрения работающих;

б) должны быть приняты меры для сокращения и смягчения теней, что может быть достигнуто или только выбором места установки мачт, или освещением данного участка территории с двух или нескольких мачт.

При проектировании освещения открытых складов или рабочих площадок в первую очередь необходимо выявить возможность установки прожекторов на крышах близлежащих зданий. Высота зданий должна быть 15—30 м, а при целесообразности применения осветительного устройства ОУ с ксеноновыми лампами — 40—50 м. Для установки прожекторов на крыше должно быть выдано строительное задание на прожекторную площадку. В задании должна быть отмечена необходимость обеспечить безопасный выход обслуживающего персонала на крышу и проход по крыше к прожекторной площадке.

Для освещения открытых складов или рабочих площадок шириной 30—40 м, размещенных вдоль цехов и в непосредственной близости от них, возможна установка одиночных прожекторов на крыше цеха, имеющего высоту не менее 10—15 м, при условии соблюдения безопасности обслуживающего персонала.

В некоторых случаях конструкция кровли зданий проектируется такой, что проход по ней возможен только по ходовым мостикам. В таких случаях установку прожекторов следует предусматривать в местах приближения ходовых мостиков к ограждению крыши.

При невозможности установки прожекторов на крышах зданий предусматриваются специальные прожекторные мачты по типовым проектам. На площадках мачт могут быть установлены всевозможные типы прожекторов, выпускаемых промышленностью, так как все они по массе и по размерам отличаются друг от друга. Различие состоит лишь в разметке отверстий для крепления прожекторов. Исключение составляют осветительные устройства с ксеноновыми лампами, которые имеют значительную массу и размеры, вследствие чего могут устанавли-

ваться на площадках мачт лишь в том случае, если это предусмотрено в типовом проекте.

В типовом проекте Мосгипротранса прожекторных мачт высотой 35 и 45 м разработаны конструктивные узлы для установки одного двухпучкового осветительного устройства типа ОУЖКс с ксеноновой лампой мощностью 20 кВт. Несущая способность конструкции мачты и площадки позволяет устанавливать и другие осветительные приборы с ксеноновыми лампами, например СПКс, ОУКсН и др. При необходимости установки двух или трех осветительных устройств, например ОУКсН или ККУ01, требуется выдать задание строителям на разработку новой площадки и проверку расчетов блоков ствола мачты.

Выбор способа освещения механизированных складов зависит от характера складирования и от организации на них погрузо-разгрузочных работ, выполняемых различного типа кранами, транспортерами, штабелеукладчиками, автопогрузчиками и т. п.

Характерными являются следующие виды складов: а) склады сыпучих материалов (при работе на них погрузо-разгрузочных механизмов); б) штабельные склады различного рода материалов; в) склады с разгрузочной галереей; г) склады с козловыми кранами; д) склады с мостовыми кранами (эстакады); е) склады жидких веществ в емкостях.

При освещении складов типов «а» и «б» необходимо учитывать, что высота куч и штабелей может достигать 10—15 м, поэтому высота мачт должна быть не менее 20 м. При кучевом складировании мачты должны размещаться с двух сторон складской площадки в шахматном порядке (рис. 5-2, а), чтобы обеспечить нормируемую освещенность между кучами.

При штабельном хранении мачты следует размещать по периметру склада, напротив проездов, чтобы уменьшить зоны затенения, создаваемые штабелями.

Склады с разгрузочной галереей могут освещаться светильниками, установленными на ограждении крыши галереи, на поворотных кронштейнах с большим (1,5—2 м) вылетом, для того чтобы создать необходимую освещенность по всей площади складирования, в том числе и под галереей. В этом случае лучше применять светильники ИСП-02×1000 с галогенными лампами (рис. 5-2, б).

При освещении складов с козловыми и мостовыми кранами (рис. 5-2, в) прожекторы следует размещать так, чтобы направление лучей прожекторов по возможности совпадало с направлением зрения крановщиков, иначе они могут быть ослеплены прожекторами. В освещении такого вида складов также рекомендуется двустороннее размещение мачт, но допустимо и одностороннее размещение при небольшой ширине склада. Если для складов с козловыми кранами освещение с помощью прожекторных мачт является единственным способом освещения,

то для эстакад с мостовыми кранами возможен иной способ освещения.

Так, для освещения протяженных крановых эстакад небольшой ширины (24—30 м) требуется значительное число мачт, которые недостаточно рационально использовались бы ввиду небольшой ширины освещаемой зоны. В этом случае наиболее экономично устанавливать прожекторы типа ПКН на ограждении тормозных площадок (рис. 5-2). При этом для устранения вибрации прожекторов, имеющей место при работе кранов, следует применить амортизаторы. Дополнительное освещение с кранов целесообразно вообще во всех случаях.

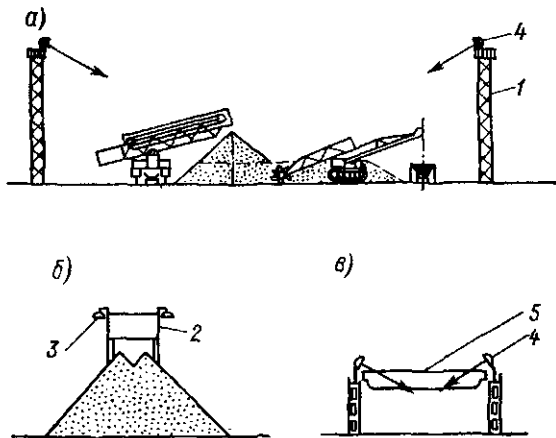


Рис. 5-2. Освещение открытых складов сыпучих материалов (а); с разгрузочной галереей (б); с мостовыми кранами (в)

1 — прожекторная мачта; 2 — разгрузочная галерея; 3 — светильник; 4 — прожектор; 5 — кран

Для освещения больших хранилищ жидких веществ в емкостях используются, в основном, прожекторные мачты. При определении угла наклона прожекторов необходимо учитывать высоту освещаемой поверхности, которая может находиться как на уровне земли, так и на уровне верхних установочных площадок емкостей.

На складах с крановыми эстакадами помимо складирования могут выполняться такие работы, как сварка или сборка металлоконструкций, ремонтные работы и т. п. Эти виды работ относятся к более высоким разрядам норм освещенности, чем склады, а следовательно, требуют установки гораздо большего числа осветительных приборов или применения осветительных приборов большей единичной мощности, а именно устройств с галогенными или ксеноновыми лампами.

Представляют определенный интерес в светотехническом отношении такие объекты, как шламоотвалы и хвостохранилища. Отходы глиноземного производства (шлам), обогатительного (хвост) и доменного (шлак) выбрасываются в специально отведенные места, которые называются соответственно шламоотвалами, хвостохранилищами или шлакоотвалами. Для них характерны несколько общих признаков: большие площади; освещение требуется в основном только по периметру; фронт работ перемещается.

Чтобы представить задачи освещения таких объектов, необходимо кратко рассмотреть технологический процесс, происходящий на этих объектах. На шламоотвал или хранилище подается магистральный шламо- или хвостопровод, который подходит к разводящему шламо- или хвостопроводу, проложенному по специально сооруженной дамбе, по периметру шламоотвала или хвостохранилища. По всей длине разводящего трубопровода перпендикулярно к нему через определенные промежутки установлены сбросные трубопроводы, по которым шлам или хвосты непосредственно сбрасываются в отвал. Твердые частицы хвостов и шлама отстаиваются, постепенно повышая свой уровень, а вода отводится специальными трубопроводами. После того как отстоявшиеся хвосты или шлам достигают определенного уровня (по высоте), требуется переукладка разводящих и сбросных трубопроводов, т. е. происходит смещение фронта работ как по горизонтали (к центру отвала), так и по вертикали.

Зрительной работой на таких объектах является в основном наблюдение за процессом сбрасывания хвостов или шлама, который происходит одновременно на нескольких участках, но не по всему отвалу. На других участках в это время могут работать бульдозеры по выравниванию намытого шлама или хвостов. Наименьшая освещенность таких объектов равна 2 лк.

Необходимая ширина освещаемой полосы на хвостохранилищах составляет 50—100 м. Поэтому для освещения хвостохранилищ требуется установка мачт с прожекторами.

На шламоотвалах ширина освещаемой полосы составляет около 10—20 м. В этом случае для освещения можно установить опоры со светильниками, но при этом опоры требуется переставлять при изменении фронта работ. По этой причине, а также учитывая, что опоры в таком слабом (намытом) грунте неустойчивы, работники эксплуатации предпочитают для шламоотвалов также установку прожекторов на мачтах.

Оптимальным вариантом является установка прожекторных мачт высотой 28 м с прожекторами ПЗС-45 числом 9—12 шт. по периметру отвала через каждые 200 м.

По мере продвижения фронта работ можно на определенном этапе, изменив угол наклона прожекторов, продлить срок действия такой осветительной установки.

Для освещения рассматриваемых объектов возможно и применение осветительных устройств с ксеноновыми лампами при установке их на мачтах высотой 45 м на расстоянии друг от друга около 500 м по периметру отвала. Такая установка резко сокращает число осветительных приборов, а следовательно, облегчает условия эксплуатации, но она неэкономична ввиду высокой стоимости осветительных устройств с ксеноновыми лампами и высотой мачт 45 м.

На шлакоотвалах также происходит изменение фронта работ, так как железнодорожные пути для перевозки шлаков переукладываются по мере заполнения шлакоотвалов. Поэтому здесь также целесообразна установка прожекторов на мачтах.

Ввиду большой протяженности рассматриваемых осветительных установок и удаленности их от промышленных объектов возникают трудности с их питанием. В этом случае можно предложить прокладку специальной линии ВЛ 6—10 кВ с установкой подстанции небольшой мощности, например приходящейся на каждые 3 прожекторные мачты высотой 28 м или на каждую мачту высотой 45 м.

5.4. ОХРАННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Охранное освещение, обеспечивающее наблюдение за границами территории, необходимо в тех случаях, когда такое наблюдение постоянно осуществляется, т. е. при наличии вдоль этих границ не только ограждения, но и постов охраны или специальных средств наблюдения (сигнализации), заменяющих эти посты.

Наименьшая освещенность, создаваемая охранным освещением вдоль линии границ охраняемых в ночное время площадок предприятий, нормируется равной 0,5 лк на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне 0,5 м от земли, на одной из сторон вертикальной плоскости, перпендикулярной линии границы.

Для охранного освещения, как правило, используются светильники, но можно использовать и прожекторы, в основном, при наличии специальных требований, в частности при использовании охранного телевидения.

Экономичным и рекомендуемым вариантом выполнения охранного освещения является установка светильников и прокладка проводов с использованием ограждения. Светильники при этом устанавливаются на специальных стойках из стальных труб, закрепляемых на стойках ограждения, имеющих высоту не ниже 3—3,5 м, так, чтобы высота установки светильников была 5—6 м. При невысоких ограждениях (ниже 2 м) целесообразно устанавливать опоры со светильниками на расстоянии 1 м от ограждения. Если вдоль ограждения, на расстоянии 8—10 м от него проходит автодорога, то допускается

установка светильников, общих для охранной зоны и автодороги, при этом светильники должны быть подключены к сети охранного освещения.

При наличии вдоль границы территории сторожевых вышек устанавливать светильники вблизи их не следует, так как глаза постовых, находящихся на вышках, должны адаптироваться при меньшей яркости окружающего фона.

Если для охранного освещения используются прожекторы, то опоры следует устанавливать по возможности ближе к линии ограды. При наличии сторожевых вышек прожекторы направляются в разные стороны от вышки, при отсутствии вышек все прожекторы следует направлять в одну сторону.

Если ставится задача телевизионного обзора границы территории, то в этом случае можно рекомендовать установку прожекторов, например типа ПКН, на опорах небольшой высоты, равной 3—5 м. При этом необходимо, чтобы направление осевых лучей прожекторов совпадало с направлением обзора телевизионки.

В случае, когда на предприятии применяется охранная сигнализация, охранное освещение разбивается на участки определенной длины. Охранное освещение при этом работает по следующей схеме. В момент нарушения границы на каком-либо участке срабатывает охранная сигнализация, замыкая соответствующие контакты в сети охранного освещения и тем самым включая его на участке, где произошло нарушение границы, и на двух соседних с ним участках. Как правило, проект такого освещения входит в проект охранной сигнализации, но может выполняться и проектировщиками-светотехниками по заданию проектировщиков охранной сигнализации. Дополнительное охранное освещение в этом случае допускается не проектировать.

5-5. ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ

Питание сети освещения территории промышленных предприятий рекомендуется выполнять от цеховых подстанций отдельными линиями. Освещение открытых участков территории, работа на которых связана общим технологическим процессом с цехом, допускается питать от осветительных сетей цеха при условии централизованного управления осветительной установкой.

Многообразие планировки территорий и расположения на них подстанций не позволяет привести исчерпывающих указаний по выбору подстанций, используемых для питания наружного освещения. Можно ограничиться лишь следующими рекомендациями:

а) следует использовать наименьшее число подстанций, однако использовать так, чтобы при питании сети освещения дорог

от выбранных подстанций сечения проводов воздушных сетей не превышали 16 мм² для алюминиевых проводов и 6 мм² для медных;

б) компоновку линий наружного освещения рекомендуется производить с таким расчетом, чтобы, как правило, не допускать прокладки параллельных линий одипакового назначения по общей трассе;

в) рекомендуется использовать в первую очередь те подстанции, от которых одновременно с освещением дорог может питаться или освещение складов, или охранное освещение, или светоограждение.

В тех случаях, когда сечения проводов сетей освещения не лимитированы условиями механической прочности, например сечения кабелей проводки, то необходимо выполнить прикидочные технико-экономические расчеты по возможным вариантам.

Линии наружного освещения, как правило, выполняются трехфазными (с чередованием подключения светильников к различным фазам). При небольшой мощности и малой протяженности линий для сокращения числа проводов целесообразно переходить к однофазным или двухфазным сетям, если это не вызывает увеличения сечения проводов выше наименьших допустимых значений, определенных условиями механической прочности или условиями срабатывания защиты при однофазном коротком замыкании сети.

На территории промышленных предприятий, насыщенных подземными коммуникациями, трудоемкость выполнения кабельных сетей в траншеях высока и следует сети прокладывать открыто:

а) по опорам освещения сети в основном прокладывают голым проводом, алюминиевым марки А, а при наличии среды, агрессивной к алюминию, — медным марки М;

б) по стенам зданий или других строительных сооружений сети проводят бронированным кабелем, с креплением скобами;

в) перекидки сетей между зданиями, между зданием и опорой, между колоннами могут быть выполнены проводами или кабелями на проволоке-катанке.

Сети освещения предзаводских площадок и главных дорог промышленных предприятий, к которым предъявляются повышенные эстетические требования, выполняются бронированным кабелем в траншее.

По условиям механической прочности сечение проводов воздушных линий должно быть не менее 16 мм² для алюминиевых проводов и 6 мм² для медных. Кабельные сети в траншее, как и воздушные линии на опорах, имеют свои достоинства и недостатки. Преимущество кабельных сетей состоит в том, что они менее подвержены обрыву, который происходит в воздушных сетях при транспортировке крупногабаритных строительных

конструкций, недостатком же их является трудность нахождения и устранения обрывов сети, которые нередко происходят при различного вида земляных работах. Напротив, преимуществом воздушных сетей является возможность легкого обнаружения и устранения обрывов сети.

Учитывая вышесказанное, а также то, что воздушные линии значительно дешевле кабельных, воздушным сетям следует отдавать предпочтение перед кабельными.

Сечения проводов сетей наружного освещения должны быть выбраны по расчетной силе тока, а также проверены по потере напряжения и по условию срабатывания защиты при однофазном коротком замыкании.

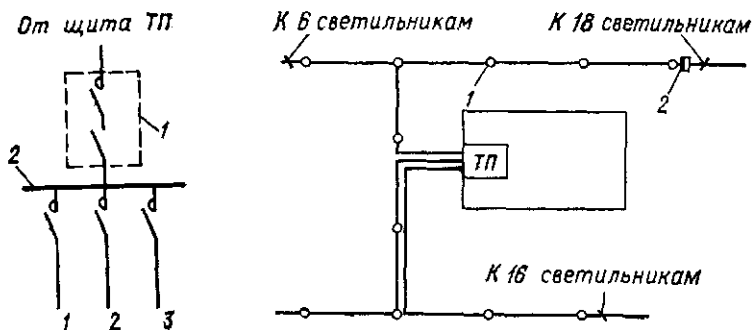


Рис. 5-3. Схема питания установки освещения дорог

1 — пусковой ящик; 2 — щиток с трехполюсными автоматами

Рис. 5-4. План-схема питания установки освещения дорог

1 — опора со светильником (лампа ДРЛ-250); 2 — промежуточный защитный аппарат (ток уставки 20 А)

Если освещение дорог выполнено светильниками с лампами типа ДРЛ без компенсации реактивной мощности и питается от трехфазной линии, то сечение провода, выбранное по значению тока защитного аппарата, как правило, оказывается меньше сечения провода, выбранного по току однофазного короткого замыкания. Чтобы в этом случае избежать повышения сечения проводов линии, можно предусмотреть следующее:

а) установить распределительный щиток на подстанции для снижения тока защитного аппарата на радиально отходящих от подстанции линиях одного назначения, например для освещения дорог (рис. 5-3 и 5-4);

б) для отдельных протяженных линий установить промежуточную защиту таким образом, чтобы ток к. з. в конце линии был достаточным для ее срабатывания (при этом длина линии берется полная — от трансформатора до конца линии), а ток к. з. в месте установки промежуточной защиты должен быть до-

статочным для срабатывания защиты на подстанции (длина линии определяется от подстанции до места установки промежуточной защиты).

Пример установки аппарата промежуточной защиты представлен на рис. 5-4. Так, линия, выполненная алюминиевым проводом марки А и имеющая защиту на подстанции 40 А, а длину (при расстоянии между опорами 30 м) около 700 м, должна иметь провода сечением 35 мм² для обеспечения срабатывания защиты при однофазном к. з. При установке же промежуточной защиты сечение проводов линии может быть принято равным 16 мм².

Управление наружным освещением осуществляется централизованно из помещения диспетчерской предприятия или из какого-либо другого пункта с постоянным дежурством обслуживающего персонала.

Для осуществления управления в пунктах питания (на подстанциях) устанавливаются ящики с пускателями, а в пункте управления — шкаф с выключателями и сигнальными лампами.

Раздельно должны управляться следующие части осветительной установки: освещение дорог, освещение участков территории, на которых проводятся работы в темное время суток; охранное освещение; светоограждение высотных сооружений. В качестве цепей управления осветительной установки больших территорий промышленных предприятий, включающей в себя не менее 10 пунктов питания, целесообразно использовать пары жил сетей связи. В этом случае следует выдавать соответствующее задание организации, проектирующей сети связи.

В том случае, если на предприятии проектируется телеуправление электроснабжением, управление наружным освещением может быть включено в систему телеуправления.

Для небольших территорий, осветительная установка которых питается от одной подстанции, бывает достаточно установить выключатель в цепи катушки пускателя, вынеся его, например, в проходную предприятия. При этом не требуется сигнализация включения установки, так как из окна проходной можно непосредственно увидеть, включилось ли освещение.

Для территории промышленных предприятий, где основная часть цехов работает в три смены, освещение дорог, пешеходных дорожек и железнодорожных путей включается на все темное время суток. Для территорий предприятий с двухсменной работой рекомендуется, кроме рабочего освещения, предусматривать дежурное пониженное освещение на тот период, когда предприятие в целом не работает. В качестве светильников дежурного освещения могут быть использованы светильники одной из трех фаз, при этом на подстанции для дистанционного управления должны быть установлены два магнитных пускателя: один на фазе дежурного освещения, а другой — на двух фазах рабочего освещения.

ОСВЕЩЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК**6.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Массовый характер современного строительства жилых и промышленных зданий заставил перейти к новой форме ведения строительных работ. Были созданы специализированные заводы железобетонных изделий и домостроительные комбинаты, выпускающие как отдельные железобетонные элементы, так и готовые объемные блоки зданий. Строительная площадка превратилась в сборочно-монтажную площадку. В большинстве случаев монтаж ведется непрерывно как днем, так и в темное время суток, что вызывает необходимость освещения площадки.

Осветительные установки для строительных площадок имеют свои особенности и во многом отличаются от осветительных установок действующих фабрик и заводов. Такие установки сооружаются только на период строительства, а затем демонтируются. Для удешевления осветительной установки и сокращения сроков ее выполнения прожекторы, прожекторные мачты и опоры и другие элементы осветительной установки нужно использовать как инвентарную технику многократного применения. После окончания строительных работ все элементы осветительной установки должны разбираться на отдельные легко перевозимые части и направляться на новые объекты.

Рекомендуется также, где это возможно, вместо временных осветительных установок, сооружаемых на период строительства, осуществлять запроектированное постоянное освещение строящегося сооружения и использовать его в период строительства. Должны применяться возможно шире передвижные осветительные установки, например передвижные прожекторные мачты.

Особенностью освещения строительных площадок является еще и то, что уровень расположения освещения рабочих поверхностей непрерывно меняется. Вначале, при подготовке котлована под фундамент, уровень рабочих поверхностей по мере производства земляных работ понижается, а затем он начинает повышаться, достигая в конце концов отметки самой высокой точки строящегося сооружения.

**6.2. СИСТЕМЫ И ВИДЫ ОСВЕЩЕНИЯ.
НОРМЫ ОСВЕЩЕННОСТИ**

Основной системой освещения строительных площадок является система общего прожекторного освещения. По всей территории площадки, где производятся строительные или монтаж-

ные работы, создается освещенность, равная 2 лк. В зонах, где по условиям работы требуется более высокая освещенность (табл. 6-1), она достигается прожекторами или светильниками системы локализованного освещения. Эти осветительные приборы устанавливаются в зоне производства работ на дополнительных передвижных прожекторных мачтах. В некоторых случаях повышение освещенности достигается установкой дополнительной группы прожекторов на мачтах основного освещения площадки.

Таблица 6-1

Нормы освещенности строительных площадок

Наименование участков территории и рабочих операций	Освещенность, лк	Плоскость, в которой нормируется освещенность
Монтаж высоковольтного оборудования, монтаж и сборка различных механизмов, столярные, штукатурные и малярные работы, опалубочные работы, монтаж арматуры	50	Горизонтальная
Бетонирование блоков с большим содержанием железа, кладка из крупных бетонных блоков, сборка и монтаж готовых частей механизмов, металлоконструкций (каркасы зданий, колонны, фермы), санитарно-технические работы	30	То же
Бетонирование крупных простых блоков, кирпичная кладка, монтаж сборных фундаментов, крановые работы, такелажные работы, сливные колодцы	10	»
Земляные работы, производимые экскаваторами, такелажные работы	5	»
Основные автодороги	3	»
Территории котлованов сооружений, участки разгрузки, погрузки и складирования материалов	2	»
Железнодорожные пути и неосновные автодороги	0,5	»

6-3. ОСВЕЩЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Основными этапами сооружения зданий независимо от их назначения являются:

а) подготовка строительной площадки, траншей и котлованов для фундаментов, прокладка водопроводных, канализационных, газовых и других коммуникаций, укладка и установка отдельных элементов этих коммуникаций, устройство дорог и тому подобные работы так называемого нулевого цикла;

б) возведение стен и перекрытий зданий;

в) внутренняя отделка помещений зданий и производство различных санитарно-гигиенических работ;

г) наружная отделка зданий.

Для выполнения всех этих работ необходимо электрическое освещение.

Особенно большое внимание в настоящее время должно быть уделено жилищному строительству, как наиболее массовому.

Строительство жилых домов начинается с работ нулевого цикла. Для земляных работ применяются экскаваторы, специальные траншекопательные машины, бульдозеры и другие механизмы. Излишки грунта обычно сразу же вывозятся на автосамосвалах. Освещение строительной площадки на этом этапе работ рекомендуется производить при помощи прожекторов типов ПКН-1000, ПСМ-40 и ПЗС-35. Они устанавливаются на деревянных мачтах высотой 15 м или на передвижных мачтах для 8 прожекторов. Мачты следует располагать так, чтобы они не мешали работе машин и механизмов, т. е. по периметру освещаемой территории. Интервалы между мачтами должны быть 50—60 м.

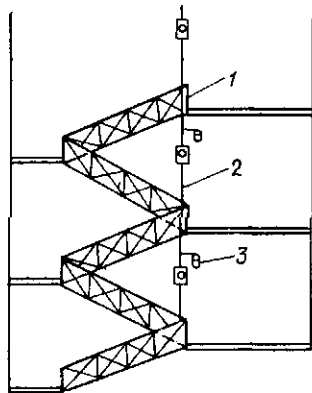


Рис. 6-1. Инвентарный стояк для освещения строительных работ внутри зданий
1 — крепление в лестничной клетке; 2 — внутри здания, 3 — светильник

Вторым этапом строительства жилых зданий является возведение несущих колонн, стен и перекрытий. Подъем на необходимую высоту кирпича, а также стеновых панелей и элементов перекрытий (балок, плит) производится башенными кранами. Эти краны используются для установки на них прожекторов локализованного освещения в зонах разгрузки или загрузки, а также в местах установки и монтажа панелей. Основное же, общее, освещение должно создаваться прожекторами или светильниками, устанавливаемыми на легких передвижных и переносных опорах (рис. 2-7), размещаемых в непосредственной близости к местам

производства работ. Ограничиваться наличием прожекторов только на кранах нельзя. Во многих строительных организациях, в частности таких, как Главмосстрой, Главленинградстрой, Главкиевгорстрой, разработаны специальные инвентарные передвижные вышки для установки светильников и прожекторов.

Одновременно с возведением стен и перекрытий начинается следующий этап строительства: внутренняя и наружная отделка, а также монтаж различного санитарно-технического и электротехнического оборудования.

Освещение работ, производящихся внутри зданий, не представляет больших затруднений, несмотря на то, что здесь требуется создавать относительно большие освещенности (30 и 50 лк). Для этого во многих монтажных организациях разработаны и широко применяются различные инвентарные устройства, позволяющие быстро собирать в необходимых частях

строющихся зданий осветительные установки. Инвентарный стояк (рис. 6-1), устанавливаемый в лестничной клетке, позволяет подключить переносные светильники с лампами на напряжение 36 и 220 В. По мере возведения здания стояк наращивается вверх стандартными секциями. Инвентарный лежак используется для устройства временной магистральной пита-

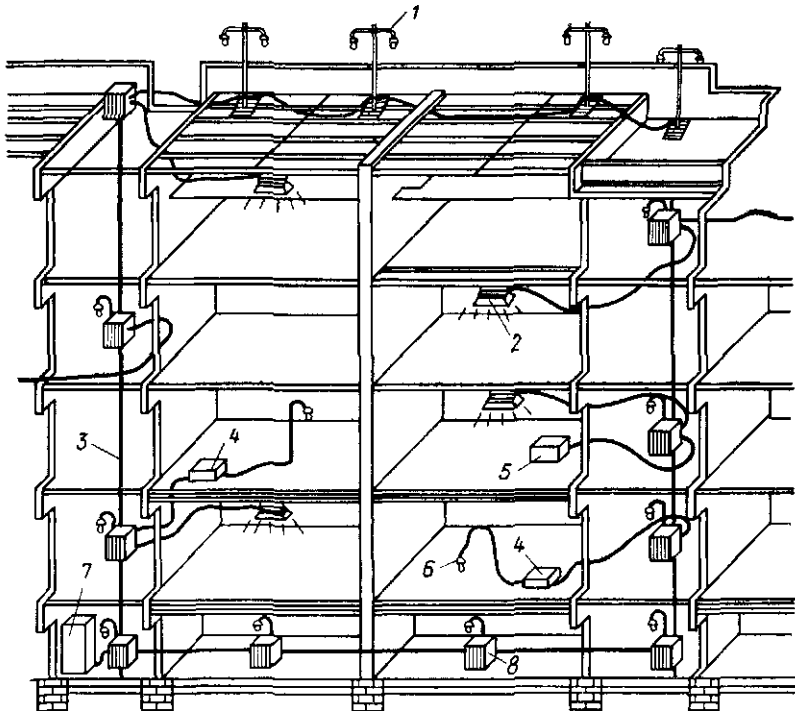


Рис. 6-2. Освещение отделочных и санитарно-технических работ внутри строящегося здания

1 — напольный светильник; 2 — многоламповый подвесной светильник; 3 — стояк с клеммным ящиком и штепсельными розетками; 4 — ящик с понижающим трансформатором; 5 — штепсельный блок; 6 — переносный светильник 36 В; 7 — вводный ящик; 8 — лежак с клеммным ящиком

ющей линии, различные опоры и телескопические стойки — для установки светильников. По данным Главмосстроя применение инвентарных устройств сокращает в 10 раз расход проводов и кабелей на монтаж сетей, питающих временное освещение. Схема устройства освещения строительно-монтажных работ здания показана на рис. 6-2. Наружная отделка зданий производится со сборных инвентарных металлических лесов. В местах проведения штукатурных и малярных работ требуется создавать освещенность в вертикальной плоскости не ниже 50 лк. Таковую

освещенность могут дать светильники софитного типа (рис. 6-3), подвешиваемые к конструкциям лесов. Светильники обычно устанавливаются не по всему фронту лесов, а только в тех местах, где производятся работы в темное время суток. Следует заметить, что по условиям техники безопасности софиты должны быть установлены в местах, исключающих прикосновения к ним

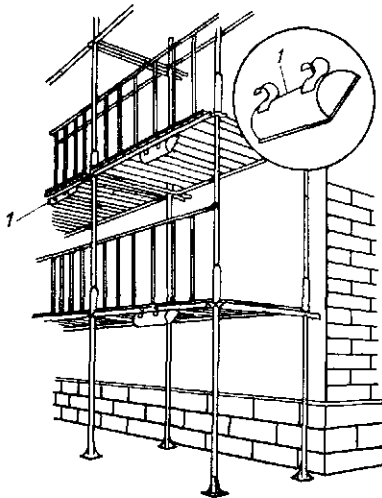


Рис. 6-3. Освещение наружных отделочных работ
1 — светильник-софит

работающих, или питаться от сети 36 В. Иначе должны быть приняты меры, обеспечивающие безопасность персонала. К сожалению, такие софиты промышленностью серийно не изготавливаются. Для этой же цели могут применяться, например, кососветы различных типов, выпускаемые промышленностью.

6-4. ОСВЕЩЕНИЕ КОТЛОВАНОВ СТРОЯЩИХСЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Освещение строительных площадок гидроэлектростанций представляет большие трудности. Прежде всего, эти площадки имеют очень большие размеры. Установка на них прожекторных мачт или исключается полностью или крайне нежелательна, так как это вызывает по ходу

строительства перестановку мачт с места на место. Приходится размещать мачты по периметру площадки, что требует большого радиуса действия устанавливаемых осветительных приборов и применения источников света большой единичной мощности.

На первом этапе строительства производятся работы по возведению перемычек, ограждающих котлованы от водной поверхности реки. Этот период характеризуется тем, что на строительстве еще отсутствует налаженная система электроснабжения. Освещение производится светильниками и прожекторами, устанавливаемыми на земснарядах, экскаваторах и других машинах и механизмах. К концу первого этапа должно быть начато сооружение основной осветительной установки общего освещения котлована.

На втором этапе строительства производятся водоотливные и, в основном, земляные работы, монтаж и строительство временных сооружений и механизмов (бетоновозная эстакада, крановое хозяйство, различные помещения). Работа производится в отличие от предыдущего этапа не на отдельных неболь-

ших участках территории, а по всей площади широким фронтом. Поэтому, кроме осветительных проборов, установленных на различных работающих машинах, в котловане должно быть устроено общее прожекторное освещение.

Следующий этап строительства (третий) характеризуется развертыванием бетонных и монтажных работ до момента затопления котлована. Освещаемая площадь резко сокращается и ограничивается границами здания ГЭС, водосливной плотины, шлюза и других сооружений. Часть прожекторных мачт до затопления котлована демонтируется, остаются только те мачты, которые расположены на берегах или на остающихся перемычках. В этот период работ особое значение приобретает не общее прожекторное освещение, а общее локализованное и местное освещение. Особо выделяется переходный период от третьего к четвертому этапу строительства, когда производятся ответственные, сложные и напряженные работы по перекрытию русла реки.

Осветительная установка общего равномерного освещения котлована сооружается для обеспечения возможности общей ориентировки и передвижения по территории строительства, а также для выполнения грубых работ, не требующих большого зрительного напряжения, и освещенность при этом составляет 2 лк в горизонтальной плоскости. Прожекторные мачты, как правило, выносятся за пределы рабочей зоны строительной площадки и устанавливаются по ее периметру. При освещении строительных площадок шириной до 150 м рекомендуется применение прожекторов типа ПСМ или ПЗС с лампами ДРЛ, при ширине площадки 150—300 м — в первую очередь галогенных ламп накаливания (в прожекторах ПКН или ИСУ), а также обычных ламп накаливания (в прожекторах ПСМ или ПЗС). Для более широких площадок рациональнее применять лампы ДРИ, мощные галогенные и ксеноновые лампы. Типовые рекомендуемые варианты размещения прожекторных мачт приведены в табл. 3-12, 3-13.

Особенно хороший эффект дает применение мощных галогенных и ксеноновых ламп при возможности их установки на значительной высоте (100—150 м). Это легко достигается при наличии в непосредственной близости к строительной площадке естественных возвышенностей, например при производстве строительных работ в каньонах горных рек. Такая установка светильников уже выполнена на ряде строительства. Лучшего освещения можно добиться, подвешивая светильники с ксеноновыми лампами над освещаемой площадью на тросовой перекидке. После освоения массового выпуска мощных металлогалогенных газоразрядных ламп и галогенных ламп накаливания откроются еще большие возможности для освещения строительных площадок.

Локализованное освещение отдельных участков строительной

площадки осуществляется главным образом при помощи прожекторов. При освещении земляных работ прожекторы устанавливаются на экскаваторах и на передвижных мачтах. Для освещения работ по монтажу конструкций и укладке бетона в здании ГЭС и водосливную плотину прожекторы устанавливаются на конструкциях бетоновозной эстакады и на кранах, при монтаже металлоконструкций затворов плотины — на быках и т. д. Особенно широкое применение для локализованного освещения должны иметь передвижные прожекторные мачты.

Большое распространение прожекторное освещение получило также и на площадках строительных и монтажных работ сооружаемых тепловых электростанций, где производится предварительная укрупненная сборка и складирование тепломеханического оборудования и строительных конструкций. Каждая из этих площадок имеет ширину 50 м и длину 400—500 м. Рядом с площадкой, параллельно с ней, обычно располагается вторая, а иногда и третья такая же площадка. Каждая площадка оборудована одним или чаще двумя портално-козловыми кранами, с расстоянием между путями для кранов 32 м.

Размещать опоры для установки прожекторов или светильников между строительными площадками во многих случаях невозможно, так как они будут затруднять движение и работу портално-козловых кранов. В связи с этим для освещения площадок приходится использовать прожекторы, устанавливаемые на мачтах за пределами площадок. Мачты применяются высотой 20 м с двумя площадками. На верхней площадке мачты устанавливаются прожекторы типа ПЗС-45 или ПСМ-50, на нижней — типа ПСМ-40 или ПЗС-35.

Для создания повышенной освещенности на отдельных участках площадок, где производятся более точные работы, на прожекторных мачтах должны быть установлены резервные прожекторы.

При возможности установки опор между отдельными площадками применяются мачты металлические или деревянные высотой 15 м.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ОСВЕЩЕНИЕ КАРЬЕРОВ

7-1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Особенности работ по добыче ископаемых предопределяют некоторые специфические требования к устройству осветительной установки карьера.

Расположение рабочих зон в карьере по мере разработки пород изменяется по горизонтали и по высоте (глубине). С разработкой ископаемых карьеры приобретают ступенчатую форму, на различных высотах (ярусах) создаются предохранительные и транспортные бермы шириной от 3 до 15 м. Широко применяются взрывные работы.

Все это предопределяет временный характер осветительной установки и рациональность применения, где это возможно, передвижных прожекторных мачт.

Согласно СН 466-74 на территории карьера должны создаваться освещенности, указанные в табл. 7-1.

Таблица 7-1

Нормы освещенности карьеров (согласно СН 466—74)

Наименование участков	Освещенность, лк	Плоскость, в которой нормируется освещенность
Карьер в районе производства работ	2	Горизонтальная, на уровне земли
Карьер в районах временного пребывания людей и районы транспортных коммуникаций	0,5	То же
Пути постоянного передвижения людей	1	»
Лестницы, спуски с уступа на уступ	3	»
Участок снятия вскрышных пород экскаватором	10	Вертикальная, со стороны машины
Места производства ручных работ	5	Горизонтальная, на урочне земли
Конвейерная лента для транспортировки горной массы	2	Поверхность ленты
Отвалы	10	Горизонтальная, на уровне верха гусениц трактора
Хвостохранилище	0,5	То же
Участок измельчения глины на глинорыхлительной машине	10	Горизонтальная, на уровне ножей машины
Мостик земснаряда	2	Горизонтальная, на уровне мостика
Карта намыва	2	Горизонтальная, на уровне карты намыва
Сливной колодец	10	Вертикальная
Участок добычи камня	10	Горизонтальная, на уровне разрабатываемой породы

7-2. ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Необходимое освещение территории карьера создается системами общего прожекторного и локализованного освещения

Общее прожекторное освещение осуществляется прожекторами или светильниками прожекторного типа, устанавливаемыми на опорах вдоль периметра карьера, за пределами призмы

обрушения породы. Рассчитывается оно на создание освещенности, равной 2 лк в зоне производства работ и 0,5 лк в остальной части территории карьера, где необходимо только обеспечить возможность свободного передвижения работающих и транспорта.

На участках, где по условиям работы требуется создание более высоких освещенностей, дополнительно к общему освещению устраивается локализованное освещение путем установки в непосредственной близости к рабочим площадкам передвижных прожекторных мачт или опор.

Машины и механизмы, в том числе и буровые установки, должны быть снабжены светильниками или прожекторами, что обеспечивает возможность повышения освещенности до необходимого уровня.

В небольших карьерах шириной до 150 м для общего равномерного освещения рационально применять прожекторы типа ИСУ с галогенными лампами накаливания мощностью 2000—5000 Вт, а также прожекторы с лампами типа ДРЛ. В больших карьерах шириной 150—300 м рационально применять также прожекторы с галогенными лампами мощностью 2000—5000 Вт, прожекторы с лампами ДРИ и обычными лампами накаливания; для карьеров шириной более 300 м — светильники с мощными галогенными и ксеноновыми лампами мощностью 20 кВт.

Рекомендуемые схемы расположения осветительных приборов приведены выше в табл. 3-12, 3-13.

Для освещения дорог и транспортных берм в некоторых случаях следует применять светильники. Большое распространение должны найти также передвижные прожекторные мачты высотой 10 м, особенно на участках, где производятся взрывные работы. Во время взрывов такие мачты можно передвигать на безопасное расстояние, при установке мачты высотой 10 м ей придается наклонное положение III—III (см. рис. 2-10).

Прожекторные установки сооружаются на расстоянии, безопасном в отношении действия воздушной волны от взрыва и определяемом по формуле

$$l = k \sqrt{m}, \quad (7-1)$$

где l — безопасное расстояние, m — масса взрывчатого вещества в кг, k — коэффициент, учитывающий расположение заряда и характер повреждений (для защиты прожекторов в карьерах $k=10$).

Раньше для освещения карьеров применялись исключительно прожекторы ПЗС-45 с лампами накаливания. Большое их число создавало трудности в эксплуатации осветительных установок, особенно на тех карьерах, где разработка ископаемых производилась взрывным способом. При освещении карьеров как ни на каком другом объекте требуется применение источников света

большой единичной мощности и создание необходимой освещенности при минимально возможном числе прожекторов. Этим обстоятельством и можно объяснить то, что появившиеся мощные (20 кВт) ксеноновые лампы нашли наиболее широкое применение именно при освещении территорий карьеров. На большинстве карьеров ксеноновые лампы устанавливались в светильники кустарного производства с плохими светотехническими характеристиками. Однако и это создавало лучший светотехнический эффект, лучшие условия для работы. Применение ксеноновых ламп, несмотря на сложную схему их включения, нашло полное одобрение и признание со стороны эксплуатационного персонала. Безусловно, создание и применение для освещения карьеров мощных (20 кВт) галогенных ламп накаливания принесет не меньший светотехнический эффект при значительном упрощении условий эксплуатации.

На карьерах, имеющих большую ширину, даже лампы мощностью 20 кВт не освещали в достаточной степени дальние участки. Установка по периметру котлована большего числа светильников приводила к созданию повышенных (излишних) освещенностей в крайних зонах и недостаточных освещенностей в дальних зонах. Наиболее рациональным размещением светильников, обеспечивающим равномерность распределения освещенностей, является их подвеска на тросовых перекидках над освещаемой площадью на высоте 100—150 м. Однако это осуществить трудно, а чаще всего и невозможно.

На обогатительном горном комбинате Криворожского бассейна, кроме установки светильников на мачтах по периметру, была предпринята интересная попытка осветить карьер светильником с тремя ксеноновыми лампами мощностью по 20 кВт каждая, подвешенным на аэростате. Такой светильник кустарного изготовления при его установке на высоте 150 м создавал следующие освещенности: в радиусе 500 м $E_r=0,3$ лк, $E_b=0,5$ лк; в радиусе 200 м $E_r=4$ лк, $E_b\approx 6$ лк; в радиусе 50 м $E=25$ лк. Безусловно, в светотехническом отношении это хорошее решение (только при условии установки более совершенного светильника), но такую осветительную установку, связанную с применением аэростата, трудно и очень дорого эксплуатировать. Кроме того, создается большая зависимость от атмосферных условий. Это заставляет считать такой способ освещения карьеров практически неприемлемым. Необходимо в каждом отдельном случае искать иные пути максимально высокого расположения светильников. При этом наиболее рационально применять светильники с коэффициентом усиления не менее 10.

ОСВЕЩЕНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

8-1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основным назначением осветительных установок железнодорожных станций является обеспечение безопасности пассажиров, обслуживающего персонала, складов, грузов, движения поездов, маневровых передвижений. На станциях должны освещаться сооружения для обслуживания пассажиров и подвижного состава. Освещение не должно влиять на отчетливость видения сигнальных огней.

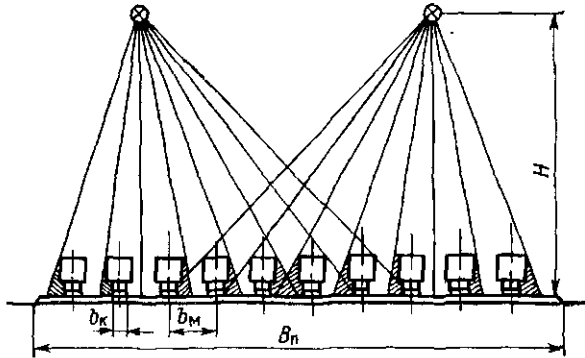


Рис. 8-1. Затенение междупутий при освещении парков путей железнодорожных станций

H — высота установки осветительных приборов; $V_{п}$ — ширина парка путей; $b_{к}$ — ширина колеи; $b_{м}$ — ширина междупутья

Условия труда на железнодорожном транспорте связаны с повышенной опасностью травматизма. Для рабочих, занятых на круглосуточной работе, около половины всего времени в году падает на темное время суток. Поэтому одним из факторов, обеспечивающих улучшение санитарно-гигиенических условий труда и снижающих опасность производственного травматизма на станциях в темное время суток, является искусственное освещение.

Освещение станций и других территорий общей сети железных дорог должно выполняться в соответствии с «Отраслевыми нормами искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта» (1973 г.), выдержки из которых приведены

Нормы освещения железнодорожных территорий

Наименование территорий	Освещенность, лк	Плоскость, в которой нормирована освещенность
Сортировочные и крупные участковые станции:		
пути и горловины парков приема и отправления	5	Г
пути надвига составов на горку	10	Г
участок расцепки	10	B_1
вершина и спускная часть горки	10	$B_3, Г$
тормозные позиции на подгорочных путях на расстоянии 250—300 м от первой раздельной стрелки, хвостовая горловина	10	Г
сортировочные, вытяжные пути, пути транзитных парков	5	Г
Остальные участковые станции:		
пути и горловины парков приема и отправления	3	Г
горловины сортировочных парков	10	Г
пути сортировочных парков, маневровые, вытяжные пути	5	Г
Пути и горловины опорных промежуточных станций с большой местной работой	2	Г
Пути и горловины остальных промежуточных станций, разъездов и обгонных пунктов	1	Г
Пути пассажирских технических станций	5	Г
Пути отстоя моторвагонных секций, локомотивов, вагонов и прочего подвижного состава	2	Г
Пассажирские платформы внеклассных станций	10	$Г_{пл}$
Пассажирские платформы с интенсивным размером пассажиропотока	5	$Г_{пл}$
Пассажирские платформы со средним размером пассажиропотока	4	$Г_{пл}$
То же, в период отсутствия поездов	2	$Г_{пл}$
Пассажирские платформы с малым размером пассажиропотока	2	$Г_{пл}$
То же, в период отсутствия поездов	1	$Г_{пл}$
Переезды:		
I категории	5	$Г_{пер}$
II категории	3	$Г_{пер}$
III категории	2	$Г_{пер}$
IV категории	1	$Г_{пер}$

Примечание. Обозначение плоскостей, в которых нормируется освещенность: Г — горизонтальная, на уровне земли; B_1 — вертикальная, вдоль оси пути, на уровне 1 м от поверхности земли; B_3 — вертикальная, вдоль оси пути, на уровне 3 м от поверхности земли; $Г_{пл}$ — горизонтальная, на поверхности платформы; $Г_{пер}$ — горизонтальная, на уровне полотна переезда.

в табл. 8-1. Нормы являются обязательными при проектировании искусственного освещения вновь строящихся и реконструируемых объектов.

В отличие от прочих открытых территорий осветительные установки парков путей станций имеют свои особенности. На путях станции находится подвижной состав (рис. 8-1), поэтому освещаться должны узкие и длинные площадки, заключенные между рельсами смежных путей (расстояние между осями смежных путей — междупутьями составляет, как правило, от 4,8 до 6,5 м). Число путей на крупной сортировочной станции составляет несколько десятков.

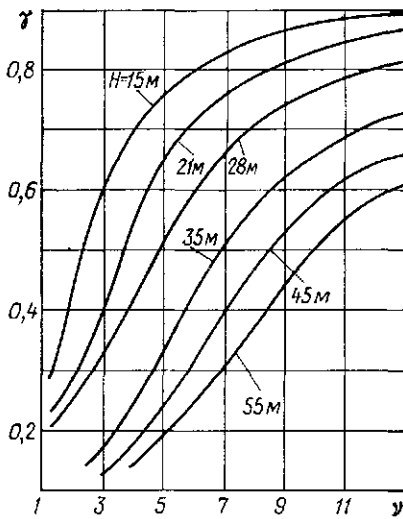


Рис. 8-2. Зависимость коэффициента затенения междупутий γ от числа путей ν и высоты установки осветительных приборов H

В связи с этим одним из важнейших показателей качества освещения парков путей (путевого развития) железнодорожных станций является направленность освещения, характеризуемая коэффициентом затенения междупутий γ , равным отношению затененной площади междупутий S_a к общей площади междупутий S_M (рис. 8-1):

$$\gamma = S_a / S_M. \quad (8-1)$$

Площадь междупутий определяется разностью площади парка S_{Π} и площади колеи всех путей S_K :

$$S_M = S_{\Pi} - S_K = L_{\Pi} B_{\Pi} - b_K \nu L_{\Pi} = L_{\Pi} (b_M - b_K) \nu, \quad (8-2)$$

где L_{Π} — длина парка путей, м; B_{Π} — ширина парка путей м; b_K — ширина колеи, м; ν_{Π} — число путей в парке.

Коэффициент затенения зависит от высоты установки осветительных приборов H , числа путей ν , заключенных между двумя продольными рядами осветительных приборов, от ширины междупутий b_M , ширины колеи b_K и габаритов подвижного состава.

На рис. 8-2 приведена зависимость $\gamma = f(\nu, H)$ для нормальной колеи шириной 1520 мм при ширине междупутий 5,3 м для случая, когда все пути заняты подвижным составом, создающим наибольшее затенение (двух- и четырехосные крытые вагоны, цельнометаллические полувагоны, пассажирские и изометрические вагоны, имеющие ширину 2,8—3,1 м и высоту 3,4—4,4 м).

Коэффициент затенения уменьшается с увеличением высоты H размещения осветительных приборов и уменьшением числа путей ν , заключенных между продольными рядами приборов.

Очевидно, что независимо от высоты установки осветительных приборов качество освещения по условиям затенения между путей будет наилучшим при $\nu=1$, т. е. в случае размещения осветительных приборов над каждым междупутьем.

Эти зависимости являются основополагающими при проектировании осветительных установок парков путей железнодорожных станций.

8-2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА СПОСОБОВ ОСВЕЩЕНИЯ ПАРКОВ ПУТЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

Осветительные установки железнодорожных станций характеризуются многообразием конструкций для размещения осветительных приборов, что объясняется, главным образом, технологическими требованиями. По этой же причине среди специалистов, занимающихся освещением станций, вошел в употребление термин «способ освещения», под которым понимается комплекс решений, связанных с применением определенного вида конструкций для установки осветительных приборов и размещения их на освещаемой территории. Определяющим в понятии «способ освещения» является способ установки осветительных приборов, который зависит от вида строительной и крепежной конструкции.

При размещении конструкций осветительных установок на территориях железнодорожных станций необходимо руководствоваться габаритом приближения строений C по ГОСТ 9238—73, который регламентирует предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, внутрь которого не должны заходить никакие части сооружений и устройств (рис. 8-3). На прямых участках с внешней стороны крайних путей расстояние от внутренней грани конструкций осветительных установок до оси крайнего пути должно быть не менее 3100 мм (штрихпунктирная линия на рис. 8-3). При размещении конструкций в междупутьях расстояние от оси пути до ближайшей грани конструкций должно быть не менее 2450 мм. Нормы изменения размеров габарита приближения строений на кривых участках пути определяются в соответствии с «Указанием по применению габаритов приближения строений» (ГОСТ 9238—73).

Исходя из этих требований, с учетом размеров элементов типовых опорных конструкций осветительных установок, минимальная ширина междупутий, в которых могут быть установлены эти конструкции, в зависимости от типа конструкций составляет от 5,3 до 7,5 м. Однако по условиям работы станций и характеру их технического оснащения не в каждом междупутьи,

хотя и достаточном по ширине, можно установить опорные конструкции осветительной установки. К таким междупутьям, в частности, относятся участки безотцепочного и отцепочного ремонта вагонов, междупутья на путях экипировки пассажирских составов. Наличие в широких междупутьях водоотводных лотков также является ограничивающим фактором в выборе типа опорных конструкций осветительной установки.

На станциях электрифицированных дорог приходится учитывать наличие контактной сети, подвеска которой конструктивно может быть выполнена в нескольких вариантах (на гибких или жестких поперечинах, на консольных опорах).

На станциях электрифицируемых дорог, проекты электрификации и освещения которых выполняются одновременно, выбор способа освещения зависит от типа конструкций, принятых для подвески контактной сети.

На выбор опорных конструкций осветительных установок станций неэлектрифицированных дорог может оказать влияние срок введения электротяги поездов. Возможности весьма разнообразного сочетания на действующих и реконструируемых станциях перечисленных выше факторов (числа путей, взаимного расположения междупутий различной ширины и других технологических особенностей) определяют в основном выбор способов освещения.

В настоящее время в осветительных установках станций применяется несколько основных видов конструкций для размещения осветительных приборов,

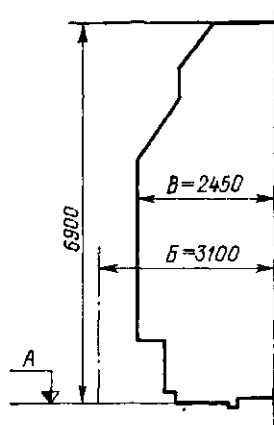


Рис. 8-3. Габарит приближения строений на станциях по ГОСТ 9238—73

А — уровень верха головки рельса; В — линия габарита с внешней стороны крайних путей; В — линия габарита в междупутьях

включающих в себя свыше двадцати различных модификаций и отличающихся назначением, конструктивным исполнением и габаритными размерами: жесткие поперечины для контактной сети, имеющие стационарные устройства для обслуживания осветительной установки; порталы высотой 12—28 м; гибкие поперечины для подвески светильников; цепная подвеска на конструкциях контактной сети; прожекторные мачты высотой от 15 до 45 м с площадками различной конструкции, в том числе мачты, предназначенные для подвески гибких поперечин контактной сети, и мачты с порталным основанием; опоры контактной сети и воздушных линий до 1 кВ.

Технико-экономические показатели описанных конструкций приведены в табл. 8-2.

**Технико-экономические показатели опорных конструкций
осветительных установок станций (для I ветрового района и
I района гололедности)**

Наименование конструкции	Масса металла, кг	Объем железобетона, м ³	Стоимость, тыс. руб.
Железобетонная прожекторная мачта высотой 15 м	600	1,76	0,6
Металлическая прожекторная мачта: высотой 21 м	2400	3,9	1,52
высотой 21 м, совмещенная с опорой контактной сети для гибких поперечин	3900	10,2	2,8
высотой 28 м	3400	4,8	2,6
высотой 28 м, совмещенная с опорой контактной сети для гибких поперечин	4600	10,6	3,1
высотой 28 м с порталом	4800	9,2	2,9
высотой 28 м с порталом, совмещенная с опорой контактной сети для гибких поперечин	6300	9,2	3,5
высотой 35 м	4900	13,6	3,6
высотой 35 м с удлиненной площадкой	6100	13,6	4,1
высотой 45 м	7200	7,9	3,6
высотой 45 м с удлиненной площадкой	8400	8,6	4,9
Жесткая поперечина для подвески контактной сети и установки осветительных приборов:			
через 5 путей	1700	1,6	1,4
через 8 путей	2800	3,2	1,9
Жесткая поперечина для размещения осветительных приборов, установленная на металлических опорах контактной сети для гибких поперечин (через 8 путей)	2800	—	1,1
Металлический портал высотой 15 м на железобетонных опорах (через 8 путей)	2900	3,5	1,7
Металлический портал высотой 28 м на металлических опорах (через 8 путей)	8900	9,6	3,4
Гибкая поперечина для подвески светильников:			
через 8 путей	0,06	3,4	0,9
через 24 пути	2,9	16,0	4,2
Цепная подвеска светильников длиной 260 м	0,32	1,6	2,6

С помощью перечисленных конструкций образуются четыре наиболее характерные группы способов освещения станций. Определяющим признаком для каждой из групп является характер размещения осветительных приборов над междупутьями и их тип (дальнего или ближнего действия). Характеристика групп и отдельных способов освещения, соответствующий им вид конструкций для размещения осветительных приборов и их

техничко-экономические показатели приведены в табл. 8-3 и на рис. 8-4

Рассмотрим подробнее эти четыре группы способов освещения станции.

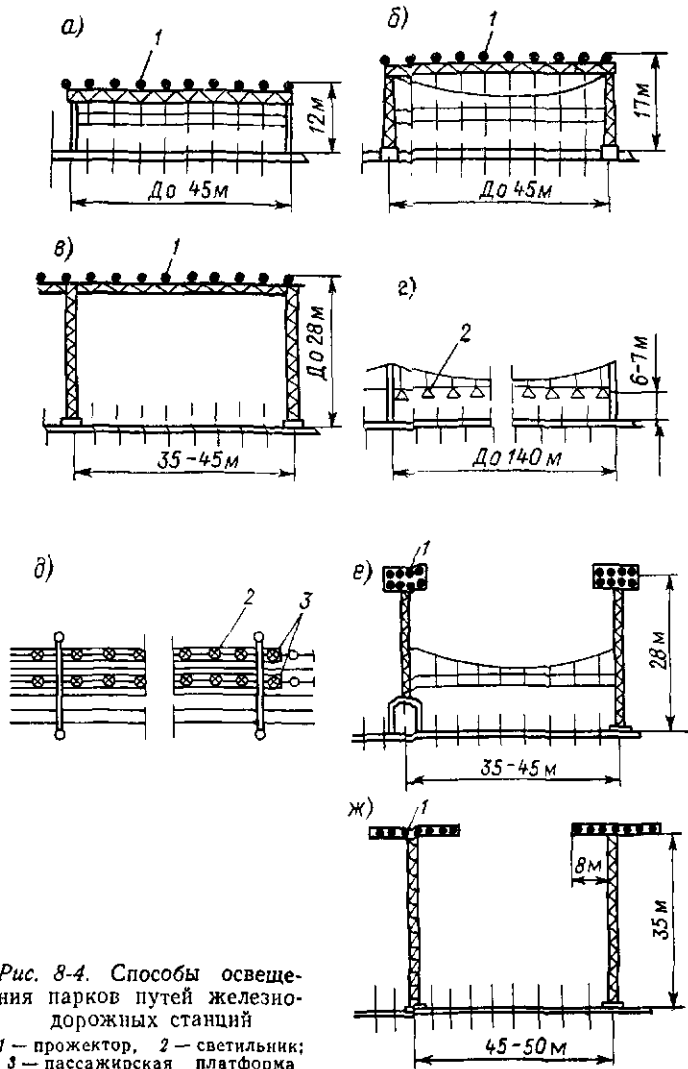


Рис. 8-4. Способы освещения парков путей железнодорожных станций

1 — прожектор, 2 — светильник;
3 — пассажирская платформа

I группа. Осветительные приборы дальнего действия (прожекторы) размещены в ряд над междупутьями; проекции оптических осей прожекторов направлены вдоль путей. В качестве опор осветительной установки используются: жесткие попереч-

чины для подвески контактной сети и установки осветительных приборов на высоте 11—12 м (рис. 8-4, а); ригели жестких поперечин для размещения осветительных приборов на высоте 16—17 м, устанавливаемые на уже существующие металлические опоры контактной сети, на несущие гибкие поперечины на станциях электрифицированных железных дорог; эта схема может быть применена в случае, если расстояние между опорами гибких поперечин (длина гибкой поперечины) не превышает максимальной длины типового ригеля — 44,5 м (рис. 8-4, б); порталы высотой 28 м; наиболее целесообразно применять эту схему для освещения неэлектрифицированных парков крупных сортировочных и участковых станций в случае, если между путями, на которых могут быть установлены опоры порталов, имеют ширину не менее 6,5 м и расположены не реже, чем через 8 путей (рис. 8-4, в).

II группа. Светильники размещены над осями междупутий на высоте 7 м. В качестве конструкций осветительной установки используются: гибкие поперечины для подвески светильников с пролетом длиной до 140 м (рис. 8-4, г); целесообразно применить эту схему для освещения неэлектрифицированных парков крупных сортировочных станций, где нельзя применить способы освещения I группы из-за отсутствия широких междупутий для установки опор порталов или жестких поперечин; цепная подвеска светильников вдоль междупутий, закрепляемая на конструкциях гибких или жестких поперечин контактной сети (рис. 8-4, д); применение схемы целесообразно для освещения пассажирских платформ, расположенных на участках электрифицированных железных дорог.

III группа. Осветительные приборы дальнего действия (прожекторы, светильники с ксеноновыми и галогенными лампами) размещены на мачтах высотой 28, 35 или 45 м (рис. 8-4, е, ж). Эту группу способов освещения следует применять в тех случаях, когда по тем или иным причинам не могут быть применены способы освещения I группы. Следует заметить, что мачты высотой 35 м с удлиненной прожекторной площадкой являются наиболее рациональной конструкцией из этой группы способов освещения.

Использование мачт высотой 15 и 21 м для освещения парков путей неприемлемо по качественным показателям освещения ($\gamma = 0,7 \div 0,85$). На действующих станциях с большим числом путей и при условии отсутствия междупутий требуемой ширины могут быть применены мачты высотой 45 м (см. рис. 2-2), так как благодаря значительной высоте установки осветительных приборов даже при размещении мачт за пределами путей можно несколько уменьшить коэффициент затенения.

IV группа. Светильники размещены на опорах воздушных линий или на опорах контактной сети, расположенных, как правило, вне габарита приближения 3,1 м к оси крайнего пути.

Этот способ освещения может быть применен для освещения развязок, обгонных пунктов и небольших промежуточных станций с числом путей не более четырех.

Для сравнения вариантов осветительных установок железнодорожных станций в качестве основных показателей принимаются следующие:

а) направленность освещения, характеризуемая коэффициентом затенения междупутий γ ;

б) удобство обслуживания: независимость доступа к осветительным приборам от технологии работы станций (занятость путей подвижным составом, наличие напряжения в контактной сети); простота доступа к осветительным приборам без специальных переносных или передвижных средств; безопасность обслуживания, обусловленная наличием на конструкциях осветительной установки стационарных устройств для доступа к осветительным приборам (лестницы, площадки с ограждениями, проходы с настилом и перилами);

в) число «мест обслуживания» и число осветительных приборов (за одно «место обслуживания» принимается одна прожекторная мачта, одна жесткая поперечина, один портал, один светильник на опоре, на гибкой поперечине или на цепной подвеске, доступ к которому осуществляется с помощью переносных или передвижных средств);

г) приведенные затраты и затраты основных материалов;

д) удельные эффективные затраты (приведенные, основных материалов), отнесенные к незатененной площади междупутий, связывающие материальные затраты с наиболее характерным показателем качества освещений парков станций — направленностью освещения. Этот показатель является специфическим для осветительных установок парков путей и требует дополнительного пояснения.

Для сравнения вариантов осветительных установок открытых территорий, для которых не требуется учитывать наличие оборудования или устройств, создающих затенение территории, достаточно сравнить абсолютные или удельные (отнесенные к площади территории) показатели, имея в виду, что другие качественные характеристики (показатель слепящего действия, коэффициент неравномерности освещения) соответствуют их нормируемым значениям.

Иной подход к оценке осветительных установок должен быть в тех случаях, когда необходимо учитывать затенение освещаемой территории. При этом, как правило, повышение качества освещения по условиям затенения связано с применением более дорогого, более сложного, но и более эффективного способа освещения. Связующим показателем количественных и качественных характеристик осветительных установок в этом случае является коэффициент затенения междупутий γ или коэффициент эффективности использования освещенной установки по условиям затенения междупутий $\sigma = 1 - \gamma$.

Показателями, характеризующими степень эффективности использования материальных затрат (в том числе и приведенных затрат) на сооружение и эксплуатацию осветительной установки, являются удельные эффективные затраты Z_{σ} , равные отношению абсолютных затрат Z к незатененной площади междупутий S_{Π} .

Опуская промежуточные преобразования, нетрудно показать, что

$$Z_{\sigma} = \frac{Z_0 b_{\Pi}}{\sigma (b_{\Pi} - b_{\kappa})} = \frac{Z_0 b_{\Pi}}{(1 - \gamma) (b_{\Pi} - b_{\kappa})}, \quad (8-3)$$

где $Z_0 = Z/S_{\Pi}$ — удельный показатель, отнесенный к единице площади парка путей (например, капитальные затраты руб. \cdot м⁻², приведенные затраты руб. \cdot м⁻² \cdot год⁻¹, расход металла кг \cdot м⁻² и т. п.); b_{Π} — ширина междупутий, м; b_{κ} — ширина колеи, м.

Таблица 8-3

Технико-экономические показатели способов освещения парков путей железнодорожных станций

Группа способов освещения	Характеристика групп способов освещения		Коэффициент затенения	Характеристика условий обслуживания	Относительные показатели				Относительные эффективные показатели	
	Характер размещения осветительных приборов	Вид конструкции осветительной установки			Число мест обслуживания	Число осветительных приборов	Приведенные затраты, тыс. руб.	Расход металла, т	Приведенные затраты, тыс. руб.	Расход металла, т
I	Осветительные приборы дальнего действия размещены в ряд над междупутьями, проекции оптических осей прожекторов направлены вдоль путей	Жесткие поперечины для подвески контактной сети и установки осветительных приборов ($H=12$ м)	0,26	+	1	1	1	1	1	1
		Жесткие поперечины для размещения осветительных приборов установлены на металлических опорах контактной сети для гибких поперечин ($H=17$ м)	0,21	+	0,15	0,42	0,51	2,6	0,7	1,7
		Металлические порталы высотой 28 м	0,22	+	0,1	0,26	0,85	3,4	0,8	2,2
II	Светильники размещены над осями междупутий	Гибкие поперечины для подвески светильников	0,3	-	10	0,46	0,9	0,19	0,95	0,14
		Цепная подвеска светильников вдоль междупутий на гибких или жестких поперечинах контактной сети	0,3	-	10	0,46	1,05	1,4	1,1	1,02
		Металлические прожекторные мачты высотой 28 м	0,7	+	0,34	0,69	0,64	2,1	2,1	3,5
III	Осветительные приборы дальнего действия (прожекторы, светильники с ксеноновыми, галогенными лампами) размещены на мачтах	Металлические прожекторные мачты высотой 28 м	0,28	+	0,27	0,84	0,89	3,4	0,81	3,1
		Металлические прожекторные мачты высотой 35 м	0,28	+	0,27	0,84	0,89	3,4	0,81	3,1
IV	Светильники размещены на опорах воздушных линий или опорах контактной сети в габарите приближения 3,1 м к оси крайнего пути	Опоры воздушных линий, опоры контактной сети. Высота установки светильников 6—7 м	0,92	-	1,5	1,5	0,14	—	1,2	—

Примечание. Знак «+» означает, что осветительная установка отвечает требованиям удобства обслуживания; знак «-» означает, что эти требования не удовлетворяются.

Удельные показатели принято относить к площади 10^4 м². Принимая $b_m = 5,3$ м и $b_k = 1,52$ м, получим выражение для подсчета удельных эффективных показателей для станций общей сети железных дорог:

$$Z_{\sigma} = \frac{Z_{\sigma}}{\sigma} \cdot 1,4 \cdot 10^4 = \frac{Z_{\sigma}}{1 - \gamma} 1,4 \cdot 10^4. \quad (8-4)$$

Размерность показателей соответствует принятой единице измерения на 1 га площади парка путей.

Удельные эффективные показатели в итоге являются показателями экономичности, поэтому именно они служат критериями выбора вариантов осветительных установок железнодорожных станций при их сравнении.

В табл. 8-3 даны основные технико-экономические показатели упомянутых выше четырех групп способов освещения, а также относительные значения этих показателей, отнесенные к показателям способа освещения парка путей с использованием жестких поперечин для подвески контактной сети и установки осветительных приборов.

8-3. ОСВЕЩЕНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ПЛАТФОРМ

Пассажирские платформы должны обеспечивать удобную, быструю и безопасную посадку и высадку пассажиров. По расположению пассажирские платформы делятся на боковые, расположенные с полевой стороны крайнего пути, и промежуточные (островные), расположенные в междупутьях. Платформы могут быть низкие — высотой 0,2 м от уровня верха головки рельса и высокие — 1,1 м. Длина платформы зависит от категории обслуживаемых ими поездов. Так, для приема и отправления поездов дальних рейсов длина платформ составляет около 400 м, для пригородных поездов в зависимости от длины обрабатываемых составов — до 300 м.

Ширина платформ зависит от размеров пассажиропотока, типа платформы (боковая, промежуточная), наличия на платформе тоннельного павильона или схода пешеходного моста и составляет, как правило, от 4 до 12 м.

Пассажирские платформы располагаются на станциях, а также на перегонах в районе пригородных участков железных дорог.

Таблица 8-4

Классификация пассажиропотоков
в зависимости от годового числа пассажиров

Характер движения поездов	Годовой пассажиропоток, тыс. чел.		
	малый	средний	интенсивный
Дальний рейс	до 200	200—600	600—2000
Пригородный рейс	до 100	100—300	300—1000

Светотехнические параметры осветительных установок пассажирских платформ связаны главным образом с безопасностью пассажиров, поэтому в основу принципа нормирования освещенности положены не тип и расположение платформ, а размер пассажиропотока — интенсивный, средний и малый. Ни отраслевые нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта, ни другие действующие нормативные документы не регламентируют количественное выражение степени интенсивности пассажиропотока. Поэтому для выбора нормы освещенности в практике проектирования используется предложенная автором градация пассажиропотока в зависимости от годового числа пассажиров (табл. 8-4).

На пешеходных переходах через железнодорожные пути освещенность принимается такой же, как и на платформах, в районе которых они расположены. Принятая норма освещенности должна быть согласована с инстанцией, утверждающей проект.

Для освещения пассажирских платформ в настоящее время применяются два основных способа: установка светильников на опорах и цепная подвеска светильников на конструкциях контактной сети, а именно на гибких или жестких поперечинах (рис. 8-5). При установке светильников на опорах могут быть использованы как консольные, так и подвесные светильники. Многовариантность возможных решений осветительных установок пассажирских платформ определяется в значительной мере широкой номенклатурой уличных светильников, выпускаемых в настоящее время светотехнической промышленностью, которые могут быть применены для освещения платформ.

Критерием выбора оптимального варианта освещения являются, как правило, приведенные годовые затраты, однако в некоторых случаях решающими могут оказаться требования

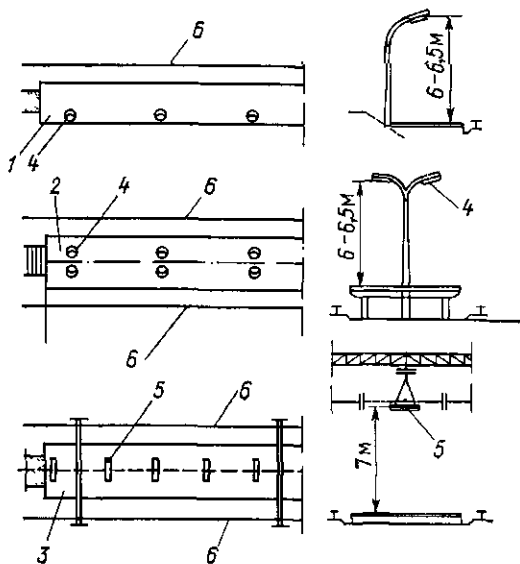


Рис. 8-5. Освещение пассажирских платформ 1 — боковая платформа; 2 — промежуточная платформа; 3 — промежуточная платформа на участке с электротягой поездов; 4 — светильник на опоре; 5 — светильник на цепной подвеске; 6 — ось пути

единого архитектурного решения осветительных установок платформы и прилегающего района в пригородной зоне.

Очевидно, что сравнивать следует варианты, близкие по качественным характеристикам освещения, основными из которых для пассажирских платформ являются неравномерность освещения и слепящее действие. Однако отраслевыми нормами эти показатели не регламентируются.

Поэтому для задания качественных характеристик освещения в данном случае можно лишь ограничиться следующими рекомендациями, отнюдь не бесспорными, вытекающими из сложившейся практики проектирования и эксплуатации освещения с использованием типовых элементов конструкций осветительных установок пассажирских платформ:

а) отношение максимальной освещенности к минимальной следует принимать не более 6 : 1;

б) наименьшая высота установки светильников полуширокого и широкого светораспределения с газоразрядными лампами допускается равной 3,5 м при максимальном световом потоке ламп одного фонаря менее 5000 лм, а при световом потоке более 30 лм — 6,5 м.

Кроме того, чтобы избежать при зрительном восприятии осветительной установки (главным образом в светлое время) впечатления «частотокола», при расстановке опор на платформе рекомендуется принимать отношение расстояния между опорами к высоте подвеса светильников не менее 3,5 : 1.

По конструктивным размерам типовых железобетонных стоек (табл. 8-5) и кронштейнов (табл. 8-6) принимаются следующие высоты размещения светильников над уровнем платформы: для подвесных светильников 5,0—5,3 м и для консольных 6,0—6,5 м. Высота установки светильников при цепной подвеске определяется положением нижнего фиксирующего троса контактной сети и составляет над высокими платформами 6 м и над низкими — 7 м.

Таблица 8-5

Технико-экономические показатели железобетонных опор для освещения пассажирских платформ

Подвод питания	Марка опоры	Объем бетона, м ³	Масса арматуры, кг	Масса стойки, кг	Размеры опоры, мм		Несущая способность, кг.м
					полная длина	нижний диаметр	
Воздушный	170/6,5-2-АП	0,16	27,4	400	6 500	267	1200
	170/8-2-АП	0,21	34,1	530	8 000	290	1700
	170/10-2-АП	0,28	45,4	700	10 000	370	2000
Кабельный	170/6,5-1-АП	0,16	31,9	404	6 500	267	1200
	170/8-1-АП	0,21	38,6	534	8 000	290	1700
	170/10-6-АП	0,28	47,5	704	10 000	320	2000

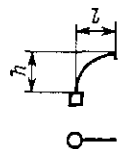
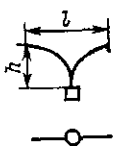
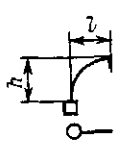
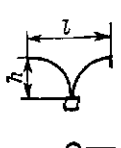
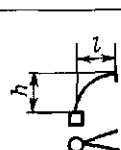
В качестве источников света применяются лампы накаливания общего назначения мощностью 150—300 Вт, люминесцентные лампы типа ЛБ40-4 и ЛБ80-4 и ртутные лампы типа ДРЛ мощностью 80—400 Вт.

Лампы накаливания целесообразно применять для освещения платформ с малым размером пассажиропотока при освещенности 2 лк. В остальных случаях при освещенности 4 лк и более по технико-экономическим соображениям должны применяться газоразрядные источники света — лампы ДРЛ и люминесцентные.

В качестве светильников для ламп накаливания могут быть использованы светильники типа СПП-200 и серии СЗП; для ламп ДРЛ — светильники типа СППР-125 и серии СКЗР, СКЗПР, РКУ, РСУ, СЗПР; для люминесцентных ламп — светильники серии СКЗЛ и СПЗЛ.

Таблица 8-6

Технико-экономические показатели кронштейнов для светильников на опорах при освещении пассажирских платформ

Тип кронштейна	Схема	Тип светильника	Масса, кг	Размеры, мм	
				l	h
МКП-11		Все типы подвесных светильников	18	700	810
МКП-21			22	700	840
МКК-11		СКЗЛ	22	860	850
МКК-12		СКЗР РКУ	24	1000	
МКК-21		СКЗЛ	28	860	850
МКК-22		СКЗР РКУ	30	1000	
МКК-31		СКЗЛ	30	860	850
МКК-32		СКЗР РКУ	32	1000	

Светильники с люминесцентными лампами не должны применяться в районах с расчетной минимальной температурой окружающей среды -35°C и ниже.

Из эстетических соображений предпочтение следует отдавать консольным светильникам. Подвесные светильники наиболее целесообразно использовать на цепной подвеске.

Число светильников на опоре зависит от типа платформы (промежуточная, боковая). На промежуточных платформах, где опоры устанавливаются на их оси, следует применять кронштейны типа МКК-21, МКК-22 или МКП-21 (табл. 8-6), рассчитанные на два светильника, с направлением продольной оси симметрии кронштейна перпендикулярно оси платформы.

На боковых платформах при установке опор у края платформы могут быть применены кронштейны типа МКК-11, МКК-12 и МКП-11 (на один светильник), типа МКП-21 (на два светильника) или двухплоскостные кронштейны типа МКК-31, МКК-32 (на два светильника).

Оси симметрии кронштейнов серии МКК, типа МКП-11 на платформах всех типов и МКП-21 на промежуточных платформах располагаются перпендикулярно оси платформы, а ось кронштейна типа МКП-21 на боковых платформах — параллельно оси платформы.

При наличии на станции или остановочном пункте двух или более платформ разного типа для обеспечения одинакового расстояния между опорами на каждой из платформ, на боковых платформах следует применять кронштейны на два светильника.

При наличии только боковых платформ по технико-экономическим соображениям предпочтение следует отдавать кронштейнам на один светильник.

Для установки светильников применяются центрифугированные железобетонные опоры (см. табл. 8-5), изготавливаемые заводами Главстройпрома Минтрансстроя СССР.

На боковых платформах опоры устанавливаются в грунт в непосредственной близости к платформе с полевой стороны. На высоких промежуточных платформах для установки опор в плитах платформы пробиваются отверстия с последующим замоноличиванием их цементным раствором.

В зависимости от очертания поперечного профиля земляного полотна участка, где размещена платформа, опоры могут устанавливаться либо непосредственно в грунт, либо в стальные железобетонные фундаменты типа ДС (на высоких насыпях).

Расстояние от опор со светильниками до опор контактной сети должно быть не менее 5 м; опоры следует размещать между железобетонными стойками высоких платформ.

На участках электрифицированных железных дорог во многих случаях бывает целесообразной цепная подвеска светильников на конструкциях жестких или гибких поперечин контактной сети. Основное преимущество такого конструктивного решения осветительной установки состоит в том, что отпадает необходимость в опорах для светильников. В свою очередь, отсутствие опор (особенно на узких промежуточных платформах) позволяет беспрепятственно использовать передвижную технику для механизированной очистки платформ от снега и мусора и обеспечивает свободный проезд почтово-багажных тележек и автомашин для экипажировки пассажирских составов. Кроме того, применение цепной подвески во многих случаях может оказаться более экономичным по сравнению с установкой светильников на опорах. Расчеты показывают, что экономическая целесообразность применения цепной подвески возрастает с увеличением минимальной нормируемой освещенности и длины платформы. Применение цепной подвески светильников всегда более экономично на промежуточных платформах по сравнению с боковыми и на высоких платформах по сравнению с низкими. Экономически целесообразно применять цепную подвеску на низких боковых платформах длиной до 220 м при освещенности до 4 лк и длиной до 400 м при освещенности 2 лк, а также если для размещения только одной цепной подвески на жестких поперечинах контактной сети необходима установка двойных железобетонных стоек типа СКУ для жестких поперечин.

Для анкеровки (концевого крепления) цепной подвески используются типовые элементы конструкций (стойки, анкера, оттяжки), используемые для анкеровки контактной сети. Анкеровка цепной подвески светильников может осуществляться на самостоятельных конструкциях или на консольных опорах контактной сети, к которым дополнительно устанавливаются оттяжки с анкерами.

Освещение пешеходных мостиков и сходов на платформы выполняется светильниками типа РКУ, СКЗР-125, СППР-125 или СПП-200, которые устанавливаются на трубчатые металлические стойки на высоте 3,5—4,0 м. Расположение опор следует принимать однорядным.

При размещении светильников с некруглосимметричным распределением силы света на опорах или цепной подвеске особое внимание должно быть обращено на правильное их ориентирование, для того чтобы продольная плоскость с максимальным значением силы света была направлена вдоль платформы или пешеходного мостика.

8-4. ОСВЕЩЕНИЕ ХАРАКТЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ

Для пропуска заданного числа поездов по участку и обеспечения безопасности движения железнодорожные линии делятся на перегоны, т. е. на участки пути, отделяемые друг от друга раздельными пунктами.

Раздельные пункты бывают с путевым развитием (разъезды, обгонные пункты и станции) и без путевого развития (проходные светофоры при автоблокировке и путевые посты при полуавтоматической блокировке).

Разъездами называются раздельные пункты на однопутных линиях, имеющие путевое развитие, предназначенное для обгона поездов.

Обгонные пункты — это раздельные пункты на двухпутных линиях, имеющие путевое развитие, допускающее обгон поездов.

Станциями называются раздельные пункты, имеющие путевое развитие, позволяющее производить операции по приему, отправлению и обгону поездов, операции по приему и выдаче грузов, обслуживанию пассажиров и при развитых путевых устройствах — формирование поездов и технические операции с поездами.

Станции делятся на промежуточные, участковые сортировочные, пассажирские и грузовые. В зависимости от объема и сложности работы и наличия тех или иных технических устройств станции подразделяются на классы. Станции, имеющие большой объем работы и высокий уровень технического оснащения, являются внеклассными, за ними следуют станции I, II, III, IV и V классов. Классность станции не влияет на значение нормируемой освещенности парков путей и других территорий за исключением пассажирских платформ, для которых минимальная освещенность 10 лк на внеклассных станциях принимается независимо от размера пассажиропотока. Тип раздельного пункта, от которого зависит последующий выбор нормы освещенности и способа освещения, должен определяться технологом-станционником.

Освещение разъездов и обгонных пунктов. Помимо главных путей на разъездах и обгонных пунктах имеется один-два приемо-отправочных пути. В горловинах разъездов и обгонных пунктов, оборудованных электрической централизацией стрелок,

выполняются работы по текущему содержанию стрелочных переводов. На главных и приемо-отправочных путях могут выполняться операции по посадке и высадке пассажиров и в небольших количествах — по погрузке и выгрузке навалочных грузов.

В прежних отраслевых нормах освещения МПС (1959 г.) нормы освещенности для разъездов и обгонных пунктов не регламентировались. Повышенное внимание в последние годы к вопросам охраны труда привело к нормированию минимальной освещенности 1 лк. В перерывах работ по присмусу, пропуску и отправлению поездов на разъездах и обгонных пунктах допускается охранное освещение с наименьшей освещенностью 0,5 лк вдоль путевого развития с одной стороны на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне 0,5 м от земли на одной из сторон вертикальной плоскости, перпендикулярной оси крайнего пути.

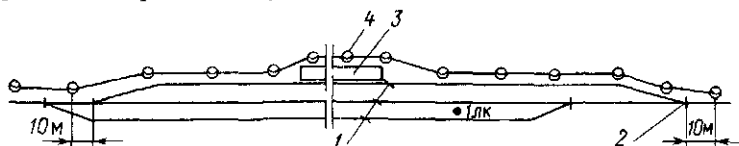


Рис. 8-6. Освещение разъезда, расположенного на неэлектрифицированном участке

1 — станционные пути; 2 — центр стрелочного перевода; 3 — пассажирская платформа; 4 — светильник, установленный на опоре воздушной линии до 1 кВ

Освещение этих территорий рекомендуется выполнять светильниками, установленными на опорах высоковольтной линии ВЛ 1 кВ, расположенной со стороны пассажирского (служебного) здания, с габаритом приближения 3,1 м от оси крайнего пути (рис. 8-6), а на участках электрифицированных железных дорог — на консольных опорах или на опорах жестких поперечин контактной сети. Могут применяться подвесные светильники типа СПП-200, СППР-125, СЗПР-250Б, СЗП-500Б и консольные типа СКЗР и РКУ с лампами ДРЛ-125 и ДРЛ-250 при высоте установки 6—7 м.

На разъездах с одним главным и одним приемо-отправочным путем освещенность 1 лк могут обеспечить, например, светильники СКЗР-125 с лампой ДРЛ-125, установленные на высоте 6,5 м с шагом 29—30 м.

В районах стрелочных горловин опоры со светильниками следует размещать в непосредственной близости от переводных механизмов стрелочных переводов, с тем чтобы последние были расположены в зонах максимальной освещенности. Для этого опоры должны устанавливаться на расстоянии 8—10 м от центров стрелочных переводов, которые указываются на планах путевого развития отдельных пунктов.

Освещение промежуточных станций. На промежуточных станциях производятся обгон, скрещение и пропуск поездов, а также погрузки и выгрузки грузов, выполняется маневровая работа со сборными поездами, осуществляется продажа билетов, посадка, высадка и обслуживание пассажиров. Отдельные промежуточные станции формируют отправительские маршруты, обслуживают пути предприятий, а иногда являются конечными пунктами пригородных пассажирских поездов. Число приемо-отправочных путей на промежуточных станциях в зависимости от интенсивности движения поездов бывает от двух до четырех. Для местной работы со сборными поездами укладывают погрузо-разгрузочные выставочные и вытяжные пути. На главных и приемо-отправочных путях производится прием и отправление поездов, маневровые работы, связанные с прицепкой и отцепкой локомотивов и вагонов, работы по учету вагонов, их разметка. На пассажирских платформах, кроме работ, связанных с обслуживанием пассажиров, производится прием и сдача багажа и почты. В горловинах станций, оборудованных электрической централизацией стрелок, выполняется работа по текущему содержанию стрелочных переводов, а на станциях без электрической централизации стрелок производится подготовка маршрутов для приема, отправления поездов и маневровых передвижений. Эта работа выполняется стрелочниками.

В последние годы наметилась тенденция по сосредоточению перечисленных выше грузовых и коммерческих операций на меньшем числе промежуточных станций. Поэтому последние стали подразделяться на опорные промежуточные станции с большой местной работой (как правило, станции I—III классов) и промежуточные станции с малым объемом местной работы (станции IV—V классов), близкие по характеру к разъездам и обгонным пунктам. Это нашло свое отражение в действующих отраслевых нормах искусственного освещения МПС 1973 г. (см. табл. 8-1). Для опорных промежуточных станций минимальная горизонтальная освещенность на поверхности земли должна быть не менее 2 лк. Характер и объем выполняемых работ предъявляет повышенные требования к качественным характеристикам освещения по условиям затенения междупутий подвижным составом.

Освещение промежуточных станций с малым объемом местной работы выполняется теми же способами, которые были приведены для разъездов и обгонных пунктов.

Для освещения опорных промежуточных станций с большой местной работой может быть применен один из способов первой или третьей группы.

Технико-экономические расчеты показывают, что на станциях электрифицируемых железных дорог оптимальным вариантом является установка осветительных приборов (светильников и прожекторов) на ригелях жестких поперечин контактной сети.

Выбор жестких поперечин, которые предназначаются для использования в качестве конструкций осветительной установки, производится проектировщиком после разработки раздела контактной сети проекта. Расстояние между жесткими поперечинами диктуется требованиями контактной сети и составляет, как правило, 50—60 м. Требуемая освещенность 2 лк в зависимости от типа применяемых прожекторов может быть обеспечена при расстоянии между жесткими поперечинами до 100—130 м. Поэтому для осветительной установки используются не все жесткие поперечины, предназначенные для подвески контактной сети, а лишь около половины, которые размещаются через одну поперечину (рис. 8-7). На станциях неэлектрифицированных железных дорог применение этого способа освещения оказывается также экономически целесообразным, особенно

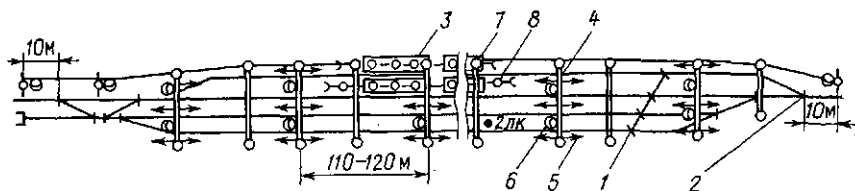


Рис. 8-7. Освещение промежуточной станции, расположенной на электрифицируемом участке

1 — станционные пути; 2 — центр стрелочного перевода; 3 — пассажирская платформа; 4 — жесткая поперечина контактной сети; 5 — прожектор; 6 — светильник, установленный на жесткой поперечине или на опоре; 7 — светильник на цепной подвеске; 8 — анкеровка цепной подвески

в тех случаях, когда имеется перспектива введения электротяги поездов. При использовании на станциях неэлектрифицированных дорог жестких поперечин для установки осветительных приборов разработке проекта освещения должна предшествовать разработка раздела контактной сети, на основании которой определяются места установки и тип жестких поперечин с учетом последующей электрификации. В проекте освещения используются лишь те конструкции, которые необходимы для обеспечения наименьшей нормируемой освещенности 2 лк.

Высота установки осветительных приборов на ригелях жестких поперечин контактной сети составляет 12 м над уровнем земли. Для ограничения слепящего действия при $E_n = 2$ лк могут быть применены осветительные приборы с максимальной силой света не более $I_{\max} = 250H^2 = 250 \cdot 12^2 = 36\,000$ кд (прожекторы ПЗС-35 с лампами Г220-300, ПСМ-30-1 с лампами Г220-200, ПСМ-500 или ПЗР-400VI с лампами ДРЛ-400).

Освещение промежуточных станций на участках электрифицированных дорог, где контактная сеть подвешена на гибких или на жестких поперечинах, не предназначенных для использования в качестве конструкций осветительных установок, может быть выполнено одним из следующих способов.

Если длина гибкой поперечины не превышает максимальной длины типового ригеля жесткой поперечины, то в качестве конструкций для установки осветительных приборов целесообразно использовать ригели жестких поперечин, которые устанавливаются на металлические опоры гибких поперечин контактной сети. В этих условиях осветительные приборы располагаются на высоте 17 м над уровнем земли. Максимальная сила света прожектора $I_{\max} \leq 250H^2 = 289 \cdot 250 = 72\,000$ кд. Поэтому могут быть применены прожекторы ПЗС-35 или ПСМ-40-1 с лампами Г220-500, ПСМ-50-1 с лампами ДРЛ-700. Расстояние между ригелями жестких поперечин, на которых устанавливаются осветительные приборы, может составлять до 180—190 м, и для освещения будет использована только каждая третья гибкая поперечина контактной сети.

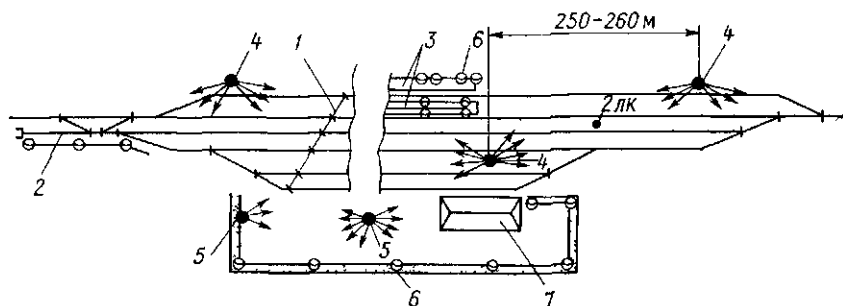


Рис. 8-8. Освещение промежуточной станции, расположенной на неэлектрифицированном участке, с использованием прожекторных мачт

1 — станционные пути; 2 — вытяжной путь; 3 — пассажирская платформа; 4 — прожекторная мачта высотой 28 м; 5 — прожекторная мачта высотой 15 м; 6 — светильники; 7 — станционная постройка

Если установка ригелей жестких поперечин на металлические опоры гибких поперечин по каким-либо причинам окажется невозможной или нежелательной, то для освещения путевого развития парков опорных промежуточных станций следует использовать прожекторные мачты высотой 28 м (рис. 8-8). Этот способ оказывается наиболее целесообразным также в случае, если контактная сеть существующей станции подвешена на жестких поперечинах, не предназначенных для установки осветительных приборов, так как оборудование их настилом для прохода и перилами в условиях эксплуатации практически исключено.

Освещение участковых и сортировочных станций. Для обеспечения технического осмотра составов, работы сборных и участковых поездов, смены бригад и для тягового обслуживания железнодорожные линии делятся на участки, на границах которых размещаются участковые станции. На станциях этого типа осуществляются следующие основные операции: прием, пропуск и отправление пассажирских и грузовых поездов, пере-

работка грузов, расформирование и формирование сборных и участковых поездов, экипировка и ремонт локомотивов, технический осмотр и ремонт вагонов, в том числе и безотцепочный.

В состав участковых станций входят приемо-отправочные и сортировочные парки путей, вытяжные пути, пути локомотивного хозяйства, грузовой двор.

Сортировочные станции служат для массового расформирования и формирования грузовых поездов. Здесь перерабатываются транзитные и местные вагонопотоки со сходящихся направлений и формируются поезда, идущие на большие расстояния без переработки на попутных станциях. В состав сортировочных станций входят, как правило, те же парки путей и территории, что и на участковых станциях, только с большим числом путей и иным их расположением. В парках приема и отправления сортировочной станции выполняется та же работа, что и в парках участковой станции, но в большем объеме. Поэтому действующие отраслевые нормы освещения объектов железнодорожного транспорта предъявляют равные требования к осветительным установкам сортировочных и крупных участковых станций. Исключение составляют небольшие участковые станции (как правило, III и IV классов), которые в нормах именуются как «остальные участковые станции». Технология работы крупных участковых и сортировочных станций определяет более сложные зрительные задачи, которые ставятся перед эксплуатационным персоналом служб движения, вагонного и грузового хозяйства в темное время, что учитывается нормами освещения (см. табл. 8-1).

Технология работы станции этого типа по расформированию и формированию поездов сводится к следующим операциям. Грузовые поезда, поступающие в переработку, прибывают в парк приема, где их подготавливают к расформированию. Там же производится технический и коммерческий осмотр поезда. При этом выявляют неисправные вагоны, требующие ремонта. По окончании этих операций состав по путям надвига подается на сортировочную горку для роспуска. На путях надвига в процессе движения состава производится расцепка отдельных вагонов или их группы и осуществляется роспуск вагонов на соответствующие пути сортировочного парка.

На участке расцепки работа выполняется со сцепными устройствами, находящимися в межвагонном пространстве, поэтому нормы требуют здесь освещенности 10 лк на вертикальной плоскости, проходящей вдоль оси пути на уровне 1 м от поверхности земли. Одним из наилучших решений, обеспечивающих это требование, является цепная подвеска светильников вдоль пути надвига со стороны работы расцепщика.

Горки на сортировочных станциях располагаются перед входом в сортировочный парк. Они представляют собой насыпь, на которой уложены один или два пути через гребень горки, имеющей

крутой спуск в сторону сортировочных путей. Их подразделяют на механизированные и немеханизированные. Механизированные оборудуют специальными устройствами для торможения вагонов (вагонными замедлителями) и электрической централизацией стрелок. Маршрут движения вагона (отцепа) на определенный путь сортировочного парка подготавливает горочный оператор.

Горочный оператор должен наблюдать за движением вагонов и отцепов на участке от вершины (горба) горки до конца спускной части, где заканчивается уклон горочных путей. На этом участке нормируется горизонтальная освещенность на по-

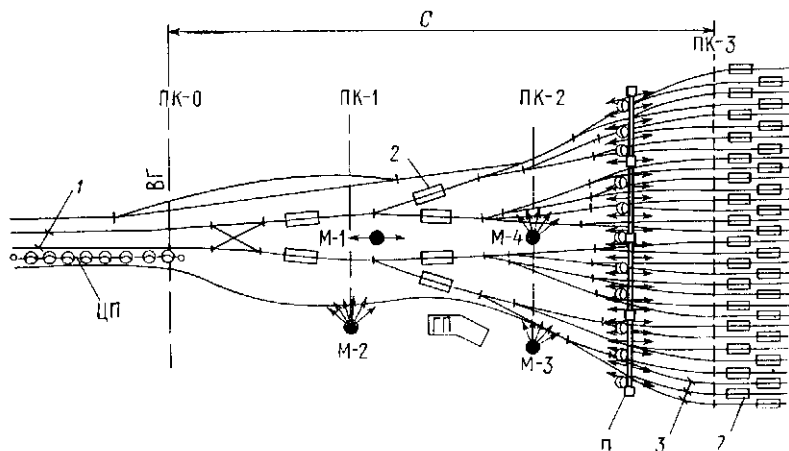


Рис. 8-9. Освещение сортировочной горки

1 — пути надвига составов на горку; 2 — тормозные позиции; 3 — пути сортировочного парка; ЦП — цепная подвеска светильников; ВГ — вершина горки; ПК — сигнал; М-1 — прожекторная мачта высотой 28 м с осветительным устройством ОУЖКс-20000; М-2, М-3, М-4 — прожекторные мачты высотой 15 м; П — портал высотой 28 м со светильниками и прожекторами; ГП — горочный пост; С — спускная часть горки

верхности земли и вертикальная освещенность 10 лк вдоль оси пути на уровне 3 м от поверхности земли со стороны горочного поста.

На тормозных позициях подгорочных путей на расстоянии 250—300 м от первой разделительной стрелки требуется создание горизонтальной освещенности 10 лк на поверхности земли. На рис. 8-9 в качестве примера приведено одно из возможных решений освещения сортировочной горки. Осветительное устройство ОУЖКс-20 000 с ксеноновой лампой ДКсТ-20 000, установленное на металлической прожекторной мачте М-1 высотой 28 м, вместе с прожекторами типа ПЗС-45 с лампами ДРИ-700, установленными на металлическом портале П-1 высотой 28 м, обеспечивают минимальную горизонтальную освещенность 10 лк. Вертикальная освещенность 10 лк на вершине горки и спускной части создается прожекторами типа ПКН, установленными на железобетонных мачтах М-2, М-3 и М-4 высотой 15 м. Для

освещения пути надвига составов на горку применена цепная подвеска светильников типа СППР-125 с лампами ДРЛ-125. На мачте М-1 в качестве резерва, кроме светильника с ксеноновой лампой, установлены также прожекторы с лампами накаливания, которые питаются по отдельному фидеру и автоматически включаются при исчезновении напряжения на основном фидере.

Схема электроснабжения осветительной установки сортировочных горок с прилегающими путями (пути надвига составов на горку и спускная часть) должна обеспечивать надежное питание с выполнением условий, предусмотренных в отношении электроприемников I категории.

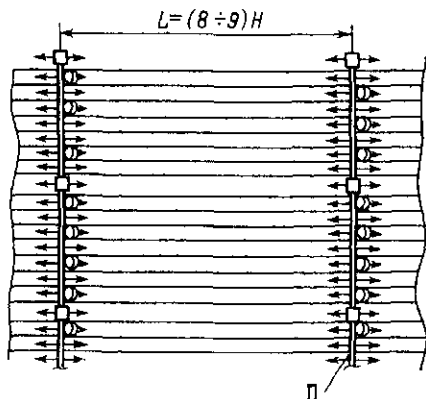


Рис. 8-10. Освещение сортировочных, приемо-отправочных, транзитных парков сортировочных и участковых станций на участках без электротяги П — портал высотой 28 м со светильниками и прожекторами

Решение осветительных установок сортировочных, приемо-отправочных и транзитных парков зависит от вида тяги поездов и характера путевого развития станций — наличия расширенных междупутий и их взаимного расположения. На станциях неэлектрифицированных железных дорог оптимальным является применение порталов высотой 28 м (рис. 8-10). Возможность использования этого варианта освещения определяется наличием междупутий шириной не менее 6,5 м, расположенных не более чем через восемь пу-

тей. В случае, если широкие междупутья располагаются через девять и более путей, можно рекомендовать применение прожекторных мачт высотой 35 м с удлиненной площадкой.

Для освещения приемо-отправочных и транзитных парков станций с электротягой для установки осветительных приборов следует использовать жесткие поперечины контактной сети (рис. 8-11, 8-4). Это решение может оказаться целесообразным для освещения парков на неэлектрифицированных участках железных дорог, имеющих перспективу электрификации. Выбор варианта освещения должен производиться на основании технико-экономических расчетов.

Минимальная ширина междупутья для размещения железобетонных опор жестких поперечин составляет 5,4 м.

Применение гибких поперечин со светильником для освещения сортировочных парков может быть рекомендовано только как вынужденное решение в тех случаях, когда на существу-

ющих станциях с большим числом путей (10—12 и более) отсутствуют междупутья требуемой ширины, позволяющие применить один из перечисленных выше способов освещения.

Рекомендуемые прожекторы и источники света для освещения парков путей участковых и сортировочных станций приведены в табл. 8-7.

Освещение технических пассажирских станций. Назначение технических пассажирских станций — обслуживание и экипировка пассажирских составов. Особенностью парков путей этих станций является наличие асфальтированных междупутий шириной 7,5 м для проезда автомашин и выполнения работ по экипировке составов, которые чередуются с обычными неасфальтированными междупутьями. В зависимости от конкретных ус-

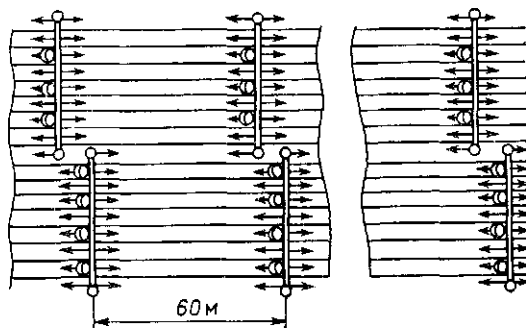


Рис. 8-11. Освещение прямо-отправочных и транзитных парков сортировочных и участковых станций на участках электрифицируемых железных дорог

Условные обозначения — см. рис. 8-7

ловий, связанных с числом путей в парке, с возможностью размещения опорных конструкций осветительной установки в нерабочих междупутьях или за пределами путевого развития, для освещения технических пассажирских станций может быть применен один из способов освещения, показанных на рис. 8-4. В случае применения светильников на гибких поперечинах или на цепной подвеске (см. рис. 8-4) обслуживание осветительной установки может выполняться с телескопической вышки или с лейтера (специальной передвижной вышки, предназначенной для обслуживания контактной сети), устанавливаемых на асфальтированных междупутьях.

Освещение открытых территорий грузового хозяйства. К этим территориям относятся открытые механизированные склады тяжеловесов, контейнеров, лесоматериалов, площадки для хранения грузов, склады сыпучих материалов, погрузочно-разгрузочные эстакады, для которых нормируется освещенность 5 лк на

рабочих поверхностях. Освещение этих территорий не имеет особой специфики и выполняется в соответствии с рекомендациями, приведенными в гл. 5. В зависимости от размеров территории грузового двора и входящих в его состав сооружений и устройств может применяться как прожекторное освещение с ис-

Таблица 8-7

Рекомендуемые типы прожекторов и источников света для освещения парков путей участковых и сортировочных станций

Высота установки, м	Наименьшая освещенность, лк	
	3	5
12	ПСМ-50-1, ДРЛ 400, ПЗР-400, ДРЛ 400 ПСМ-30-1, Г 220-200 ПЗС-35, Г220-300	ПЗС-35, Г220-500, ПСМ-50-1, ДРЛ 700
15	ПСМ-50-1, ДРЛ 700 ПСМ-50-1, Г220-500 ПЗС-35, Г220-500	ПСМ-40-1, Г220-500 ПКН-1000-1, КГ220-1000-5
17	ПСМ-40-1, Г220 ПСМ-50-1, ДРЛ 700 ПКН-1000-1, КГ220-1000-5	ПКН-1500-1, КГ220-1500 ПСМ-50-1, Г220-1000
21	ПЗС-45, Г220-1000 ПСМ-50-1, Г220-1000 ПКН-1500-1, КГ220-1500	ПЗС-45, Г220-1000 ПЗС-35, ДРИ 250 ПСМ-50-1, Г220-1000 ПКН-1500-1, КГ220-1500 ПКН-2000-1, КГ220-2000-4
28	ПЗС-35, ДРИ 250 ПЗС-45, Г220-1000 ПСМ-50-1, Г220-1000 ПКИ-2000-1, КГ220-2000-4	ПЗС-35, ДРИ 500 ПЗС-45, Г220-1000 ПКН-2000-1, КГ220-2000-4
35	ПЗС-35, ДРИ 500 ПЗС-45, Г220-1000, ПКН-2000-1, КГ220-2000-4	ПЗС-45, ДРИ 700 ПЗС-35, ДРИ 500 ПКН-2000-1, КГ220-2000-4

пользованием мачт высотой от 15 до 45 м, так и освещение светильниками, размещенными на опорах воздушных линий до 1 кВ, или комбинация этих способов освещения. Для освещения дорог и проездов расположенных между закрытыми складами, следует использовать светильники, установленные на стенах зданий и под навесами у ворот складов.

8-5. УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ И ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Управление освещением отдельных пунктов должно быть централизованным; на крупных (внеклассных) станциях допускается устройство двух-трех пунктов управления.

Пункты управления освещением на участковых, сортировочных, пассажирских и грузовых станциях размещаются в поме-

щениях дежурного по станции или на одном из постов электрической централизации; на разъездах, обгонных пунктах, промежуточных станциях — в помещениях дежурного по станции; на остановочных пунктах — в кассовых павильонах; на переездах — в переездных будках.

Схемы управления наружным освещением должны обеспечивать:

а) централизованное включение и выключение освещения из одного пункта раздельно каждого из объектов (парки путей разного назначения, сортировочная горка, территория грузового, локомотивного, вагонного хозяйства, помещения для пассажиров);

б) контроль положения линейных магнитных пускателей из пункта управления освещением;

в) возможность местного управления освещением объектов, перечисленных выше, при общем централизованном управлении;

г) возможность выключения всего освещения из пункта централизованного управления освещением района на опорных промежуточных, участковых, сортировочных, пассажирских и грузовых станциях, за исключением мест, где работы должны продолжаться;

д) возможность выключения освещения пассажирских платформ и переездов автоматически через реле двойного снижения напряжения на светофорах (ДСН);

ж) возможность включения рабочего освещения платформ на остановочных пунктах без кассового павильона через реле извещения о прибытии поезда РИ (в случае применения ламп накаливания или люминесцентных) и полного отключения освещения через реле ДСН;

з) возможность автоматического включения и выключения освещения в зависимости от уровня естественной освещенности.

При наличии на станции телеуправления объектами электрооборудования нетяговых потребителей электроэнергии объекты управления наружным освещением должны включаться в систему телеуправления.

Фидеры, питающие установки прожекторного освещения, в том числе с ксеноновыми и галогенными лампами, должны выполняться, как правило, раздельными от фидеров, питающих светильники. Соответственно раздельным должно быть и управление этими фидерами.

Электрические сети, питающие осветительные установки, могут быть воздушными или кабельными.

Особенности устройства электрических сетей зависят от вида тяги поездов и системы питания рельсовых цепей устройств автоматической блокировки. На участках железных дорог без электротяги электрические сети должны выполняться по «Правилам устройства электроустановок». Однако в этом случае, в отличие от ПУЭ, наименьшее расстояние от проводов воздуш-

ной линии 1 кВ до поверхности пассажирских платформ может приниматься равным 4,5 м.

На участках электрифицированных железных дорог проектирование и эксплуатация электрических сетей регламентируется специальными документами и указаниями Министерства путей сообщения, которые отражают специфику устройства электроустановок и электроснабжения нетяговых потребителей, находящихся в зоне влияния контактной сети постоянного и переменного тока.

На отдельных пунктах участков электрифицированных железных дорог для прокладки воздушных линий наружного освещения до 1 кВ используются, как правило, опоры контактной сети. Подвеска проводов осуществляется на специальных деревянных кронштейнах, служащих дополнительной изоляцией и уменьшающих вероятность касания ими рельсовых цепей устройств автоблокировки, результатом которого может быть неправильное действие устройств СЦБ (сигнализация, централизация, блокировка). Для этой же цели на кронштейне со стороны опоры установлен специальный ограничительный штырь, исключающий возможность касания проводом опоры контактной сети (заземленной на рельс) при срыве его с изолятора.

При использовании опор контактной сети для установки светильников и прокладки воздушных линий до 1 кВ выводы этих линий на пунктах питания (трансформаторные подстанции, распределительные устройства 380/220 В) оборудуются отключающими аппаратами, один из полюсов которых используется для разрыва нейтрального провода. Нейтральный провод сети наружного освещения в этом случае прокладывается самостоятельно, изолированно от нейтральных проводов фидеров внутреннего освещения, силового оборудования и пр. Эти меры необходимы для того, чтобы исключить вынос потенциала заземленного на трансформаторной подстанции нейтрального провода на опоры контактной сети, заземленные на тяговый рельс, потенциал которых может отличаться от потенциала нейтрального провода на несколько десятков и даже сотен вольт.

Электропроводка и электрооборудование, в том числе осветительные приборы, размещаемые на опорных конструкциях контактной сети, изолируются с помощью деревянных пропитанных антисептиком брусьев, досок, клиц. При этом опорные конструкции заземляются на тяговый рельс, а нетоковедущие части электрооборудования — на заземленный у трансформаторной подстанции нейтральный провод. Все электрооборудование должно устанавливаться на высоте не менее 3,5 м от поверхности земли. Эти же меры предусматриваются и в тех случаях, когда электрооборудование осветительной установки размещается на самостоятельных конструкциях (например, на прожекторных мачтах), расположенных менее чем в 5 м от частей контактной сети, находящихся под напряжением.

ОСВЕЩЕНИЕ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ**9-1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

В нашей стране за последние годы введено в строй немало новых спортивных сооружений, на которых можно проводить самые крупные состязания, и число таких сооружений непрерывно растет. Независимо от класса спортивных сооружений нормальная эксплуатация их может быть возможна только при наличии искусственного освещения. Поэтому рациональному освещению таких объектов придается большое значение, в особенности в связи с широким распространением цветных спортивных телевизионных передач.

Основными нормативными документами для проектирования искусственного освещения спортивных сооружений являются: «Спортивные сооружения. Нормы проектирования» СНиП II-76-78, «Нормы электрического освещения спортивных сооружений» ВСН-1-73.

На степень зрительной работы глаза и соответственно на выбор уровня освещенности при проектировании осветительной установки влияет и то обстоятельство, что объект различения (спортсмен, мяч, волан и т. д.) не имеет фиксированного положения и может находиться на уровне поля (площадки) или на достаточно большой высоте; при этом для спортсмена очень важно точно оценивать скорость полета мяча (волана), его траекторию и характер приземления. Вследствие того что спортсмены, как правило, не имеют фиксированного направления линии зрения во время игры в «воздушные» виды спорта (футбол, бадминтон, баскетбол и др.), осветительные приборы могут довольно часто попадать в поле зрения игроков. В «наземных» видах спорта (например, хоккей с шайбой) спортсмен при нормальном течении игры не смотрит вверх и спортивные события происходят на малых высотах или на уровне площадки. При устройстве осветительной установки необходимо учитывать также вид спортивного снаряжения, его размер и значение коэффициента отражения. В габаритный диапазон снарядов входят сравнительно большие объекты (например, баскетбольный мяч) и самые малые (мячик для игры в настольный теннис). Пределы коэффициентов отражения также велики. Так, коэффициент отражения материала хоккейной шайбы составляет 10 %, баскетбольного мяча 20—30 %, теннисного мяча 40—80 %, волана для игры в бадминтон 55—80 %. На выбор уровня освещенности влияют также скорость движения мяча, контраст объекта наблюдения с фоном и яркость поля адаптации.

Как показал опыт, при проектировании можно исходить из того, что искусственное освещение, удовлетворяющее требова-

ниям зрителей, обеспечивает также и требования спортсменов, так как зрительные задачи последних не труднее задач наблюдателей.

Ниже, в табл. 9-1 — 9-4 приведены нормируемые в СССР уровни горизонтальной и вертикальной освещенностей для открытых спортивных сооружений без учета требований телевидения. Отметим, что в большинстве видов спорта, особенно в «воздушных», большое значение имеет освещенность в вертикальной плоскости. Вертикальная освещенность важна также для проведения цветных телевизионных передач и киносъемок. Между тем, расчеты освещенности в вертикальной плоскости представляют для ряда спортивных игр значительные трудности. Вследствие этого, например, в нормах США по освещению спортивных и игровых площадок задаются значения только горизонтальной освещенности, а необходимая вертикальная освещенность достигается при обеспечении на площадке нормативной горизонтальной освещенности путем установки прожекторов или светильников в соответствии с рекомендуемыми схемами. Однако в советских нормах, учитывая возросшие требования к качеству освещения стадионов, регламентированы значения как горизонтальной, так и вертикальной освещенности.

Допустимая неравномерность освещенности, т. е. отношение максимальной освещенности к минимальной, в соответствии с отечественными нормативами, не должна превышать для летних и большинства зимних видов спорта 3 : 1. Следует отметить, что это требование в ряде случаев недостаточно и в некоторых странах к неравномерности освещения предъявляются более жесткие требования. Так, например, по последним рекомендациям в США указанное выше соотношение для соревнований по теннису должно быть 2 : 1, а в ГДР неравномерность освещенности оценивается отношением минимальной и средней освещенности, равным 1 : 1,5.

При проектировании освещения спортивных сооружений следует вводить коэффициент запаса, учитывающий снижение освещенности в процессе эксплуатации осветительной установки. Его значение принимается равным 1,3 для ламп накаливания и 1,5 для газоразрядных ламп в прожекторах.

Для определения освещенности и равномерности ее распределения необходимо нанести на план спортивной площадки прямоугольную сетку. Размеры сетки (и соответственно число точек расчета и измерения в местах пересечения линий, включая углы площадки) зависят от распределения светового потока, определяемого характером установки, числом и типом используемых прожекторов или светильников, а также от значения требуемой равномерности освещенности. При небольших размерах ячеек сетки можно с достаточной точностью определить равномерность освещенности. Наоборот, при очень больших ячейках

сетки минимальное и максимальное значение освещенности могут находиться между точками расчета и не будут зафиксированы, в особенности в установках, оснащенных прожекторами с концентрированным светораспределением.

В соответствии с рекомендациями норм ФРГ, размеры одной прямоугольной ячейки сетки для футбольных полей должны составлять по длинной стороне 13,1 м и по короткой — 11,3 м. Для легкоатлетических секторов сохраняются аналогичные размеры. Точки расчета освещенности беговых дорожек стадионов шириной 7,6—10 м выбираются в центре дорожки на продолжении линий расчетной сетки. Для дорожек шириной свыше 20 м в поперечном направлении необходимо предусматривать две точки расчета, каждая на расстоянии от края, равном $\frac{1}{3}$ ее ширины. В продольном направлении такая дорожка разбивается на равные отрезки с расстоянием между ними 15—20 м. По нашему мнению, целесообразно для спортивных площадок меньших размеров (баскетбола, тенниса, хоккея с шайбой и т. п.) размеры ячейки сетки принимать в форме квадрата со стороной, равной 2—3 м.

Слепящее действие осветительной установки зависит от следующих параметров: яркости блеских источников, их числа, расстояния до наблюдателя и площади светящей поверхности; углов между преимущественным направлением зрения и направлением на блеские источники; яркости фона, на котором воспринимаются блеские источники; яркости поля адаптации (например, яркости футбольного поля). Как отмечается в специальных исследованиях, такое большое число факторов, определяющих уровень слепящего действия, затрудняет установление оптимальных критериев его ограничения, если учесть к тому же постоянно изменяющееся в процессе игры направление линий зрения игроков на поле, судей и зрителей. Этот вопрос требует дальнейших исследований, так как существующие нормы и рекомендации были разработаны для уровней горизонтальной освещенности до 500 лк и не могут считаться вполне пригодными для современных осветительных установок, обеспечивающих цветные телевизионные передачи.

Для уменьшения блескости на открытых плоскостных сооружениях, предназначенных для спортивных игр (кроме городков и настольного тенниса), следует предусматривать, как правило, верхнебоковое освещение. Допускается применение верхнего освещения при высоте подвеса светильников над игровой площадкой не менее 12 м для волейбола и тенниса, 8 м для бадминтона, баскетбола и ручного мяча и 6 м для хоккея.

На площадках для городков и настольного тенниса следует предусматривать, как правило, верхнее освещение самих «городков» и поверхности стола при высоте подвеса светильников не менее 3 м. Для ограничения блескости при верхнебоковом освещении открытых спортивных сооружений осветительные

приборы должны устанавливаться на высоте не менее 10 м. При этом угол между горизонтальной поверхностью сооружения и перпендикуляром, опущенным из оптического центра наиболее низко установленного осветительного прибора на продольную ось сооружения, должен быть не менее 27°. При верхнем освещении открытых плоскостных спортивных сооружений должны применяться светильники с защитным углом не менее 30°. При верхнебоковом освещении легкоатлетических дорожек оптические оси светильников и прожекторов с концентрированным светораспределением должны иметь направление в сторону движения спортсменов, при этом осевые лучи осветительных приборов не должны попадать на трибуны.

В США нормируется угол между горизонтальной поверхностью игровой площадки и линией, проведенной между наиболее низко установленным прожектором и точкой, находящейся на расстоянии, равном $\frac{1}{3}$ ширины игровой площадки, от ее края, ближайшего к прожектору. Этот угол должен быть не менее 30°, что по отечественным нормам примерно соответствует углу 27° на продольную ось поля. Минимальная высота установки осветительных приборов должна составлять не менее 6,1 м для «наземных» и 9,1 м для «воздушных» видов спорта.

Искусственное освещение открытых спортивных сооружений, создающее тени, выявляет объемность объекта различения и облегчает его наблюдение. Однако для устранения резких теней и обеспечения хорошей видимости в любом месте спортивной площадки как игрокам, так и зрителям необходимо освещать каждую точку площадки в нескольких направлениях. Хорошее качество освещения в этом случае характеризуется не отсутствием теней, а скорее характером создаваемых мягких теней.

Коэффициент пульсации освещенности характеризует относительную глубину колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током. Значение этого коэффициента не должно превышать 10 %. Для уменьшения пульсаций освещенности и, соответственно, стробоскопического эффекта, значительно ухудшающего условия наблюдения движущихся объектов (мяч, игроки), смежные прожекторы, освещающие одну и ту же точку поля, необходимо подключать к разным фазам сети.

Воспроизведение цвета должно приближаться к естественному; особенно неприятно воспринимается искажение цвета кожи спортсменов. Из этих соображений применение ламп с резко выраженным линейчатым спектром не может быть рекомендовано. Благоприятная цветопередача обеспечивается лучше всего металлогалогенными лампами, а также галогенными и лампами накаливания.

Качество освещения любого объекта зависит не только от того, насколько хорошо выполнена осветительная установка, но

и от соблюдения правил ее эксплуатации. Служба эксплуатации должна обеспечивать приемку осветительной установки после ее монтажа и палатки, своевременную замену источников света, ремонт и чистку осветительных приборов, не реже двух раз в год, периодический (один раз в месяц) замер освещенности, а также проверку равномерности ее распределения. Обслуживание осветительной установки должно выполняться с помощью специальных лестниц, мостиков, площадок с ограждениями, являющимися конструктивной частью опоры или мачты, или же с использованием специальных подъемников.

9-2. ОСВЕЩЕНИЕ ФУТБОЛЬНЫХ ПОЛЕЙ И СТАДИОНОВ

Футбол, хоккей с шайбой являются видами спорта, собирающими наибольшее число зрителей. Поэтому все крупные стадионы строятся прежде всего для футбольных соревнований. Соответственно и устройство осветительной системы стадионов должно прежде всего удовлетворять требованиям, предъявляемым футбольными игроками. При игре в мяч наибольшее значение имеет скорость различения объекта. Только быстро и правильно оценив траекторию и скорость полета мяча, игрок может точно реагировать на создавшуюся ситуацию. К тому же яркий контраст между мячом и фоном или угловыми размерами движущегося мяча задаются определенными правилами игры и геометрией стадиона, а скорость различения мяча изменяется в довольно широких пределах при изменении уровней яркости (освещенности). Освещенность мяча должна гарантировать достаточно быстрое различение движущегося мяча игроками и зрителями с учетом различных функций этих наблюдателей. Отечественные нормы освещенности построены именно исходя из этих положений (табл. 9-1). Освещенность в 200—400 лк на мяче в зависимости от класса стадиона обеспечивает скорость его восприятия игроком в $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{13}$ с, а во время тренировок (освещенность 50—100 лк) — в $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{6}$ с. Эти значения были признаны достаточными для игры. Соответственно скорость восприятия мяча зрителями, наблюдающими со значительных расстояний и, следовательно, с меньшими угловыми скоростями, может быть ниже и составляет до $\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$ с.

На сооружениях, предназначенных для проведения соревнований республиканского и более высокого значения, по указанию Комитета по физической культуре и спорту при Совете Министров СССР производится повышение уровня освещенности по сравнению с указанным в табл. 9-1. Освещенность трибун принимается равной не менее 10 % уровня горизонтальной освещенности, предусмотренной для футбольного поля; при этом нужно учитывать освещенность на трибунах, создаваемую всей осветительной установкой сооружения.

За последние годы значительно увеличилось число телевизи-

Значение освещенностей стадионов и спортивных арен

Наименование спортивных сооружений	Наименьшая нормируемая освещенность при любых источниках света, лк	Плоскость, в которой нормируется освещенность
Футбольные тренировочные поля, а также стадионы при наличии трибун вместимостью до 1500 зрителей	50	Горизонтальная, на поверхности поля
	30	Вертикальная, на высоте 15 м от поверхности поля
Спортивные арены для футбола и легкой атлетики с трибунами вместимостью от 1500 до 10 000 зрителей	100	Горизонтальная, на поверхности футбольного поля
	50	Вертикальная, на высоте до 15 м от поверхности футбольного поля
	50	Горизонтальная, на поверхности легкоатлетических секторов и беговых дорожек
То же, с трибунами вместимостью от 10 000 до 25 000 зрителей	200	Горизонтальная, на поверхности футбольного поля
	75	Вертикальная, на высоте до 15 м от поверхности футбольного поля
	50	Горизонтальная, на поверхности легкоатлетических секторов и беговых дорожек
То же, с трибунами вместимостью от 25 000 до 40 000 зрителей	400	Горизонтальная, на поверхности футбольного поля
	100	Вертикальная, на высоте до 15 м от поверхности футбольного поля
	100	Горизонтальная, на поверхности легкоатлетических секторов и беговых дорожек

Примечание. Вертикальная освещенность должна быть обеспечена в плоскости, проходящей через продольную ось поля, с обеих ее сторон.

онных передач со стадионов. В соответствии с решением Госстроя СССР цветные телевизионные передачи должны предусматриваться со всех стадионов с трибунами вместимостью свыше 40 тысяч зрителей и задание на проектирование этих сооружений должно согласовываться с организациями Государственного Комитета СССР по телевидению и радиовещанию.

Основной нормируемой характеристикой в технике телевизионного освещения является освещенность в плоскости, перпендикулярной оси объектива телекамеры. По существу эта характеристика определяет яркость объекта передачи (футболист, мяч и т. д.) при известном коэффициенте отражения объекта и, следовательно, освещенность фотокатодов передающих теле-

визионных трубок. За рубежом среднее значение угла наклона плоскости от вертикали, для которой нормируется освещенность, принято 15° . Это значение определено, исходя из возможных вариантов установки камеры и ориентации ее объектива при трансляции футбольных матчей. Необходимые уровни освещенности E_{15° обусловлены чувствительностью современных цветных телевизионных камер и требованием получения достаточной глубины резкости изображения при показе общих и ближних планов. В соответствии с зарубежными исследованиями нужное качество цветного изображения достигается при средней освещенности в плоскости, перпендикулярной оси телекамеры, $E_{15^\circ} = 1500$ лк. Это отнюдь не означает, что при меньшей освещенности нельзя вести цветную передачу со стадиона, но при освещенности $E_{15^\circ} = 1500$ лк гарантируется качество передачи на студийном уровне и достаточная глубина резкости изображения при показе общих и ближних планов.

Во время соревнований, проводимых в настоящее время на стадионах, камеры устанавливаются в самых разнообразных местах: на трибунах по длинной и короткой сторонам поля, за футбольными воротами, непосредственно у футбольного поля и на легкоатлетических секторах. Поэтому ВНИСИ и Гостелецентр СССР считают целесообразным нормировать не уровень освещенности E_{15° , а минимальную освещенность в вертикальной плоскости $E_{\min} = 1000$ лк, на расстоянии 1 м от спортивной арены, обеспечивающую для средних условий значение $E_{15^\circ} = 1500$ лк. Вертикальные расчетные плоскости ориентируются параллельно продольным и поперечным сторонам футбольного поля.

Особенностью цветной телевизионной системы является ограниченный диапазон передаваемых яркостей. Поэтому перепад яркости на объектах передачи, определяемый их коэффициентом отражения и неравномерностью освещенности, не должен превышать отношение 1:40. Поскольку реальный диапазон коэффициентов отражения объектов может колебаться в больших пределах (1:10÷1:20), существенное значение имеет равномерность распределения освещенности на объекте. Кроме того, требование высокой равномерности освещения определяется тем, что диапазон воспроизводимых яркостей на телевизионном приемнике в несколько раз больше диапазона, воспринимаемого телевизионной камерой, за счет чего на экране приемника происходит искусственное растягивание ограниченного диапазона, воспринимаемого телевизионной камерой. Если плоский объект с одинаковым коэффициентом отражения на поверхности будет освещен с какой-то неравномерностью, при которой человеческий глаз будет слабо воспринимать перепады яркости на объекте, то на экране приемника эта же неравномерность станет очень заметной и объект станет восприниматься «пятнистым». С учетом вышесказанного, для отече-

ственных установок неравномерность освещенности регламентируется следующими допустимыми соотношениями:

$$E_{r \text{ min}} : E_{r \text{ max}} = 1 : 2;$$

$$E_{a \text{ min}} : E_{a \text{ max}} = 1 : 2.$$

При этом значение освещенности в горизонтальной плоскости данной точки арены должно приближаться к значению освещенности в вертикальной плоскости этой же точки, и соотношение $E_a : E_r$ желательно иметь также в пределах 1 : 2. Для стадионов указанное отношение обычно выполнимо почти по всей арене, кроме некоторых периферийных участков, которые должны оговариваться в каждом конкретном случае.

В зоне действия телекамеры часто находятся средние и нижние ряды трибун, являющиеся фоном при показе средних и общих планов. Ограниченный диапазон яркостей, передаваемых цветной телевизионной системой, вызывает необходимость создания значительных уровней вертикальной освещенности на трибунах. Как показывает практика передач цветного телевидения, необходимо, чтобы вертикальная освещенность на трибунах составляла не менее 30 % вертикальной освещенности арены. Следует отметить, что это условие, крайне желательное, очень трудно выполнимо и приводит часто к ухудшению условий видения для зрителей. Поэтому к его реализации следует относиться с большой осторожностью. Нужно также учитывать, что допускается равномерный спад вертикальной освещенности на трибунах от передних к задним рядам, равный 10 % указанного выше значения.

Для получения высокого качества изображения в системах цветного телевидения большое значение имеет цветовая температура и спектр излучения используемых источников света. В условиях спортивных репортажей со стадионов цветовая температура небосвода во второй половине дня обычно лежит в пределах 6000—7000 К, а цветовая температура источников света (например, ламп накаливания) составляет 2800—3200 К. Это создает значительные неудобства при проведении цветных телерепортажей, так как необходимо перестраивать камеры в процессе передачи в тот момент, когда при снижении естественной освещенности включаются прожекторы с лампами накаливания. На стадионе, как правило, работает несколько телекамер, и абсолютной идентичная настройка их в процессе репортажа маловероятна. При переключении с камеры на камеру после их настройки, например при переходе от общего плана к крупному, неизбежно возникают цветовые искажения. Поэтому целесообразно использовать для освещения стадионов источники света с цветовой температурой и спектром, близким к излучению послеполуденного небосвода. По ряду соображений принят диапазон цветовой температуры 5500—6500 К, что соответствует также цветности излучения, на которую сенсibili-

зируются цветные киноплёнки для съёмки при дневном свете. Указанная цветовая температура излучения и спектр, близкий к дневному, при высоких уровнях освещённости оказывают также положительное психофизиологическое влияние на зрителей, присутствующих на стадионе.

До недавнего времени наиболее распространённым источником света для освещения стадионов и других спортивных сооружений являлись лампы накаливания, обладающие простотой конструкции и эксплуатации, безотказностью в работе, сплошным спектром излучения. Однако низкая световая отдача и неподходящая цветовая температура не позволяют использовать их и галогенные лампы накаливания при современных требованиях к освещению крупных спортивных сооружений.

Ксеноновые трубчатые лампы с дуговой дугой имеют сплошной спектр излучения, близкий к спектру дневного света. Однако низкая световая отдача, невозможность достижения необходимой концентрации их светового потока, большие значения коэффициента пульсации освещённости не позволяют применять эти лампы для освещения спортивных сооружений.

Наиболее перспективными для освещения спортивных сооружений в настоящее время являются металлогалогенные лампы, сочетающие высокую экономичность (до 130 лм/Вт) с благоприятным спектром излучения. Металлогалогенные лампы получили широкое применение на стадионах, с которых осуществляются цветные телевизионные передачи, а также на других открытых спортивных сооружениях.

Так, например, фирма «Осрам» (ФРГ) выпускает для освещения стадионов серию металлогалогенных ламп мощностью 2 и 3,5 кВт. Световая отдача этих ламп достигает 100 лм/Вт, цветовая температура составляет 6000 К, индекс цветопередачи равен 80—90, а срок службы — несколько тысяч часов. С точки зрения использования этих ламп в прожекторах важны также относительно небольшие габариты дуги разряда и нечувствительность к положению горения. Коэффициент пульсации светового потока при однофазном питании не превышает 20 %. При подключении прожекторов к различным фазам сети и при пространственном смещении их световых пучков пульсации освещённости на поле могут быть сведены к минимуму. Одновременно при разработке мощных металлогалогенных ламп была решена и такая важная проблема, как их мгновенное перезажигание после кратковременного исчезновения напряжения в питающей сети.

В нашей стране разработаны и серийно выпускаются металлогалогенные лампы типа ДРИ мощностью 400, 1000, 2000, 3500 Вт.

Для освещения стадионов применяются, как правило, прожекторы трех типов. Прожекторы с параболическим отражателем имеют коническую форму светового пучка и неболь-

шой угол рассеяния. Они чаще всего устанавливаются на мачтах при значительном удалении от освещаемой арены. Это позволяет осуществить при соответствующих углах наклона прожекторов рациональную компоновку эллиптических световых пятен на арене и достичь высокого коэффициента использования осветительной установки. В качестве источников света в таких прожекторах применяются лампы накаливания (обычные или прожекторные) и металлогалогенные лампы, нечувствительные к положению горения. К параболоцилиндрическим прожекторам относятся, в частности, отечественные прожекторы типа ПСМ с лампами накаливания и прожекторы типа ПГП с лампами ДРИ.

При размещении осветительных приборов вдоль длинных сторон поля (над или под козырьками трибун или в верхних рядах трибун) наиболее целесообразной формой их светового пучка является «веерообразная», с большим углом рассеяния в горизонтальной плоскости и малым — в вертикальной. Наклонное сечение пучка, а следовательно, и форма светового пятна на поверхности арены практически имеет вид прямоугольника. При этом обеспечивается наиболее экономичное распределение светового потока по прямоугольной поверхности футбольного поля. Такой характер светораспределения достигается в прожекторах с параболоцилиндрическими отражателями, на фокальной оси которых расположены источники света с линейным светящим телом (галогенные лампы накаливания, металлогалогенные лампы). К этому типу относятся прожекторы типа ПКН и ИСУ с галогенными лампами накаливания и ПГЦ с лампами ДРИ. Разновидностью таких осветительных приборов являются прожекторы с несимметричной оптикой и экранированной лампой, что позволяет снизить слепящее действие прожектора. Кривая силы света таких прожекторов в вертикальной плоскости асимметрична и резко ограничена сверху по направлениям, близким к оптической оси.

Необходимо отметить, что для освещения всех больших современных стадионов должны применяться, как правило, прожекторы ПГП и ПГЦ, серийно выпускаемые нашей промышленностью. Для освещения тренировочных полей и небольших стадионов могут использоваться прожекторы типа ПКН, ИСУ и ПСМ.

Основные схемы освещения стадионов показаны на рис. 9-1. Наиболее распространенной и экономичной является четырехмачтовая система освещения, обеспечивающая достаточно благоприятные зрительные условия для игроков и зрителей. Недостатком этой системы освещения является наличие явно видимых и в известных положениях очень резких четырех теней, обусловленных установкой четырех прожекторных батарей.

Шести- или восьмимачтовая система освещения, несмотря на лучшее (более мягкое) тенеобразование и обеспечение большей равномерности освещенности, применяется значительно реже,

так как она создает большее слепящее действие для игроков и зрителей и, кроме того, является менее экономичной по сравнению с четырехмачтовой системой.

При устройстве козырьков над трибунами и в ряде других случаев прожекторы размещают линейно или группами по двум длинным сторонам футбольного поля. Из-за наличия большой блескости для игроков аналогичное размещение по коротким сторонам поля не допускается. Чтобы обеспечить требуемую равномерность освещенности, прожекторы необходимо устанавливать вдоль длинных сторон поля и их продолжений за линии футбольных ворот. На отдельных стадионах для этой цели дополнительно предусматривается установка четырех мачт. Недостатком линейной системы, по сравнению с другими приемами освещения, является большее слепящее действие.

В осветительных установках стадионов блескость уменьшают применением прожекторов со специальной оптикой и использованием экранирующих жалюзийных решеток; блескость в значительной степени определяется также схемой размещения прожекторов и высотой их установки.

До последнего времени расчет освещенности крупных стадионов, с учетом изложенного в § 9-1, обычно выполнялся для каждой точки поля (арены) классическим точечным методом. Так как для стадионов, с которых осуществляются цветные телевизионные передачи, необходимо в каждой расчетной точке на высоте 1 м от поля рассчитать четыре значения вертикальной освещенности (в двух взаимно перпендикулярных направлениях) и горизонтальной освещенности, то учитывая большое число расчетов, их теперь выполняют на ЭВМ. В нашей стране программы расчета освещенности для спортивных сооружений разработаны и практически реализованы во ВНИСИ и Управлении «Моспроект-1». Расчеты с помощью ЭВМ целесообразно выполнять и для других спортивных сооружений, с которых не ведутся телепередачи.

Мачты стадионов, на которых монтируются прожекторы, являются также архитектурным элементом, определяющим характер спортивного сооружения в застройке города. Для небольших стадионов и площадок используются типовые мачты, опи-

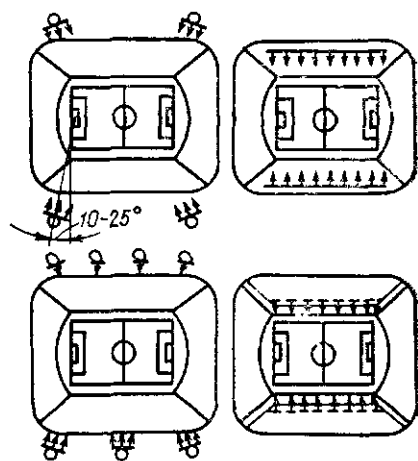


Рис. 9-1. Схемы размещения прожекторов в осветительных установках стадионов

санные выше в главе 2. Для крупных стадионов обычно проектируются специальные мачты, изготавливаемые из стали, железобетона и устанавливаемые вертикально или с наклоном в сторону поля, что позволяет (в последнем случае) несколько уменьшить их высоту. Чаще всего доступ к осветительным приборам осуществляется с помощью специальных лестниц; разработана и реализована в натуре опускаемая конструкция рамы с прожекторами (коронами); на тренировочных полях обслуживание может производиться со специальной автовышки. Для упрощения наводки прожекторов щит с прожекторами может выполняться криволинейным.

Ниже приведено описание выполнения осветительных установок стадионов.

Для обеспечения цветных телевизионных передач, транслируемых с XXII Олимпийских игр, проходивших в 1980 г. в нашей стране, осветительные установки стадионов и других спортивных сооружений Москвы, Ленинграда, Киева, Минска и Таллина были реконструированы или смонтированы вновь, в том числе была полностью реконструирована осветительная система Большой спортивной арены Центрального стадиона имени В. И. Ленина в Москве. Для освещения футбольного поля и легкоатлетических секторов на каждой из четырех мачт установлено по 193 прожектора ППП с металлогалогенными лампами ДРИ мощностью 3500 Вт. Конструкция мачты исключает экранирование одного прожектора другим.

Кроме того, 144 прожектора ППП с лампами ДРИ мощностью 2000 Вт, установленные в линию на козырьке над трибунами, включаются дополнительно во время проведения спортивных праздников и соревнований по легкой атлетике. Общее число прожекторов 916, установленная мощность осветительной установки (без учета потерь в ПРА) составляет 2990 кВт. Схема управления предусматривает различные режимы включения прожекторов, в том числе режим с пониженной освещенностью для проведения соревнований без цветных телевизионных передач. Новая осветительная установка получила высокую оценку специалистов, спортсменов и зрителей.

На стадионе имени С. М. Кирова в Ленинграде была смонтирована четырехмачтовая система освещения. На каждой мачте оригинальной формы высотой 80 м смонтировано по 136 прожекторов ППП с лампами ДРИ мощностью 3500 Вт (рис. 9-2).

Аналогичная четырехмачтовая система была выполнена на стадионе имени В. И. Ленина в Ленинграде (рис. 9-3). Каждая мачта высотой 50 м оснащена 144 прожекторами с лампами ДРИ мощностью 3500 Вт.

Стадион в г. Мюнхене (ФРГ), на котором проходили летние Олимпийские игры 1972 года, рассчитан на 80 тысяч зрителей. Над западной трибуной стадиона находится светопрозрачная

тентовая крыша, закрывающая также спортивный зал и плавательный бассейн. Для освещения футбольного поля, легкоатлетических дорожек и различных секторов предусмотрены 550 параболоциркулярных прожекторов с металлогалогенными лампами мощностью 3500 Вт каждая со световым потоком 300 000 лм. На каждой из двух металлических мачт высотой

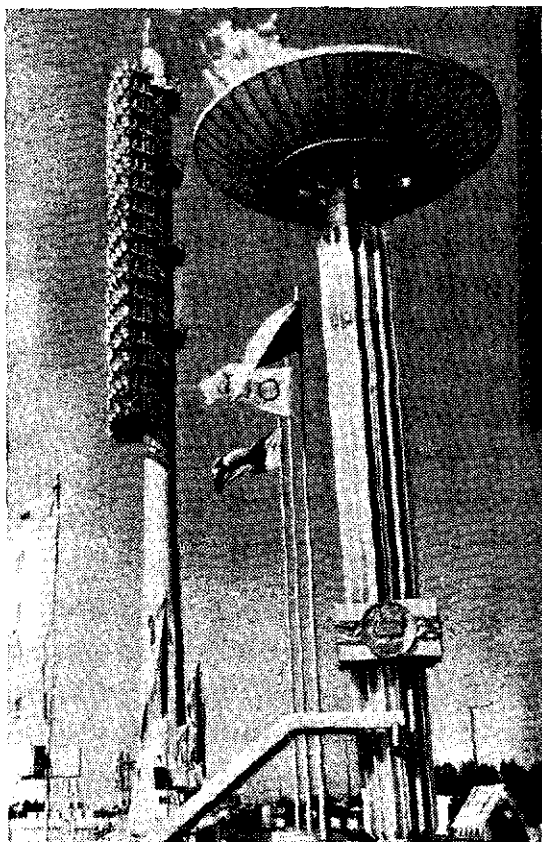


Рис. 9-2. Железобетонная прожекторная мачта

65 м размещено по 144 прожектора. Две батареи из 76 и 78 прожекторов каждая расположены по краю крыши, а шесть групп прожекторов по 18 штук в каждой — под крышей. Средняя вертикальная освещенность 1900 лк обеспечивает высококачественную цветную телевизионную передачу.

Реконструированный в 1972 г. стадион в Дюссельдорфе (ФРГ) рассчитан на 70 тысяч зрителей. Для освещения предусмотрены четыре железобетонные опоры высотой 45 м, на каж-

дой из них размещены 42 прожектора с металлогалогенными лампами мощностью 2000 Вт со световым потоком 170 000 лм. Под крышей стадиона, вдоль длинных сторон поля, смонтированы две полосы прожекторов (по 60 прожекторов в каждой) с металлогалогенными лампами мощностью 3500 Вт (рис. 9-4). Световая полоса освещает около $\frac{2}{3}$ примыкающего к ней пространства футбольного поля, легкоатлетических дорожек и секторов. Оставшаяся $\frac{1}{3}$ пространства освещается прожекторами, установленными на мачтах. Осветительная установка имеет че-

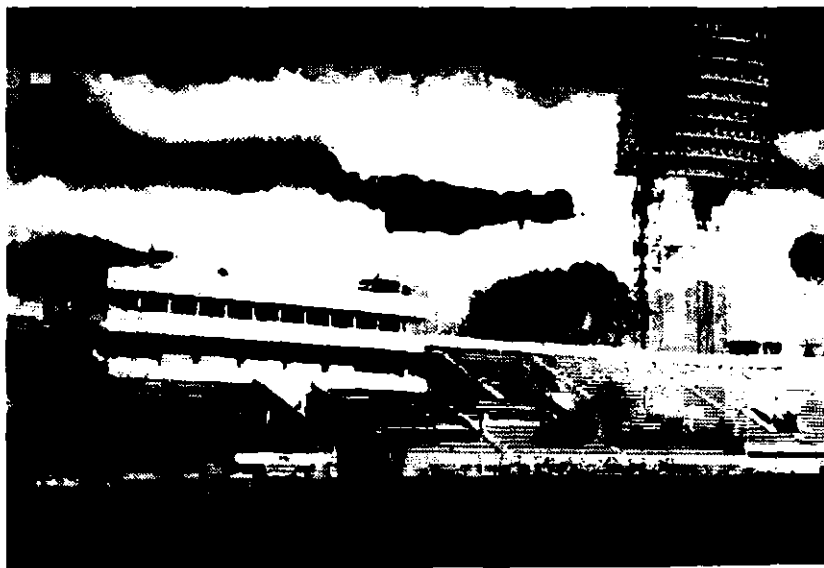


Рис. 9-3. Металлическая прожекторная мачта (стадион имени В. И. Ленина в г. Ленинграде)

тыре режима включения, в том числе два, обеспечивающие среднюю вертикальную освещенность 1600 лк при проведении футбольных матчей и различных соревнований, включая легкую атлетику.

Стадион в Сингапуре на 50 тысяч зрителей был открыт в 1973 г. Для осветительной установки смонтированы четыре железобетонные опоры высотой 60 м. Верхняя часть вертикальной рамы опоры наклонена вперед на 15° , а ее боковые стороны отклонены назад на 15° , что позволило уменьшить на 6 % ветровую нагрузку. На каждой опоре смонтировано по 75 прожекторов фирмы «Сименс» (ФРГ) с металлогалогенными лампами мощностью 3500 Вт, оснащенных устройствами мгновенного повторного зажигания. Средняя вертикальная освещенность составляет 1200 лк. Установка имеет пульт управления,

обеспечивающий четыре режима включения с различными уровнями освещенности.

Новая система освещения, разработанная фирмой «Эклатек» (Франция), впервые была опробована в 1971 г. на стадионе «Чемпел» в Женеве (Швейцария) и затем применена для освещения других спортивных сооружений. Ее характерной особенностью является горизонтальное расположение рамы для прожекторов, выполненной в виде опускного кольца-короны.

Рама монтируется на легкой и изящной опоре из центрифугированного железобетона. При высоте 42 м опора имеет диаметр основания, равный всего 63 см, и диаметр верхней части — 28 см (рис. 9-5). Опоры могут изготавливаться и большей высоты. Горизонтальная конструкция прожекторной рамы уменьшает, по сравнению с вертикальным расположением, ветровую нагрузку на опору, позволяет осуществлять монтаж и эксплуатацию прожекторов на уровне земли и затем с помощью электропривода поднимать корону до требуемой высоты. Таким

образом, значительно облегчается монтаж и эксплуатация осветительной установки, однако точность наводки прожекторов на заданную точку поля, обеспечиваемая при обычной (неподвижной) конструкции рамы, в данном случае нуждается в проверке. На рис. 9-5 показана опора, на которой установлено 16 прожекторов.

Такое решение особенно удобно для освещения небольших стадионов.

При освещении тренировочных полей для футбола и других видов спорта опоры с прожекторами, учитывая отсутствие мест

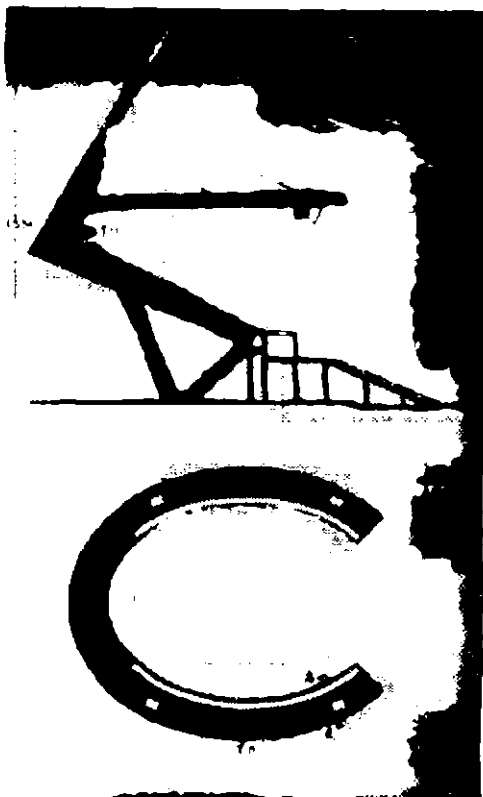


Рис. 9-4. Освещение стадиона в г. Дюссельдорфе (ФРГ)

для зрителей, можно размещать достаточно близко к границам поля, но при этом необходимо учитывать и безопасность игроков. Целесообразно применение железобетонных опор и прожекторов с галогенными или металлогалогенными лампами. За рубежом наиболее распространен вариант освещения с тремя опорами на каждой стороне

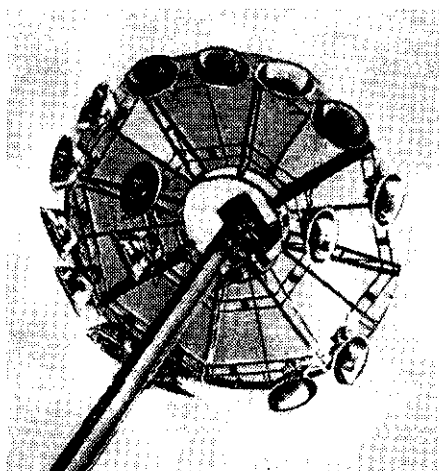


Рис. 9-5. Опора с прожекторами, установленная на стадионе «Чемпел» в Жене (Швейцария)

рами на каждой стороне поля; схема с четырьмя опорами с каждой стороны (при сравнительно небольшой высоте установки прожекторов) обеспечивает большую равномерность освещенности (см. рис. 9-1). Практическое применение находят и другие схемы освещения.

9.3. ОСВЕЩЕНИЕ ТЕННИСНЫХ КОРТОВ И ПЛОЩАДОК для других летних видов спорта

При устройстве освещения теннисных кортов приходится решать достаточно трудные зрительные задачи, так как скорость полета мяча достигает 160 км/ч,

при этом игроки и зрители вынуждены быстро менять направление взгляда. Белый мяч круглой формы имеет диаметр около 6,5 см, угловые размеры его невелики и составляют 6,5' для игрока на расстоянии 35 м и 4,5' — для зрителей, удаленных на 50 м. Коэффициент отражения мяча обычно равен 0,4—0,8; коэффициент отражения площадки рекомендуется принимать в пределах от 0,15 до 0,3. Таким образом, в практических условиях контраст (с учетом диффузного отражения от мяча и фона и соизмеримости уровней освещенности для мяча и фона) меняется в очень широких пределах — от 0,33 до 4,3. Мяч должен рассматриваться контрастно не только по отношению к площадке, но и ко всему окружению. Отметим, что на открытых площадках вечером обстановка более благоприятная, чем в залах, так как пространство, окружающее площадку, темное и при этом существует больший контраст между мячом и грунтом. Для повышения контраста между мячом и окружением по торцевым сторонам площадок для тенниса необходимо создавать фон серого цвета с коэффициентом отражения около 30 %; можно использовать для этой цели зеленые насаждения за ограждающей сеткой или вьющиеся по ней. Допускается за-

мена части или всей ограждающей сетки глухим забором, который может служить одновременно фоном и тренировочной стенкой.

Для проведения соревнований и тренировок по теннису по последним рекомендациям США прожекторы необходимо монтировать на поперечных траверсах длиной 6 м, установленных на двух опорах, располагаемых по одной с каждой стороны. Благодаря этому расстояние между осветительными приборами сокращается и составляет около 5 м, что обеспечивает высокую равномерность освещенности. Угловые опоры также целесообразно оборудовать трехметровыми траверсами, параллельными

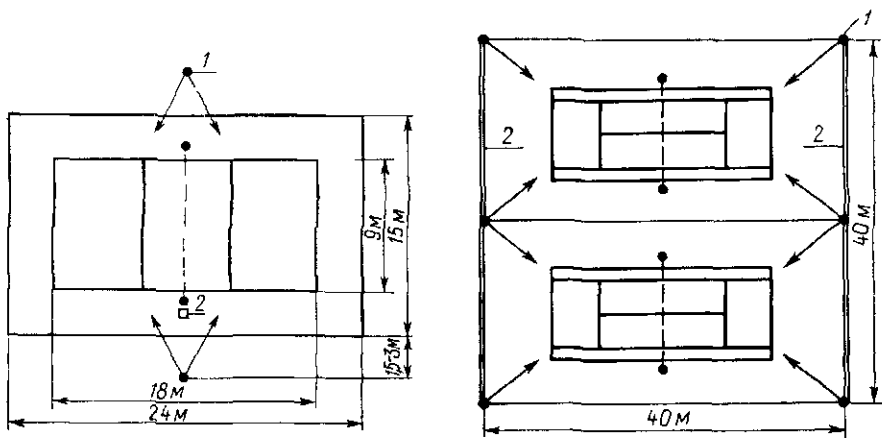


Рис. 9-6. Освещение площадок для тенниса

1 — опора с прожекторами; 2 — ограждение

Рис. 9-7. Освещение площадки для волейбола и бадминтона

1 — опора с прожекторами; 2 — вышка для судьи

длинным сторонам корта. Минимальная высота установки параболоцилиндрических прожекторов принята равной 10,7 м; рекомендуемый угол рассеяния 70—80°. Возможен также вариант установки светильников на тросах, монтируемых между опорами вдоль длинных сторон корта.

По нормам ФРГ высота монтажа осветительных приборов в наружных установках теннисных кортов обычно принимается равной 16 м. Для освещения чаще всего применяются параболоцилиндрические прожекторы с металлогалогенными лампами мощностью 2000 Вт. При установке для одиночного корта на каждой опоре по одному прожектору (угол наклона равен 45°) на игровой площадке обеспечивается средняя освещенность 400 лк и на остальной части площадки — 230 лк при достаточно высокой равномерности освещенности $E_{\min} : E_{\max} = 1 : 2$.

В отечественных осветительных установках теннисных кортов (рис. 9-6) целесообразно применять прожекторы ПКН, ИСУ

и ПСМ (или аналогичные им прожекторы с металлогалогенными лампами), монтируемые на четырех опорах, размещаемых по углам спортивной площадки. При наличии зрительских мест опоры, как правило, должны размещаться за трибунами для зрителей.

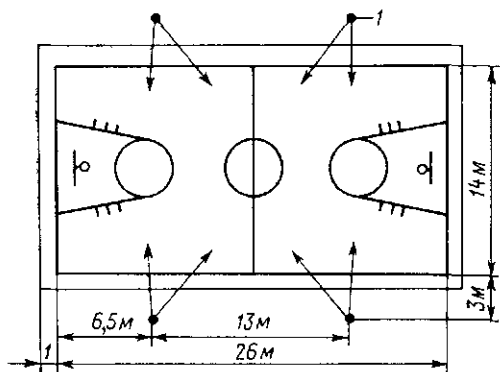


Рис. 9-8. Освещение площадки для баскетбола

1 — опоры с прожекторами

На рис. 9-7—9-10 даны схемы освещения волейбольных и баскетбольных площадок, площадок для бадминтона, городков и настольного тенниса, рекомендуемые для применения. Площадка для городков может освещаться либо с помощью светильников, установленных на тресе, либо прожекторами с опор (рис. 9-9). Для указанных видов спорта, кроме городков и настольного тенниса,

необходимо, как правило, применять систему верхнебокового прожекторного освещения, обеспечивающую лучшие технико-экономические и эксплуатационные показатели. Для повышения контраста между объектом различия (мяч, волан и др.) и окружением предусматривается устройство специальных фонов, вместо которых в отдельных случаях могут использоваться защитные ограждения. В случае смежного расположения торцевыми сторонами двух или более площадок для бадминтона между ними следует устанавливать фоны темно-зеленого цвета длиной не менее 5 м и высотой не менее 3 м. По торцам площадки для настольного тенниса также должны монтироваться фоны темного цвета из ткани. Для этой цели возможны также посадки зеленых насаждений, обеспечивающих одновременно достаточную защиту от ветра.

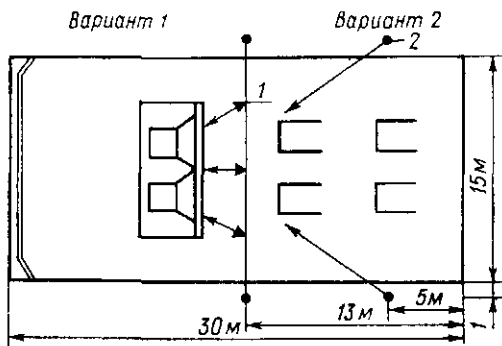


Рис. 9-9. Освещение площадки для городков
1 — светильники, установленные на тресе; 2 — опора с прожекторами

Ограждение высотой не менее 3 м должно проектироваться также на площадке для городков. На площадках для волейбола и баскетбола устройство специальных фонов не требуется.

Для освещения площадок, показанных на рис. 9-7—9-10, целесообразно применять прожекторы ПКН, ИСУ и ПСМ, а также (для городков и настольного тенниса) светильники СЗЛ. Уровни освещенности для отдельных летних открытых плоскостных сооружений приведены в табл. 9-2.

Уровни освещенности открытых плоскостных сооружений жилых кварталов допускается понижать на одну ступень для тенниса и для настольного тенниса — на две ступени по шкале освещенности.

Освещенность трибун спортивных арен должна составлять не ме-

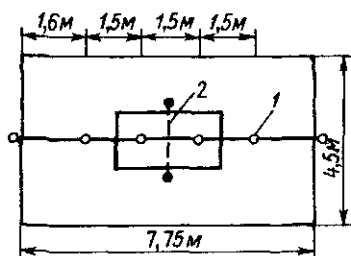


Рис. 9-10. Освещение площадки для настольного тенниса
1 — светильники прямого света, установленные на тресе; 2 — сетка

Таблица 9-2

Значения освещенности для летних открытых спортивных сооружений

Вид спорта	Нормируемая наименьшая освещенность при любых источниках света, лк	Плоскость, в которой нормируется освещенность
Баскетбол, бадминтон, волейбол, ручной мяч	50	Горизонтальная, на поверхности площадки
	30	Вертикальная, на высоте от 1 до 5 м от поверхности площадки
Теннис	100	Горизонтальная, на поверхности площадки
	50	Вертикальная, на высоте до 7 м от поверхности площадки
Настольный теннис	150	Горизонтальная, на поверхности стола и на расстоянии 2 м за его пределами
Городки	50	Горизонтальная, на поверхности «городков»
	10	Горизонтальная, на остальной части площадки
Спортивные арены для ручного мяча, тенниса, баскетбола, волейбола с трибунами вместимостью от 1500 до 5000 зрителей	400	Горизонтальная на поверхности игровой площадки
	150	Вертикальная на высоте до 7 м от поверхности игровой площадки

Примечание. Вертикальная освещенность должна быть обеспечена в плоскости, проходящей через продольную ось игровой площадки с обеих ее сторон. Для баскетбола дополнительно нормируется вертикальная освещенность 30 лк на поверхности щитов со стороны колен.

нее 10 % нормируемой освещенности (с учетом освещенности, создаваемой на трибунах осветительной установкой арены).

9-4. ОСВЕЩЕНИЕ ОТКРЫТЫХ БАССЕЙНОВ

Степень трудности зрительной задачи в бассейне зависит от способа плавания и расстояния от объекта до наблюдателя. Самым малым зрительным объектом является мяч для игры в водное поло; его угловой размер при расстоянии до зрителя, равном 40 м, составляет только 15'.

Одной из основных задач, решаемых при проектировании осветительных установок бассейнов, является ограничение блескости. Прямой блескости можно практически избежать при правильном размещении прожекторов с соответствующей кривой светораспределения. Напротив, отраженной блескости нельзя полностью избежать, так как беспокойная во время плавания поверхность воды зеркально отражает падающий свет в разных направлениях. В этом плане практический интерес представляет одностороннее размещение трибун с установкой за ними прожекторов, хотя и такое решение не исключает полностью отраженную блескость. Минимальная высота установки прожекторов по отечественным нормам составляет 10 м; по нормам ФРГ этот размер должен быть не менее ширины бассейна, а по рекомендациям США — не менее 6,1 м. Для освещения открытых бассейнов целесообразно применять параболоцилиндрические прожекторы типов ПКН и ИСУ с галогенными лампами накаливания или аналогичные им осветительные приборы с металлогалогенными лампами. Дополнительное подводное освещение позволяет значительно уменьшить слепящее действие бликов за счет увеличения яркости поля адаптации; при этом тренеру через специальные смотровые окна (а зрителям с трибун) будет лучше наблюдать за движениями пловцов под водой. Улучшаются также условия для подводной кино-, теле- и фотосъемки. Необходимость устройства подводного освещения решается отдельно в каждом конкретном случае. Световой поток и, соответственно, мощность установки для этой цели следует принимать, исходя из отечественных нормативов, 200 лм на 1 м² поверхности воды. Установка светильников или прожекторов производится либо непосредственно в воде (система «мокрых» ниш), либо в специальных иллюминаторах, герметически изолированных от воды (система «сухих» ниш). В последнем случае для обслуживания прожекторов необходимо предусматривать за стенками ванны бассейна специальные проходы. По нормам США рекомендуемые расстояния между осями ниш по длинной стороне бассейна должны составлять 2,4—3,1 м при световом потоке источников света 3750—8000 лм и 3,7—4,6 м при световом потоке 9 900—33 000 лм; расстояние от поверх-

ности воды до центра ниш — соответственно 0,3—0,4 м и 0,45—0,6 м. По рекомендациям ФРГ расстояния между осями ниш принимаются равными не более 2,8 м, а глубина их установки — 1 м, что исключает прямую блескость и позволяет использовать отражение света от поверхности воды. В бассейнах, оснащенных прыжковыми вышками, подводное освещение может дополнительно предусматриваться в торцевой стенке ванны со стороны вышки. При устройстве подводных светильников для установки в «мокрых» нишах могут применяться, в частности, специальные подводные прожекторы, низковольтные автомобильные лампы-фары (с герметизацией выводов), а для установки в «сухих» нишах — прожекторы типа ПКН или аналогичные им с металлогалогенными лампами. На рис. 9-11 показана схема освещения открытого бассейна.

Для плавания, прыжков в воду и водного поло уровень горизонтальной освещенности на поверхности воды принимается равным 100 лк. Вертикальная освещенность должна быть обеспечена для

водного поло на высоту до 2 м от поверхности воды в плоскости, проходящей через продольную ось поля для игры, с обеих ее сторон, а для прыжков в воду (75 лк) — на высоту зоны прыжка в плоскости, проходящей через продольные оси каждой платформы вышки (доски трамплина), также с обеих ее сторон.

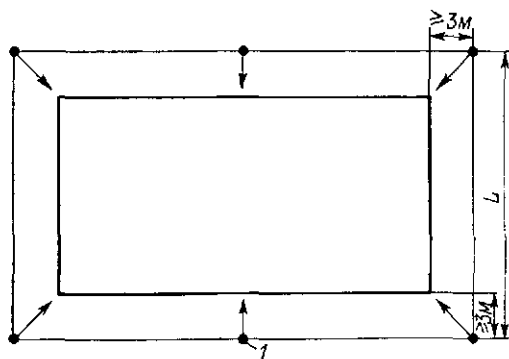


Рис. 9-11. Освещение открытого плавательного бассейна

1 — опора с прожекторами

9-5. ОСВЕЩЕНИЕ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ХОККЕЯ С ШАЙБОЙ И ФИГУРНОГО КАТАНИЯ, А ТАКЖЕ КОНЬКОБЕЖНЫХ ДОРОЖЕК

На соревнованиях по хоккею с шайбой условия видения для спортсменов и зрителей достаточно сложны из-за высокой скорости полета шайбы (свыше 150 км/ч) и ее небольших размеров. Поэтому является важной скоростью восприятия объекта как функция зрительного процесса, тем более, что шайба на расстоянии, равном длине хоккейной площадки 60 м, видна под весьма малым углом 4,5'. Спортсмены должны также быстро

распознавать цвет формы игроков своей команды и команды противника.

Поверхность хоккейной площадки, даже после кратковременного катания на коньках, покрывается ледяной крошкой и может рассматриваться как диффузно отражающая поверхность. При одинаковых условиях освещения шайбы и фона (льда), обладающих диффузным отражением, яркостный контраст между ними, рассчитанный по значениям их коэффициентов отражения (соответственно равным 10 и 90 %), составляет примерно 0,9. Для обеспечения такого же большого контраста барьер с внутренней стороны площадки должен иметь максимальный коэффициент отражения. Освещенность зрительских мест должна составлять не менее 10 % нормируемой горизонтальной освещенности площадки, с тем чтобы игроки и судьи не попадали бы в условия резкой переадаптации глаза.

В фигурном катании проверка правильности исполнения спортсменами на льду обязательной программы, оценка безукоризненности прыжков в произвольной программе требуют повышенной напряженности зрения судей; зрительские задачи спортсменов и зрителей в этих случаях являются более легкими. Необходимо отметить, что одна правильно спроектированная установка может обслуживать соревнования и тренировки для этих двух видов спорта.

В указанных двух видах спорта уменьшение прямой и отраженной блескости для зрителей и игроков и достаточно благоприятное тенеобразование достигаются за счет применения светильников с концентрированной или глубокой кривой силы света, размещаемых над спортивной площадкой, или параболических прожекторов, устанавливаемых на опорах вдоль длинных сторон сооружения. Применение осветительных приборов с полуширокой или широкой кривой силы света, устанавливаемых над площадкой, недопустимо, так как при этом не только увеличивается блескость, но образуются длинные блуждающие тени. В варианте с применением опор необходимо при расчете осветительной установки обращать внимание на то, чтобы тень от бортов не падала на площадку.

На рис. 9-12 приведен пример освещения площадки для хоккея с шайбой и фигурного катания. В случае применения опорной конструкции П-образной формы, возможна установка более тяжелых светильников с газоразрядными лампами. Можно рекомендовать также применение прожекторов ПКН или ИСУ (или аналогичных им с металлогалогенными лампами), монтируемых на 4—6 опорах высотой не менее 10 м на расстоянии 3—6 м от площадки.

На рис. 9-13 показано устройство освещения площадки для хоккея с шайбой и фигурного катания в США. Для этой цели используются прожекторы общего назначения. Высота подвеса

осветительных приборов, устанавливаемых на 8 опорах, принята равной 12,2 м. Следует отметить, что ширина американских площадок, равная 25,9 м, на 4,1 м меньше ширины европейских площадок. Высота установки прожекторов на рисунке принята на 2,3 м больше минимума, требуемого нормативами США, что обусловлено желанием уменьшить отраженную блескость для зрителей и увеличить коэффициент использования светового потока осветительной установки.

Для сопоставления рассмотрим также освещение площадки в ФРГ. На каждой опоре высотой 20 м устанавливаются по четыре параболических прожектора с металлогалогенными лампами 2000 Вт. Осветительная установка обеспечивает 4 уровня освещенности (125, 260, 385 и 520 лк) и требуемую ее равномерность. Если ранее для этих целей преимущественно применялись светильники с лампами накаливания, монтируемые на тросах, то в настоящее время в практику активно внедряются прожекторы с металлогалогенными лампами, размещаемые на минимальной высоте 12 м.

Скоростной бег по специальным конькобежным дорожкам не вызывает большого зрительного напряжения ни у спортсменов, ни у зрителей. Однако высокие скорости спортсменов (до 47 км/ч) предъявляют определенные требования (особенно на виражах) к устройству освещения. Во время соревнований и тренировок тени не должны раздражать спортсмена, взгляд которого часто обращен на поверхность льда. Отсутствие резких теней достигается применением прожекто-

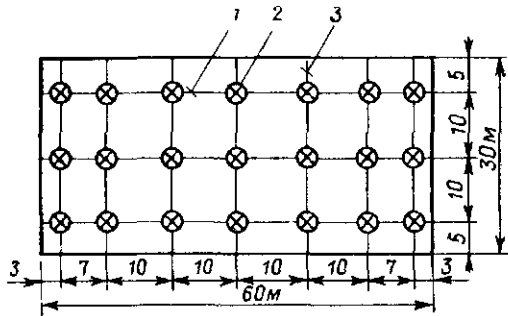


Рис. 9-12. Освещение площадки хоккея с шайбой и фигурного катания

1 — тросовая электропроводка, выполненная специальными проводами; 2 — светильники глубокого светораспределения; 3 — металлоконструкция П-образной формы, на которой закреплены светильники

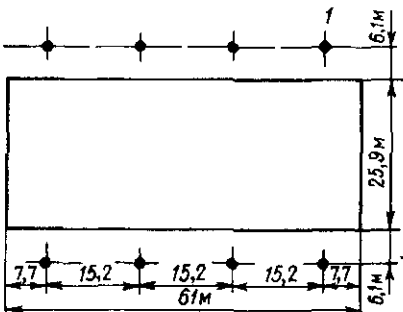


Рис. 9-13. Освещение площадки для хоккея с шайбой и фигурного катания

1 — опора с прожекторами

спортсменов (до 47 км/ч) предъявляют определенные требования (особенно на виражах) к устройству освещения. Во время соревнований и тренировок тени не должны раздражать спортсмена, взгляд которого часто обращен на поверхность льда. Отсутствие резких теней достигается применением прожекто-

ров с широкой кривой светораспределения. Для освещения дорожек скоростного бега на коньках целесообразно применять прожекторы типа ПКН (как это сделано для освещения катка в Медео) и прожекторы типа ИСУ (или аналогичные им освеще-

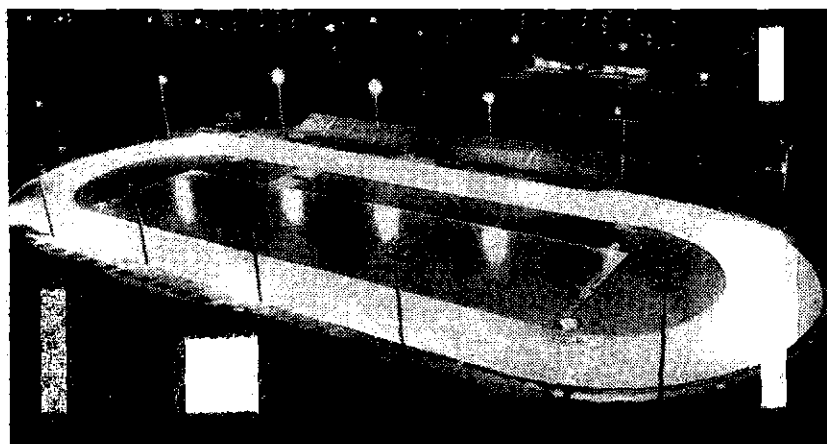


Рис. 9-14. Освещение конькобежного стадиона в г. Гренобле (Франция)

тельные приборы с металлогалогенными лампами), монтируемые на опорах высотой не менее 10 м.

На рис. 9-14 показано освещение олимпийской конькобежной дорожки длиной 400 м и шириной 14 м в Гренобле (Франция). Освещенность 200 лк обеспечивается 162 прожекторами с галогенными лампами мощностью по 1000 Вт, установленными на 14 мачтах высотой 17—19 м.

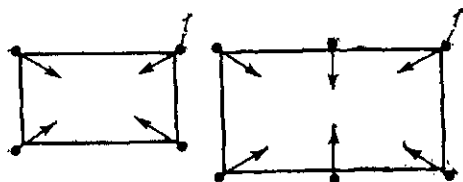


Рис. 9-15. Освещение катков для массового катания

1 — опора с прожекторами

На рис. 9-15 показаны возможные схемы освещения катков для массового катания.

Вариант с четырьмя опорами рекомендуется для малых катков, вариант с шестью опорами — для катков больших размеров; возможен также вариант с тросовой подвеской светильников. Расстояние между опорами не должно превышать четырехкратной высоты установки прожекторов.

Уровни освещенности для отечественных открытых зимних плоскостных сооружений приведены в табл. 9-3.

Значения освещенности для конькобежных видов спорта

Вид спорт	Нормируемая освещенность при любых источниках света, лк	Коэффициент неравномерности освещения $E_{\max} : E_{\min}$, не более	Плоскость, в которой нормируется освещенность
Скоростной бег и фигурное катание на коньках	Минимальная 50	3 : 1	Горизонтальная, на поверхности льда
Хоккей с шайбой для сооружений без трибун, а также при наличии стационарных трибун вместимостью до 1500 зрителей	То же, 100	3 : 1	То же
Хоккей с шайбой для сооружений с трибунами вместимостью от 1500 до 5000 зрителей	То же, 400	3 : 1	»
Массовое катание	Средняя 10	10 : 1	»

На площадках для хоккея с шайбой, размещаемых в жилых кварталах, допускается понижать уровень освещенности на две ступени по шкале значений освещенности (до 50 лк).

При использовании для катков массового катания освещаемых территорий в жилых кварталах, садах и парках, не предназначенных для спортивных сооружений, уровень освещенности льда допускается принимать по нормам для этих территорий.

9-6. ОСВЕЩЕНИЕ ТРАМПЛИНОВ, ЛЫЖНЫХ И САННЫХ ТРАСС

В последние годы лыжные трассы и трамплины все чаще оснащаются осветительными установками, обеспечивающими проведение соревнований и тренировок в вечернее время и днем в плохую погоду. При этом важно, что спортсмены при прохождении трассы имеют возможность хорошо видеть лыжню, оценить расстояние до соперника во время гонок, рельеф местности и состояние снежного покрова. В слаломе к тому же необходимо распознавать цвет ворот и флаги. Для этого в распоряжении слаломистов, развивающих при спуске высокую скорость, имеется очень мало времени.

С учетом вышеизложенного, защита от блескости (особенно для горнолыжников) приобретает большое значение. Поэтому для горнолыжных трасс следует предусматривать верхнебоковое освещение, а осветительные приборы располагать, как правило, вдоль обеих сторон трассы. Оптические оси этих приборов следует направлять так, чтобы $\frac{2}{3}$ светового потока всей установки направлялось вниз по склону и $\frac{1}{3}$ (для благоприятного

тенеобразования) — вверх; при этом должна быть обеспечена защита спортсменов от прямой блескости. Американские требования по освещению горнолыжных трасс в основном аналогичны отечественным. В ФРГ рекомендуется только одностороннее освещение спуска; для прожекторов угол поворота к главному направлению движения может находиться в пределах $20-70^\circ$, а угол поворота к плоскости трассы должен составлять примерно $55-60^\circ$. При этих предпосылках предполагается, что спортсмены не будут ослеплены и что тени не будут глубокими.

На рис. 9-16 показано освещение отечественной горнолыжной трассы. Высота опор составляет 12—14 м, а расстояние между ними — не более пятикратной высоты установки прожек-

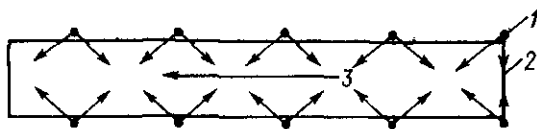


Рис. 9-16. Освещение горнолыжной трассы
1 — опора с прожекторами; 2 — старт; 3 — направление спуска

торов типа ПСМ или аналогичных им прожекторов с металлогалогенными лампами.

Для освещения обычных лыжных трасс целесообразно применять стандартные светильники наружного освещения (с газоразрядными лампами), устанавливаемые вдоль трассы на опорах. Минимальную высоту установки светильников и расстояние между опорами следует принимать в соответствии с нормами проектирования наружного освещения.

При выполнении прыжков с трамплина в течение 5—6 с разгона и особенно для продолжающейся примерно 3 с фазы полета от прыгуна требуется высокая концентрация внимания и устойчивость. Зрительные задачи при выполнении прыжков очень усложнены. В течение короткого отрезка времени съезжающий с высокой скоростью с горы разгона спортсмен должен прежде всего четко увидеть край стола отрыва и затем правильно оценить расстояние до горы приземления. Во время прыжка с трамплина световой поток должен падать на спортсмена сбоку и сверху, чтобы прыгун хорошо ориентировался в пространстве, а зрители могли бы правильно оценить положение лыжника и окончание полета. Двустороннее верхнебоковое освещение обеспечивает в различных зонах требуемую освещенность, достаточную ее равномерность, и, прежде всего, защиту прыгунов от блескости. Осевые лучи осветительных приборов не должны попадать на трибуны для зрителей.

В нашей стране осветительной установкой оборудован лыжный трамплин в Свердловске. Хотя проектирование и строительство сооружения осуществлялись еще в 1964—1965 гг., когда можно было ориентироваться только на применение прожекторов ПЗС, эта установка интересна как рациональная схема освещения трамплина. В настоящее время наиболее целесообразно для освещения трамплинов применять прожекторы с металлогалогенными лампами.

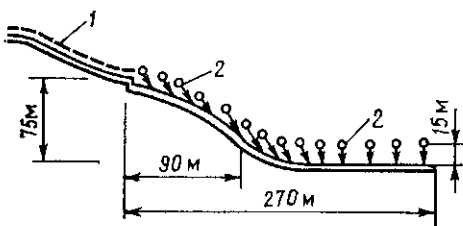


Рис. 9-17. Схема освещения лыжного трамплина в г. Гренобле (Франция)

1 — люминесцентные светильники (освещенные горы разгона); 2 — опора высотой 15 м с прожектором (с ртутной лампой высокого давления); в вертикальной плоскости, перпендикулярной направлению движения прыгуна, прожекторы имеют наклон 20—30°

На рис. 9-17 и 9-18 приведены схемы освещения трамплинов во Франции и ФРГ.

При скоростном спуске на санях водителю, а также другим членам экипажа необходимо иметь четкое и надежное восприятие трассы, обеспечивающее ее прохождение за минимально возможное время. Зрительные задачи спортсменов при этом аналогичны задачам водителей автомобилей, однако с более высокими требованиями. Верхнебоковая установка осветительных приборов, исключая практически блескость,

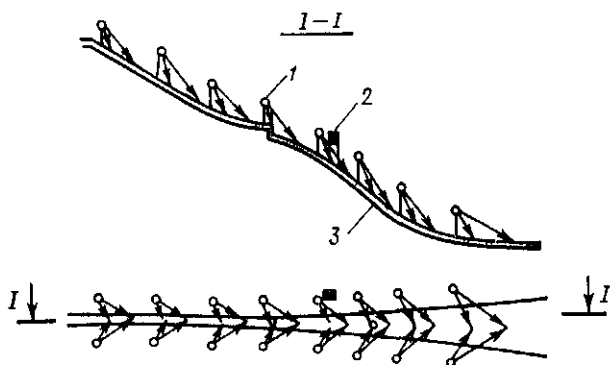


Рис. 9-18. Схема освещения лыжного трамплина

1 — опора с прожекторами; 2 — судейская вышка; 3 — критическая точка приземления прыгуна

применяется также и для освещения трасс санного спорта. Так как трасса не очень широка, то достаточно, как правило, иметь одностороннее освещение с размещением прожекторов на опорах высотой 5—10 м на расстоянии, не превышающем их двойной высоты и обеспечивающем достаточную равномерность

освещенности. Отметим, что в отечественной литературе отсутствуют данные по освещению для санного спорта. Исходя из зарубежного опыта можно рекомендовать уровни средней горизонтальной освещенности 40—100 лк (причем верхний предел целесообразно обеспечивать на виражах) и коэффициент неравномерности освещенности 5 : 1.

В табл. 9-4 приведены отечественные нормы освещенности для лыжных трасс и трамплинов.

Таблица 9-4

Значения освещенности для лыжных видов спорта

Освещаемый объект	Нормируемая освещенность ¹ при любых источниках света, лк	Коэффициент неравномерности освещения $E_{max} : E_{min}$ не более	Плоскость, в которой нормируется освещенность
Трасса лыжных гонок:			
площадка старт-финиш	Средняя 20	10 : 1	Горизонтальная на поверхности площадки
спуск крутизной более 15°	» 20	10 : 1	Совпадает с поверхностью трассы
остальные участки трассы	» 5	10 : 1	То же
Трасса горнолыжная	» 30	5 : 1	»
Трасса для массового катания:			
по равнинной местности	» 2	25 : 1	»
с гор	» 20	10 : 1	»
Трамплин:			
стартовая площадка	Минимальная 30	3 : 1	Совпадает с поверхностью трамплина
и гора разгона	Минимальная 75	3 : 1	То же
стол отрыва			
зона прыжка	Минимальная 50	3 : 1	Вертикальная, в зоне траектории прыжка в плоскости, проходящей через продольную ось трамплина, с обеих сторон этой плоскости
гора приземления	Минимальная 30	3 : 1	Совпадает с поверхностью горы

Примечание. На сложных участках горнолыжной трассы освещенность должна быть повышена до двух ступеней по шкале значений освещенности.

При использовании для массового катания освещаемых территорий внутригородских скверов, садов и парков, не предназначенных для спортивных соревнований, уровень освещенности лыжных трасс допускается принимать по нормам для этих территорий.

9-7. УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ И ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

На стадионах с трибунами вместимостью свыше 40 тысяч зрителей целесообразно предусматривать 4 режима работы осветительной установки:

1) включено 50 % прожекторов освещения футбольного поля, обеспечивающих проведение тренировок и матчей без показа по цветному телевидению;

2) включено 50 % прожекторов освещения футбольного поля, легкоатлетических дорожек и секторов для проведения тренировок и соревнований, не транслируемых по цветному телевидению;

3) включено 100 % прожекторов освещения футбольного поля, обеспечивающих проведение матчей, транслируемых по цветному телевидению;

4) включено 100 % прожекторов освещения футбольного поля, легкоатлетических дорожек и секторов для проведения соревнований, транслируемых по цветному телевидению.

Режимы управления освещением при тренировках и соревнованиях должны обеспечиваться также и на других стадионах с трибунами вместимостью свыше 10 тысяч зрителей и на спортивных аренах с трибунами свыше 1500 зрителей.

Управление освещением указанных выше сооружений и контроль включения всех прожекторов необходимо осуществлять с центрального пульта управления.

При осуществлении электроснабжения осветительных установок стадионов, с которых осуществляются цветные телевизионные передачи, целесообразно применять трансформаторную подстанцию (или подстанции) на два трансформатора и главный распределительный щит низкого напряжения в подтрибунной зоне непосредственно у каждой мачты или полосы прожекторов. Такое расположение обеспечивает минимальное отклонение напряжения у источников света и, как следствие, ограничивает уменьшение их светового потока. На стороне высокого напряжения каждый трансформатор должен быть подключен к независимому источнику питания. Для увеличения коэффициента загрузки трансформаторов к ним необходимо присоединить электроустановки подтрибунных помещений. В периоды, когда соревнования и матчи не проводятся, можно рекомендовать переключение нагрузок этих помещений на один из трансформаторов и отключение другого трансформатора со стороны высокого напряжения. Щит низкого напряжения оборудуется двумя системами шин и автоматическим включением резерва (АВР) при аварии; при этом устройство АВР на стороне высокого напряжения не требуется. В практике освещения стадионов на каждой мачте или в светящей полосе, кроме прожекторов с металлогалогенными лампами, оборудуемых, как

Категории надежности электроснабжения потребителей

Потребитель	Категория надежности электроснабжения	Исполнение электросети и способ ее прокладки	Рекомендации по подключению осветительных приборов
Аварийное и эвакуационное освещение открытых спортивных сооружений (число мест на трибунах 25 тысяч и более)	1	Кабель, прокладываемый в земле	Прожекторы, размещаемые на каждой мачте (полосе), подключаются по 50% к двум независимым источникам питания
Комплексы электроприемников открытых спортивных сооружений при наличии 20 и более рядов зрительских мест	2	То же	—
То же, при наличии менее 20 рядов, а также тренировочные поля и площадки, зоны для массового катания на коньках и лыжах	3	»	—
Комплексы электроприемников открытых бассейнов (число мест на трибунах до 800 включительно, а также без трибун)	2	»	—
Лыжные трассы (республиканские, всесоюзные и международные соревнования)	2	Кабель, прокладываемый в земле. Воздушная сеть	—
Лыжные трассы (районные и городские соревнования)	3	То же	—
Трамплины, санные, горнолыжные трассы	1	Кабель, прокладываемый в земле	Светильники горы разгона и прожекторы, размещаемые на каждой опоре, подключаются по 50% к двум независимым источникам питания

Примечание. Для светильников городских площадок, площадок настольного тенниса и хоккея с шайбой применима тросовая проводка

правило, для исключения перерывов при проведении соревнований блоками мгновенного повторного зажигания, дополнительно предусматривается для освещения безопасности установка нескольких прожекторов с лампами накаливания. Пускорегулирующие устройства прожекторов с металлогалогенными лампами целесообразно (по зарубежным рекомендациям) размещать в электрощитовых помещениях низкого напряжения или в отдельных помещениях, смежных с ними. Такое решение

уменьшает нагрузку на мачту, однако при этом резко возрастает расход проводов (кабелей). В отечественных осветительных установках стадионов пускорегулирующие аппараты обычно размещаются на мачтах рядом с прожекторами. Установки с металлогалогенными лампами для освещения трамплинов, горнолыжных и санных трасс также желательно оборудовать (хотя бы частично) блоками мгновенного повторного зажигания.

При выборе аппаратов защиты групповых сетей и питающих линий прожекторов необходимо учитывать пусковые токи ламп.

В табл. 9-5 указаны категории надежности электроснабжения электрического освещения и других электроприемников открытых спортивных сооружений, даны краткие рекомендации по способам прокладки сетей и подключению осветительных приборов.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

СВЕТОВОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ГОРОДА

10-1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Под световым оформлением города следует понимать совокупность всех осветительных установок, освещающих проезды, фасады зданий, памятники, фонтаны, зеленые насаждения, а также предназначенных для световой сигнализации и рекламы световых указателей и т. п. Правильное решение светового оформления города заключается не только в рациональном устройстве отдельных осветительных установок, но, самое главное, в удачной координации их между собой, а это определяет необходимость комплексного решения светового оформления города с учетом светотехнических, архитектурно-художественных, экономических и других требований.

В литературе по светотехнике имеется довольно значительное число работ, затрагивающих вопросы светового оформления города. Однако некоторые из них частично устарели, другие рассматривают только отдельные стороны интересующего нас вопроса.

Основой светового оформления города является уличное освещение. Его задача — обеспечить требуемую яркость дорожных покрытий с точки зрения безопасности движения. Требования к устройству уличного освещения достаточно жестки и определены, но не предусматривают каких-либо специальных условий, продиктованных эстетическими соображениями, связанными со световым оформлением города в целом. Можно

считать, что при использовании современных светильников направленного светораспределения уличное освещение создает только общий, достаточно равномерный световой фон, хотя в отдельных случаях, конечно, фонари уличного освещения могут играть и существенную роль в световом оформлении. Принимая это во внимание, а также учитывая большой объем специального материала, относящегося к техническим вопросам устройства уличного освещения, в настоящей работе установки уличного освещения затрагиваются лишь в аспекте их координации со специальными средствами светового оформления города.

Основная задача светового оформления города в целом — правильно распределить световые и цветовые акценты, выделив светом важнейшие исторические, революционные и высокохудожественные сооружения, создать живописную игру света и тени на фонтанах, деревьях, украшающих города, выделить торговые центры и отдельные магазины, зрелищные предприятия. Частные задачи заключаются в рациональном и современном решении каждой из осветительных установок в системе светового оформления города.

Все технические требования, относящиеся к осветительным установкам в рассматриваемой области, регламентированы СНиП II-4-79 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».

Ниже, для удобства изложения, рассматриваются в отдельности следующие элементы светового оформления города: освещение фасадов зданий; освещение памятников и скульптур; освещение фонтанов; световая реклама и освещение витрин.

Как было отмечено выше, система светового оформления города требует комплексного подхода. Поэтому на первой стадии проектирования такой системы в советской практике обычно намечают в общих чертах возможные решения отдельных осветительных установок, с тем чтобы иметь возможность изобразить и предварительно оценить вечерний вид той или иной улицы или части города (рис. 10-1). В ряде случаев такая перспектива изображается светящимися красками, что позволяет макетировать предлагаемое проектом соотношение яркостей.

В капиталистических странах, где координированное решение всего светового комплекса невозможно, возникает стихийное нагромождение световых устройств друг на друга, что приводит часто к световому хаосу и полному пренебрежению градостроительными соображениями. Типичным примером в этом отношении может служить, например, площадь Пиккадили в Лондоне, где все фасады, включая и окна окружающих площадь домов, сплошь закрыты щитами со световой рекламой. В наших условиях, конечно, появление такого «светового оформления» невозможно, но следует отметить, что и в нашей практике

можно найти немало примеров пренебрежительного отношения к градостроительным требованиям при устройстве рекламы.

На основе утвержденного проекта светового оформления городской магистрали в дальнейшем разрабатываются осветительные и рекламные установки.

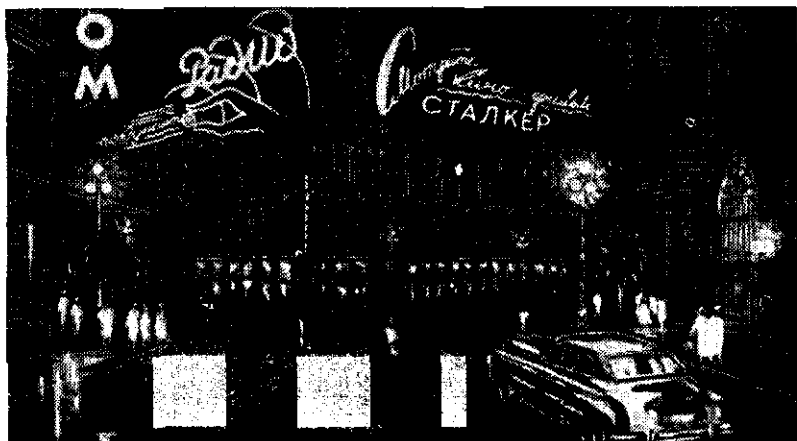


Рис. 10-1. Проект светового оформления улицы

10-2. ОСВЕЩЕНИЕ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ

Освещенность фасадов зданий в условиях естественного освещения в солнечный день характеризуется возрастанием яркости фасада снизу вверх, четкими односторонними тенями, направленными сверху вниз и хорошо смягченными рассеянным светом неба, привычной, естественной цветопередачей красок. Воссоздать такую картину вечером с помощью искусственного освещения не представляется реальным. Можно только в какой-то степени приблизиться к ней или осуществить освещения здания совершенно в ином характере, не исказив, однако, при этом основных особенностей и идеи данного архитектурного ансамбля.

Как уже отмечалось выше, технические требования к наружному архитектурному освещению зданий и сооружений регламентированы в СНиП II-4-79 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования». Эти требования задают значения средней яркости освещаемых фасадов зданий и сооружений в зависимости от расчетной яркости фона, характерной для улиц и площадей, на которых расположены эти сооружения, и определяющей уровень адаптации глаза наблюдателя (табл. 10-1). Для случаев, когда не вся освещаемая поверхность обладает диффузным отражением, нормы задаются в виде

средней освещенности зданий и сооружений (табл. 10-2). В этой же таблице приводятся расчетные значения коэффициентов отражения различных поверхностей, необходимые для расчета яркости при наличии диффузно отражающих материалов.

При пользовании табл. 10-2 следует учитывать, что значения яркостей, приведенные в ней, характерны для городских условий. Если освещаемый объект будет наблюдаться на фоне неба или неосвещенной зелени, яркость фона следует принимать

Таблица 10-1

Средняя яркость освещаемых фасадов зданий и сооружений

Местонахождение освещаемого объекта	Характерная яркость фона, кд/м ²	Средняя яркость освещаемого фасада, кд/м ²
Улица или площадь категории А	Более 5	10
Улица или площадь категории Б	От 1 до 5	6
Улица или площадь категории В	Менее 1	4
Парк, бульвар	Менее 1	4

менее 1 кд/м², а если вблизи объекта располагаются здания со значительными плоскостями остекления (через которые видны освещенные интерьеры), следует считать, что расчетная яркость фона составляет более 5 кд/м². Рекомендуемые значения освещенности следует увеличить вдвое, если объекты рассматриваются со значительных расстояний (300—1000 м).

Возможны следующие способы освещения фасадов:

- равномерное освещение всего фасада (заливающий свет);
- освещение части фасада или его отдельных элементов;
- комбинированное освещение, когда часть фасада или весь фасад освещается равномерно, а отдельные элементы дополнительно подсвечиваются (локализовано);
- освещение контура здания или сооружения.

Приведенными указаниями следует руководствоваться, но поскольку архитектурное освещение зданий и местные условия могут быть бесконечно разнообразными, то к исполнению норм нельзя подходить с излишней жесткостью.

Контурное освещение зданий и сооружений применяется в основном при праздничной иллюминации. Как прием для постоянного освещения фасадов оно малоприспособно, но может все же применяться в случаях, когда световым вычерчиванием контура можно передать стилистические особенности архитектуры, например характер шпильных фасадов или многогранных башен.

Заливающий свет создает наиболее близкое к дневному распределение светотени при условии, если источники света расположены достаточно высоко, например на крышах противоположных зданий. Если же, что чаще бывает, фасад освещается снизу и с близкого расстояния, то спадание яркости на фасаде произ-

Средняя освещенность фасадов зданий и сооружений

Цвет и тон поверхности фасада или памятника	Коэффициент отражения материала поверхности	Наименьшая средняя освещенность фасада здания, лк, при яркости фона, кд/м ²			Наименьшая средняя освещенность памятника, лк, при яркости фона, кд/м ²		
		менее 1	от 1 до 5	более 5	менее 1	от 1 до 5	более 5
		м ²					
Белый Светлый	Более 0,6	20	30	50	30	50	75
	Свыше 0,45 до 0,6	30	50	75	50	75	100
Средней светлоты	Свыше 0,3 до 0,45	50	75	100	75	100	150
	От 0,15 до 0,3	75	100	150	100	150	200
Темный Черный	Менее 0,15	100	150	200	150	200	300

ходит снизу вверх, тени имеют противоестественное направление и фасад выглядит несколько театрально, как выглядят все предметы на сцене, когда они освещены рампой. Это вполне допустимо, если в других отношениях применяемый способ является удовлетворяющим.

При заливающим освещении неизбежно выделяется передняя плоскость фасада и затеняются все западающие элементы, применительно к которым тени, направленные снизу вверх, могут исказить архитектурные формы. Восприятие пластических качеств фасада также ухудшается, так как мелко прорисованные детали как бы «смазываются» светом. Поэтому наилучшие примеры использования заливающего света относятся к случаям, когда освещенные объекты рассматриваются с большого расстояния. Типичным и удачным примером устройства заливающего света является ансамбль Дворцовой площади в Ленинграде, часть которого — здание бывшего Главного штаба — показана на рис. 10-2. Крупные и четкие членения центральной части фасада хорошо выявлены, а остальные части фасада имеют плоский характер, не нуждающийся в моделировке светом. К тому же, этот фасад рассматривается обычно с расстояния 100—200 м.

Другой пример — ансамбль Университетской набережной в Ленинграде (рис. 10-3). Протяженный ансамбль зданий, имеющих в основном плоские фасады, однотипно освещен заливающим светом и вследствие своего местоположения может рассматриваться в целом только с противоположного берега Невы. Впечатление от подсветки в данном случае усиливается еще благодаря отражению зданий в воде и отсутствию на окружающем фоне каких-либо посторонних ярких пятен.

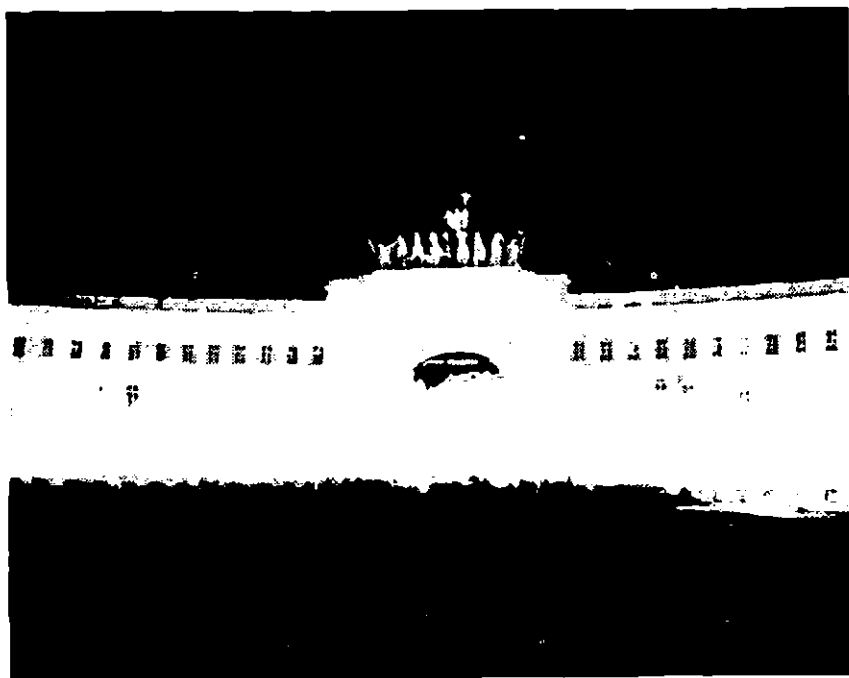


Рис. 10-2. Освещение фасада здания бывшего Главного штаба (Ленинград)

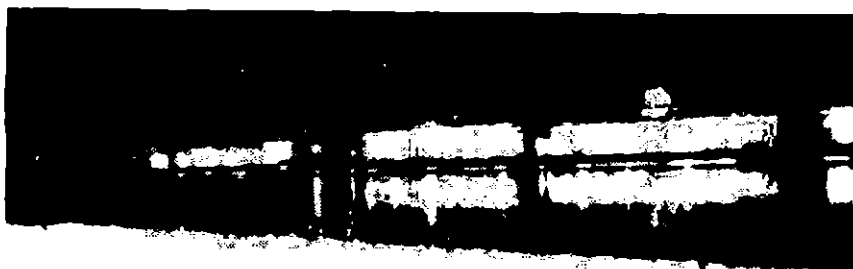


Рис. 10-3. Освещение фасадов ансамбля зданий на Университетской набережной (Ленинград)

Характер впечатления от освещенных зданий в зависимости от расстояния, с которого они рассматриваются, передают рис. 10-4 и 10-5. На первом из них показан собор Петропавловской крепости, снятый вблизи, с крепостного двора. Сильный, направленный с разных сторон заливающий свет сглаживает

мелкие детали, обычно хорошо различимые при дневном освещении. Но ночная панорама крепости рассчитана на восприятие ее с большого расстояния: рис. 10-5 служит этому доказательством. С противоположного берега Невы собор смотрится хорошо, все крупные членения его видны, яркостные соотношения всей панорамы вполне гармоничны.

Комбинированная система освещения. Освещение Петропавловской крепости в целом иллюстрирует третий способ освещения фасадов — комбинированный. Здесь собор освещен заливающим светом, а стены крепости высвечены локализованно и очень неравномерно по высоте: яркость их резко, но плавно снижается сверху вниз. Такой прием был выбран для того, чтобы лучше выявить фактуру и характер стен, придать им несколько «романтический» характер.

Более простым, но типичным случаем комбинированного освещения является осветительная установка театра имени Пушкина (рис. 10-6). Фасад его равномерно освещен заливающим светом, а на балконе второго этажа и на крыше установлены прожекторы для локализованной подсветки лоджии и стены надстройки; квадрига специально не освещается и смотрится силуэтом на светлом фоне.

Технические характеристики этих и некоторых других установок для освещения фасадов приведены в табл. 10-3.

Как показывает практика, локализованное освещение отдельных элементов здания без создания общего светового фона не дает удовлетворительных результатов, так как при этом возникают слишком резкие яркостные контрасты. В этом правиле есть, конечно, и свои исключения. Выше было уже упомянуто

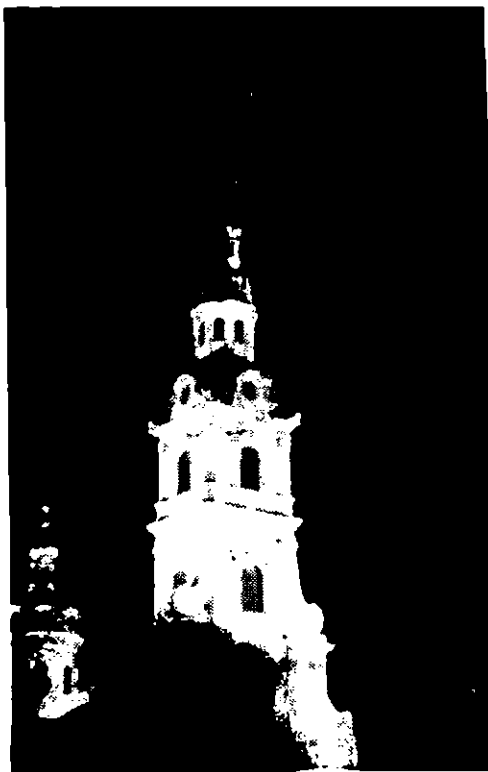


Рис. 10-4. Освещение собора Петропавловской крепости (Ленинград)

освещение стен Петропавловской крепости. Можно привести еще ряд примеров, когда характер сооружения выявляется не равномерным его освещением, а подчеркиванием светом одной линии или фрагмента, определяющих этот характер. Так освещена, например, Ленинградская телевизионная башня: ярко высвечен ее центральный ствол, а окружающие конструкции читаются темными на фоне светлого ствола.

В последние годы получает распространение подсветка промышленных сооружений, которые в дневное время чаще всего

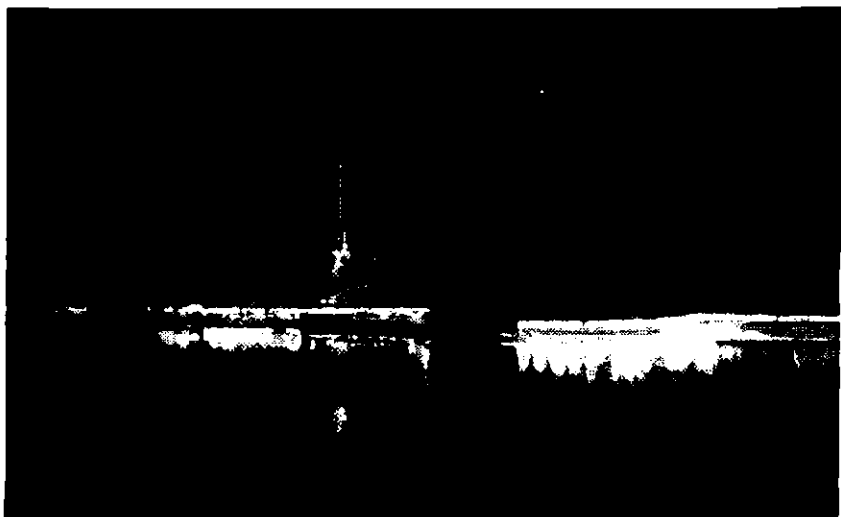


Рис. 10-5. Освещение ансамбля Петропавловской крепости (Ленинград)

не представляют архитектурного интереса. В вечернюю же панораму города они могут быть включены полноправно. В виде примера такого решения на рис. 10-7 показана схема освещения прожекторами крупных нефтяных баков, часто встречающихся теперь в комплексах новых жилых районов (районные котельные), на набережных рек и в других местах. На схеме изображен вариант освещения мощными прожекторами, расположенными на мачтах, но возможно и иное решение — установка мелких прожекторов группами у каждого бака.

Мосты через реку или залив часто являются одним из лучших украшений города, в особенности когда река служит осью, формирующей застройку города. Поэтому освещение мостов в вечернее время является весьма желательным, хотя обычно устройство его достаточно сложно. Сложность заключается в необходимости маскировать источники света как со стороны

реки, чтобы не мешать судоходству, так и со стороны набережных, где обычно имеется интенсивное автомобильное движение.

Как и фасады зданий, мосты могут освещаться контурно или заливающим светом. Контурное освещение используется чаще всего для висячих мостов, на которых иллюминируются тяги конструкции моста. Простейший случай контурного освещения — традиционный способ освещения мостов светильниками, размещенными по линиям, подчеркивающим конструктивную схему моста. Заливающее освещение применяют чаще всего на



Рис 10-6 Освещение театра имени А С Пушкина (Ленинград)

мостах, имеющих массивное строение. Интересным примером является мост в Толедо (Испания), показанный на рис. 10-8. В данном случае прожекторы располагаются между дорогой и рекой (река является несудоходной) и поэтому не ослепляют водителей автомобилей.

Современной архитектуре зданий свойственно чрезмерное увлечение остеклением фасадов. Многие новые общественные здания почти не имеют глухих стен и играют роль как бы прозрачных колпаков, через которые видна вся внутренность здания. При этом предполагается, что у человека, находящегося в здании, возникает чувство контакта с окружающим ландшафтом, а человек, находящийся снаружи, воспринимает здание как живой, светящийся организм. По крайней мере, последнее предположение в большинстве случаев не подтверждается, так как в нерабочее время здание оказывается освещенным только

частично и воспринимается не как «сняющий» объем, а как случайная комбинация ярких и темных пятен. Конечно, в случае, если все здание принадлежит одному хозяйству, в нем можно организовать такой вечерний режим горения ламп, чтобы при относительно небольшом расходе электроэнергии создать некоторый световой рисунок фасада. Однако такой прием сложен в эксплуатации. Проще в таких случаях, невзирая на недостаточную площадь глухих участков стен, прибегнуть к обычной системе заливающего освещения, если можно рассчитывать, что свет в здании будет тушиться полностью в заданное время, как,



Рис. 10-7 Схема освещения промышленного объекта

например, в музеях, административных зданиях и др. Тогда заливающий свет создает яркостную картину фасада, близкую к дневной: высвечиваются на конструкции здания междуэтажные перемычки, столбы, а также переплеты окон, а стекла остаются темными. При этом желательно, чтобы упомянутые конструктивные части здания имели достаточно светлую отделку.

Другой прием освещения фасадов с доминирующей поверхностью окон заключается в следующем. Внутри здания, в подоконнике каждого окна, монтируются люминесцентные лампы, освещающие коробку и переплет окна. Лампы могут быть нескольких цветов и включаться по определенной программе через темнителю так, чтобы один цвет плавно заменялся другим.

В качестве технических средств для освещения фасадов применяются прожекторы, кососветы, бережки, зеркальные лампы накаливания и ксеноновые лампы в соответствующей арматуре.

Наиболее удобны для применения в установках наружного освещения прожекторы. Их описание и технические характеристики приведены выше, в главе 1. Здесь ограничимся только краткой оценкой различных типов прожекторов применительно к освещению фасадов.



Рис. 10-8. Освещение моста в г. Толедо (Испания)

Прожекторы ПЗС являются устаревшими, но благодаря их массовому выпуску и дешевизне они получили широкое распространение. Применять их для освещения фасадов допустимо только при отсутствии других прожекторов лучших типов.

Прожекторы ПСМ имеют несколько модификаций для ламп общего назначения и прожекторных. Применение последних позволяет получить более концентрированный пучок света. Эти прожекторы наиболее подходят для установок заливающего света, если имеется возможность установить их на достаточном расстоянии от объекта (более 10 м). В случае надобности, в прожекторах ПСМ могут быть применены и лампы ДРЛ, но осевая сила света прожектора при этом значительно сокращается.

Прожекторы ПФС имеют ряд модификаций, снабжены зеркалами и преломлятелями и рассчитаны в основном на установку на близком расстоянии от фасада. Прожекторы ПФС являются в настоящее время уже устаревшей конструкцией, но применяются благодаря тому, что некоторые из их модификаций имеют несимметричную кривую светораспределения в вертикальной плоскости — с направлением большей части светового потока вверх. Поэтому эти прожекторы можно устанавливать на кронштейнах, или на строительных деталях зданий и при небольшом выносе прожекторов получить довольно равномерное распределение освещенности; при этом конечно, неизбежно возникают скользящие тени от всех выступов и шероховатостей.

Прожекторы ПФР с лампами ДРШ относительно сложны в эксплуатации, требуют постоянного надзора, дороги и применяются поэтому только в случаях, когда

нужно осветить высоко расположенную деталь здания с большого расстояния (например шпиль, герб, флаг).

Светильники прожекторного типа ИСУ с галогенной лампой накаливания мощностью 5000 Вт, равно как и аналогичные им прожекторы ПКН с

Рис. 10-9. Размещение осветительной аппаратуры для освещения фасадов

1 — прожектор; 2 — „бережок“; 3 — светильник с вертикальной лампой; 4 — опора уличного освещения

лампами меньшей мощности являются последними разработками в данной области и должны постепенно вытеснить старые конструкции прожекторов. Они представляют значительный интерес для освещения фасадов зданий и других больших поверхностей.

Прожекторы ПГЦ и ПГП еще только внедряются, но представляют собой значительный интерес для случаев, когда требуется значительная освещенность и хорошая цветопередача.

Прожекторы заливающего света (ПФС) для освещения фасадов могут устанавливаться на земле, на опорах, фонарях уличного освещения, на крышах соседних зданий, непосредственно на освещаемых фасадах — с некоторым выносом с помощью кронштейнов. Рис. 10-9 иллюстрирует несколько возможных вариантов их установки.

Во всех случаях нужно стремиться к маскировке прожекторов, чтобы они не были видны наблюдателю, по крайней мере, с наиболее вероятных позиций последнего. Следует также принять все возможные меры для устранения блескости. Для этой цели основным средством является применение жалюзи (верти-

кальных или горизонтальных, в зависимости от местных условий). Жалюзийная решетка закладывается в откидывающуюся переднюю крышку прожектора. Другой прием — применение масок — наиболее пригоден при освещении небольших объектов или фрагментов зданий. Отверстие в непрозрачной маске вырезается так, чтобы ограничить световой пучок прожектора контурами освещаемого объекта.

Кососветы и зеркальные лампы применяются в основном для подсветки лоджий, портиков и других западающих элементов здания. Если портик или лоджия высоки и расположены в верхних этажах, то проще использовать так называемые бережки — те или иные светильники типа рампы, укладываемые непосредственно на пол лоджии (рис. 10-9).

Как показала практика освещения фасадов зданий на городских улицах, наиболее простой, а иногда и единственно возможный, способ размещения прожекторов — установка их на опорах уличного освещения, расположенных вдоль освещаемого фасада здания. При этом исключается ослепление водителей транспорта, да и пешеходов эти прожекторы мало беспокоят, если они стоят достаточно высоко — на высоте 6—7 м над тротуарами. Так как опоры уличного освещения располагаются обычно у поребрика, то при ширине тротуара 4—5 м и установке фонарей уличного освещения через 20—25 м можно достичь вполне приемлемой равномерности освещения фасада с помощью прожекторов ПСМ. Такой прием использован, например, в установке, показанной выше на рис. 10-2.

При узких тротуарах или больших расстояниях между опорами задача затрудняется. В этих случаях возможно применение прожекторов ПФС-35-4 или ПЗС со снятым зеркалом, если здание невысокое; внутренняя поверхность корпуса прожектора в этом случае окрашивается белой краской. Такой прием дал положительные результаты при освещении Гостиного двора в Ленинграде. Расширению кривой светораспределения прожектора способствует также применение ламп ДРЛ вместо ламп накаливания. Наилучшего результата можно достичь с помощью прожекторов ПКН с галогенной лампой накаливания. Применение этих прожекторов в ближайшее время можно считать реальным. Равным образом могут быть использованы светильники с натриевыми лампами высокого или низкого давления. Последние лампы, однако, применимы только в случаях, когда цвет фасада белый или оранжево-желтый, соответствующий линейчатому спектру излучения лампы.

При расчете освещения фасадов следует руководствоваться материалами, изложенными выше, в главе 3, с учетом того, что освещаемая поверхность вертикальная. Поскольку для расчета вертикальной освещенности вспомогательные материалы в виде изолюкс или иных графиков пока еще не разработаны и не изданы, приходится или специально строить изолюксы для данных

конкретных условий, или рассчитывать освещенность в контрольных точках классическим точечным методом.

Для того чтобы сделать предварительный выбор числа прожекторов и их расположения, можно рекомендовать такой прием. Определив возможные места для установки прожекторов, следует рассчитать размеры светового пятна на освещаемом фасаде от одного прожектора для некоторых средних условий, задаваемых взаимным расположением фасада и прожекторов. Контур пятна определяется углом рассеяния прожектора, т. е. углом, в пределах которого сила света изменяется от 1,0 до 0,1 максимального ее значения. Заполнив (в соответствующем масштабе) поверхность фасада рассчитанными световыми пятнами, можно обеспечить достаточно равномерное освещение, так как на границе пятен будут суммироваться освещенности от нескольких прожекторов (хотя бы и за пределами расчетного угла рассеивания), а допустимая неравномерность освещения по нормам составляет 3:1, а в ряде случаев — 5:1.

Можно считать, что максимальная освещенность будет соответствовать осевой точке пятна, а минимальная — его контуру. Учитывая, что расчет ведется на среднюю освещенность, получим необходимую освещенность в центре пятна (сильно загроуляя расчет), равную $2E_{\text{ср}}$ или, с учетом коэффициента запаса, — примерно тройной расчетной освещенности $3E_{\text{ср}}$.

Приведенные расчеты весьма приближены, но они допустимы как предварительные. Значительно большие отступления от рассчитанных значений возникают на практике из-за недостатков оптической системы прожекторов, неточной фокусировки ламп, погрешностей в наведении, быстрого старения зеркал и неточного расположения тела накала в лампе. К тому же нет никакой уверенности, что нормируемая освещенность в данных конкретных условиях является наилучшей. Поэтому можно утверждать, что наиболее надежным способом проектирования установок архитектурного освещения является макетирование.

Для опытной установки достаточно осветить одну небольшую, но характерную часть здания с помощью нескольких прожекторов, варьируя в случае надобности их расположение и число, и оценить полученный эффект. При этом даже необязательно добиваться получения необходимой освещенности. Если установка будет удовлетворять по тенеобразованию, блескости и равномерности освещения, необходимое усиление мощности можно оценить приближенно. При окончательном выполнении установки всегда необходимо резервировать возможность подключения дополнительной мощности (15—20% проектной), так как в процессе эксплуатации могут непрерывно возрастать требования к декоративным осветительным установкам. В сложных случаях, для особо ответственных объектов программа опытных установок должна быть расширена. Так, например, опыты по освещению Петропавловской крепости включали в себя 6 раз-

личных вариантов освещения стен и 4 варианта освещения собора.

В заключение настоящего раздела в табл. 10-3 приведены технические характеристики нескольких установок освещения фасадов зданий в Ленинграде, выполненных и оцененных 10 лет тому назад. Интересно отметить, что большинство этих установок имеют среднюю освещенность значительно меньшую, чем нормированная, но субъективно оцениваемую как достаточная.

Таблица 10-3

Технические данные об освещении фасадов некоторых зданий и памятников в Ленинграде (1966 г.)

Наименование объекта	Характеристика осветительной установки	Примерная средняя освещенность, лк	Субъективная оценка осветительной установки
Фондовая биржа	В кессонах портика 42 лампы ЗК-300; на крыше — 24 ПЗС-35, 500 Вт; на опорах уличного освещения 8 ПЗС-45, 1000 Вт	15	Удовлетворительно
Зимний дворец	На опорах уличного освещения 24 ПЗС-45, ДРЛ-500	35	Хорошо
Главный штаб	На опорах уличного освещения 32 ПЗС-45, ДРЛ-500	35	То же
Церковь Петра и Павла (на Невском проспекте)	На крышах флангирующих домов 10 ПЗС-45, 1000 Вт	35	»
Театр имени Пушкина	В кессонах портика 7 ламп ЗК-500; на опорах уличного освещения 8 ПЗС-45, 500 Вт	15 (для колонны) 30 (для стены) 35	» » »
Собор Петропавловской крепости	На крышах окружающих строений 67 ПФР-45-1 с лампами ДРШ-500	225	»
Телевизионная башня	На ярусах башни 180 ПЗС-45, 1000 Вт; для освещения антенны 24 ПЗС-35, 500 Вт и 30 ПФР-45-1 с ДРШ-500	(на стволе башни)	»
Памятник Петру I	На земле 2 ПФР-45-1 и 2 ПЗС-45 с лампами ДРШ-500	100—1000 на высоте 6 м	

Это не значит, конечно, что увеличение освещенности не влияет на оценку, но показывает условность значений, принятых за норму. Несколько ниже оценка освещения здания бывшей Биржи, что объясняется наличием слепящего действия прожекторов, установленных не у здания, а на противоположной стороне проезда, что, однако, хорошо с точки зрения равномерности освещения фасада.

Выше, в § 10-1 были охарактеризованы условия наилучшего освещения и распределения светотени применительно к фасадам зданий. Для памятников и городской скульптуры те же закономерности приобретают еще большее значение, поскольку в этом случае светом выявляется объемное и относительно небольшое произведение искусства.

Для объемного восприятия памятника (выявления его формы и пластики) необходимо построить соответствующим образом систему освещения (рис. 10-10). Основным источником света должен в достаточной степени освещать памятник, создавая односторонние тени, направленные, по возможности, сверху вниз; дополнительный источник предназначается для смягчения этих теней; общее освещение, желательно рассеянное, создает световой фон.

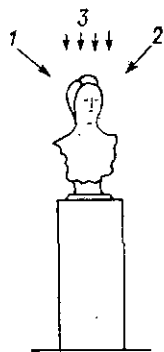


Рис. 10-10. Схема освещения скульптуры

1 — основной свет; 2 — дополнительный свет; 3 — рассеянный свет

Значения освещенности для памятников, предписанные СНиП II-4-79, приведены в табл. 10-2. Следует, однако, иметь в виду, что для памятников эти нормы в еще большей степени условны, чем для фасадов зданий. Многие памятники даже не имеют вертикальной плоскости, для которой приводятся нормы.

В качестве примера хорошо освещенного по приведенной схеме памятника может служить памятник чекистам в Киеве (рис. 10-11), выполненный очень лаконично, без мелкой детализировки, освещенный так, что односторонние, довольно резкие тени подчеркивают характер скульптуры и хорошо выявляют объем памятника.

Справа тени несколько смягчены за счет дополнительного источника света.

Пример хорошего освещения приведен также на рис. 10-12. Это памятник Богдану Хмельницкому — сложный по своей пластике и постановке фигуры. Чтобы выявить очень живописный, динамичный характер памятника, необходимо было точно найти распределение светотени и направление основного светового потока. Такое решение было найдено за счет освещения памятника в двух направлениях (справа — основное освещение, слева — дополнительное). Хорошо выявлены детали одежды, сбруи, фактура камня постамента. Сильно высвечена голова и грудь лошади, слабее — задняя часть скульптуры; это создает впечатление движения, динамики, свойственное этому памятнику.

Несмотря на многие удачные примеры, описанная система освещения скульптуры отнюдь не должна считаться догматической. Иногда представляет интерес не создание светотени, харак-

терной для дневных условий, а попытка дать другое решение, подчеркивающее общий характер памятника. Это особенно применимо к общеизвестным памятникам, характер и детали которых знакомы каждому. В таких случаях иногда достаточно подчеркнуть светом главную линию памятника, чтобы показать



Рис. 10-11. Освещение памятника чекистам (Киев)

его характер и динамику и создать этим новую интересную трактовку известного произведения искусства. Такие опыты ставились, например, при проектировании освещения памятника Петру I на площади Декабристов в Ленинграде, хотя окончательное решение было принято иное.

Освещая памятник, нужно всегда помнить, что он стоит не изолированно, а в том или ином архитектурном ансамбле,

освещение которого нужно решать комплексно. Примером может служить рис 10-13, на котором показан тот же памятник Петру I и здание Исаакиевского собора. Разделяющий их небольшой сад является удачным фоном для памятника, и с набережной Невы, к которой обращена фигура Петра, оба сооруже-



Рис 10 12 Освещение памятника Богдану Хмельницкому (Киев)

ния читаются как части общего ансамбля, имеющего к тому же светлые кулисы — здания Адмиралтейства и бывшего Сената (на рис. 10-13 не показаны). В то же время деревья сада прикрывают нижнюю, слабо освещенную часть собора, которая плохо видна в вечернее время с большой дистанции.

В большинстве случаев для освещения памятников наиболее подходят прожекторы ПСМ и ПКН, которые для правильного

образования теней следует устанавливать как можно выше — на крышах окружающих зданий, опорах уличного освещения или на специальных опорах. Однако в ряде случаев приходится мириться и с установкой прожекторов на земле, если нет другого выхода. Применение жалюзи, бленд и масок при освещении памятников особенно необходимо.

Скульптуру, установленную на крыше зданий, не всегда можно осветить с той же крыши, так как обычно такие венчающие скульптурные группы выдвинуты на край крыши и имеют



Рис. 10-13. Освещение ансамбля площади Декабристов (Ленинград)

сложную многофигурную композицию. Приходится располагать прожекторы на других зданиях и освещать скульптуру с большого расстояния, применяя в таких случаях прожекторы ПФР. Примером может служить рис. 10-2: квадрига над аркой бывшего Главного штаба освещается с крыши Зимнего дворца прожекторами ПФР и дополнительно подсвечена с боков с крыши Главного штаба прожекторами ПСМ. В других случаях, и довольно часто, такая скульптура не освещается, а создается только светлый фон сзади ее, на котором она читается силуэтом (см. рис. 10-6). Такое решение вполне приемлемо, тем более, что эксплуатация прожекторов ПФР достаточно сложна, в особенности если они должны освещать объект с большого расстояния.

Для городской скульптуры являются типичными барельефы и горельефы, а также различного рода мемориальные надписи на камне. Что касается горельефов и барельефов, то освещение

их следует осуществлять так же, как и освещение объемных фигур, но в этих случаях особое значение имеет создание односторонних теней, что не так просто осуществить на протяженном объекте. Для выявления букв, высеченных в камне, также необходимо одностороннее направление света, причем нет необходимости в смягчении теней. Во всех этих случаях возникают сложности с размещением источников света, так как близко расположенные источники часто слепят наблюдателей, и могут загоразивать мемориальную стенку, а при освещении барельефа и особенно надписей с большого расстояния трудно обеспечить нужный характер светотени. Хорошее решение — рампа или софит, подобный софиту на стенах Петропавловской крепости (см. рис. 10-5). Такая аппаратура, однако, загромождает памятник и обычно эстетически неприемлема (хотя, применительно к Петропавловской крепости, она и является удачной). Так, например, не было найдено удовлетворительного решения для освещения мемориальных надписей на камнях памятника Борцам Революции в Ленинграде, и сейчас памятник вечером освещен только пламенем вечного огня.

Расчет освещения памятников имеет смысл производить главным образом в тех случаях, когда памятник имеет плоские грани, например, мемориальная стена, стела, триумфальная арка и т. п. Для фигурных композиций распределение и характер светотени значительно важнее, чем уровень освещенности. Достаточно посмотреть на рис. 10-12, чтобы убедиться в бесполезности определения средней освещенности для такой скульптуры. Тем не менее, ориентировочная прикидка числа прожекторов бывает желательна. Это можно сделать способом, описанным в § 10-2. Основной метод проектирования освещения памятников — выполнение опытных установок, а в отдельных случаях — макетирование.

10-4. ОСВЕЩЕНИЕ ФОНТАНОВ И ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Фонтаны и зеленые насаждения — неперенные компоненты архитектуры города. Для создания полноценной вечерней городской панорамы необходимо правильное освещение и этих объектов.

Фонтаны представляют особый интерес для искусственного освещения вследствие того, что они вносят динамику в световую картину того или иного ансамбля. Существует несколько способов освещения фонтанов, каждый из которых обладает достоинствами и недостатками, применительно к конкретным условиям объекта.

С технической стороны простейший прием освещения — заливающее освещение фонтана в целом. В этом случае прожекторы располагаются на опорах или на окружающих зданиях и, по возможности, маскируются. Такой прием не является наилуч-

шм, так как если прожекторы размещены с нескольких сторон фонтана, то замаскировать их практически невозможно, а при одностороннем их расположении не выявляются все особенности движущейся воды. Поэтому применение заливающего света следует ограничить случаями, когда фонтан имеет форму каскада, или стенки из струй.

Идеальная система освещения фонтана должна обеспечивать свечение струй, оставляя в тени окружающее пространство. Такое решение возможно только в случае, если источник света поместить в сопло подводящей воду трубы. Тогда, по закону полного внутреннего отражения, свет будет распространяться внутри струи, отражаясь от ее боковой поверхности. Это явление чрезвычайно эффектно, но выполнить подобную установку довольно сложно и она требует квалифицированного обслуживания.

Наиболее распространенным и относительно простым приемом, обеспечивающим интересное высвечивание струй, является размещение источников света в чаше фонтана или под остекленным дном чаши, в специальной камере. Последнее решение возможно осуществить только для новых фонтанов, где такая камера предусматривается при строительстве фонтана, как это было сделано, например, для больших фонтанов ВДНХ. Расположение прожекторов в камере, конечно, удобно для эксплуатации, но следует иметь в виду, что в этом случае свет сильно рассеивается, проходя через толщу воды в чаше фонтана, в особенности если глубина водяного слоя большая.

Значительно экономичнее размещать источники света внутри чаши так, чтобы они только слегка прикрывались водой, или даже несколько выступали из воды. По этой схеме в настоящее время освещается большинство фонтанов. Сложность такой установки заключается в герметизации прожекторов или светильников и в организации правильной эксплуатации.

Заграничные фирмы выпускают прожекторы в уплотненном исполнении, специально для освещения фонтанов, и в ряде стран они нашли массовое применение. Наша промышленность выпускает так называемые подводные прожекторы, предназначенные для работы в море, на больших глубинах, под большим давлением. Сила света и КПД этих прожекторов невелики, конструкция их сложна, стоимость высокая. Поэтому заслуживает внимания предложение об использовании для освещения фонтанов ламп-фар типа АФ-2 или других. Трудность заключается в том, что лампа-фара не имеет цоколя, а снабжена только плоскими контактами, выведенными из колбы. К этим контактам припаиваются концы провода или кабеля, а место соединения заливается специальной мастикой (на эпоксидной основе). Готовая к применению лампа-фара имеет вид, показанный на рис. 10-14. Лампа-фара АФ-2 имеет мощность 50 Вт, напряжение 12 В, осевую силу света до 22 000 кд. Это очень хорошие показатели,

не сопоставимые с показателями любого из прожекторов. Вероятно, что в ближайшее время будут освоены и более мощные лампы-фары.

На рис. 10-15 показан фрагмент Большого каскада в Петродворце, освещенного с помощью ламп-фар. Его осветительная установка работает бесперебойно в течение нескольких лет. Понижающие трансформаторы и распределительные щитки установлены в шкафах вблизи фонтанов, за кустами или спрятаны в специальных колодцах.

Опытные установки при разработке освещения фонтанов неизбежны, так как при расчете трудно предусмотреть художественный результат от освещения фонтана.



Рис. 10-14. Лампа-фара

Часто при освещении фонтанов возникает вопрос о цветности освещения. В этом отношении следует проявить известную осторожность. Так, например, для фонтанов Петродворца и Ленинграда, после неоднократного и всестороннего обсуждения и экспериментов, было признано недопустимым применять цветное освещение. Во-первых, цветное освещение при ежедневном пользовании быстро надоедает, во-вторых, оно более свойственно праздничной иллюминации, выставочному оформлению, рекламе, но не монументальным формам архитектуры. Поэтому использование цвета можно ре-

комендовать в случаях, когда фонтаны являются элементом специального зрелища (на выставках, в праздники и т. д.). В тех же случаях могут быть введены динамическое регулирование интенсивности освещения и смена цвета. Такие решения имеют место, например, в Ереване и Ташкенте.

Так как размещение источников света в воде или в непосредственной близости к ней создает особо опасные условия для эксплуатации установки, следует применять специальную осветительную арматуру, рассчитанную на такие условия. Это могут быть подводные прожекторы или лампы пониженного напряжения, например лампы-фары. В последнем случае нет необходимости в специальной арматуре, тем более, что практически установка носит сезонный характер и должна сниматься на зимнее время. В Петродворце, например, на зиму снимаются лампы-фары и вытягиваются из труб кабели, соединяющие лампы с ближайшей коробкой за пределами фонтана.

Освещение зеленых насаждений придает скверу или парку в вечернее время чрезвычайно декоративный вид. Чтобы такая установка соответствовала своему назначению, необходимо учитывать следующее.

Прежде всего должен быть выявлен цвет освещаемых листьев и цветов. Для этого необходимо создать довольно высокие освещенности и подобрать соответствующие источники света, принимая во внимание сезонное изменение цвета листвы. Вообще говоря, было бы желательно иметь весной и летом источники света, выявляющие зеленые тона, а осенью — желтые. Зеленые



Рис. 10-15. Освещение Большого каскада в г. Петродворце

тона выявляют ртутные лампы, особенно лампы ДРТ, несколько хуже — ДРЛ, а желтые тона выявляют лампы накаливания. Следует отметить, что встречающиеся в некоторых материалах рекомендации применять натриевые лампы низкого давления для выявления теплых тонов являются ошибочными. Эти лампы имеют линейчатый спектр излучения и могут хорошо выявить только цвет, соответствующий дублету линий натрия. Все остальные цвета при этом теряются.

Не следует освещать деревья и кустарники равномерным заливающим светом, так как это создает монотонную картину и требует очень большой мощности установки, если освещаемый объект большой. Значительно интереснее, проще и экономнее создавать на зелени пятна повышенной яркости. Это позволяет получить живописную картину, создать высокую освещенность,

хорошо выявить цвет. Такой прием широко распространен во Франции на городских бульварах и в парках. Чаще всего на опоре уличного освещения устанавливается один дополнительный светильник, направленный вверх и создающий световое пятно на ближайшем дереве. Отдельно стоящие деревья могут быть освещены более интенсивно и объемно, но обязательно неравномерно (рис. 10-16). По такой же схеме можно освещать



Рис. 10-16. Освещение дерева

и группы кустов, как это сделано, например, на Марсовом поле в Ленинграде.

В качестве технических средств для освещения зеленых насаждений и цветников используются самые разнообразные светильники и прожекторы. К сожалению, наша промышленность не выпускает световых приборов, предназначенных для этой цели, и поэтому приходится приспособлять прожекторы и светильники другого назначения.

Для освещения деревьев и кустарников могут использоваться прожекторы ПЗС-45 и ПЗС-35, снабженные цветными светофильтрами в случае необходимости. При освещении кустов

желательно иметь широкое светораспределение и поэтому целесообразно, удалив из прожектора зеркало, покрасить его внутреннюю поверхность белой краской. Могут использоваться также светильники наружного освещения, повернутые под нужным углом. Наиболее современными приборами для данной цели являются прожекторы ПКН и ИСУ с галогенными лампами накаливания. Для установки ламп ДРТ приходится создавать кустарные конструкции, защищающие лампы от попадания на них влаги.

Для освещения цветников удобно применять светильники в форме «грибков», состоящие из непрозрачного колпака, укрепленного на стойке из стальной трубы высотой 1,2—1,5 м. В качестве примера такого решения освещения на рис. 10-17 показан финский светильник с лампой накаливания.

Представляет интерес использование установки для подсветки деревьев и кустарников в зимнее время: освещенные голые ветви, в особенности покрытые снегом или инеем, весьма

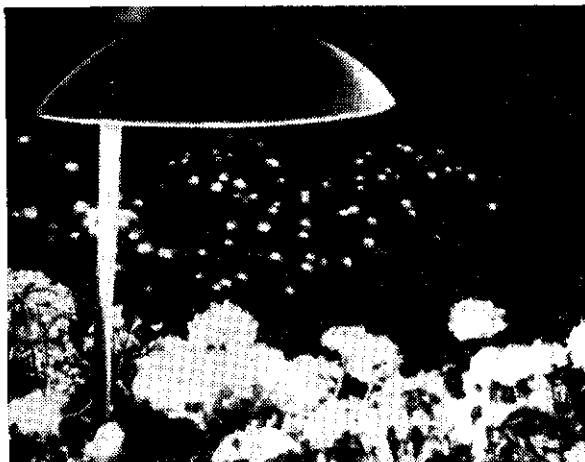


Рис. 10-17. Светильник для освещения цветников и газонов

эффектны. На зимний период прожекторы могут быть снабжены цветными светофильтрами любой цветности и работать в динамическом режиме, с изменением яркости и цвета.

10-5. СВЕТОВАЯ РЕКЛАМА

Световая реклама, выполняя свое функциональное назначение, является в то же время существенным элементом светового оформления города. Световая реклама вносит световой акцент и динамику в вечернюю картину города и увеличивает освещенность на улицах, площадях и в местах наибольшего скопления пешеходов и транспорта. В то же время неудачно выполненная или размещенная реклама может создавать слепящее действие, мешать восприятию транспортных сигналов или нарушать гармоническое решение всей световой панорамы.

Устройство световой рекламы регламентируется СН-407-70. По роду исполнения рекламные установки разделяются на следующие группы: а) установки с надписями или знаками, набранными из открытых источников света — ламп накаливания или газосветных трубок; б) установки транспарантного типа с изображениями или буквами, видимыми силуэтно на подсвеченной изнутри светорассеивающей панели; в) установки типа плаката или стенда, освещаемые извне с помощью той или иной

Наименьшая высота расположения источников света
в светорекламных установках (по СН-407-70)

Источник света	Наименьшая высота расположения над уровнем дороги, м
<i>Лампы накаливания</i>	
Лампы мощностью менее 100 Вт, закрытые густой рассеивающей оболочкой (коэффициент пропускания 0,3—0,55), или без рассеивающей оболочки и лампы, включенные на напряжение, не превышающее 60% номинального значения	Не ограничивается
Лампы мощностью менее 100 Вт, закрытые матовой рассеивающей оболочкой (коэффициент пропускания 0,7—0,85), или лампы 100 Вт и более, закрытые густой рассеивающей оболочкой (коэффициент пропускания 0,3—0,55)	4
Лампы мощностью менее 100 Вт без рассеивающей оболочки или лампы 100 Вт и более, закрытые матовой рассеивающей оболочкой (коэффициент пропускания 0,7—0,85)	6
Лампы мощностью 100 Вт и более без рассеивающей оболочки	10
<i>Газосветные трубки</i>	
Тлеющие неоновые трубки	Не ограничивается
Газосветные трубки яркостью менее 2000 кд/м ² всех цветов, за исключением близких к насыщенным (синий, красный и зеленый)	3
Газосветные трубки яркостью более 2000 кд/м ² всех цветов, за исключением близких к насыщенным	4
Газосветные трубки цветов, близких к насыщенным	8

осветительной аппаратуры. Тип используемых в установке источников света и рассеивающих оболочек определяет допустимую минимальную высоту их расположения (табл. 10-4).

Эта таблица, приводимая по СН-407-70, требует некоторых пояснений. Под термином «тлеющие неоновые трубки» следует понимать газосветные трубки с любым газовым наполнением, имеющие силу тока 20 мА. Газосветные трубки с яркостью менее 2000 кд/м² — это такие же трубки, в том числе и покрытые люминофорами. Газосветные трубки с яркостью более 2000 кд/м² — это трубки, работающие в режиме 100—250 мА, так называемые «Slimline», и другие трубки, широко применяемые за рубежом, но не получившие пока у нас распространения, а также любые осветительные люминесцентные лампы.

Ограничения высоты установки источников света с цветностью излучения, близкой к чистым, так называемым насыщенным цветам (синий, красный и зеленый), вызваны необходимостью удалить по возможности такие источники света от огней светофоров и других сигнальных огней. С этой же целью запрещается размещать рекламные установки, совпадающие по

цвету с огнями светофоров, на расстоянии менее 20 м от светофоров на уровне нижних двух этажей зданий.

Для установки транспарантного типа нормы предписывают иметь среднюю яркость панели не менее 300 кд/м² и неравномерность свечения ее не более 3:1. От этих значений, однако, в ряде случаев приходится отступать по местным условиям. В частности, не исключено художественное решение панели транспаранта с постепенно убывающей до нуля яркостью, а транспаранты, размещенные на совершенно темном фоне и предназначенные для восприятия с близкого расстояния, могут иметь среднюю яркость и менее указанной выше.

Для установок типа стендов и плакатов рекомендуется создавать средние освещенности 250—1000 лк в зависимости от значения коэффициента отражения освещаемой поверхности и допускается неравномерность освещения до 5:1. При этом светильники или прожекторы, освещающие стенд, должны быть так устроены или расположены, чтобы исключить прямую и отраженную блескость для пешеходов и водителей транспорта.

Для динамической световой рекламы, работающей по схеме «включено — выключено» длительность одного цикла горения должна быть не менее 10 с. Мощность при разовом включении такой установки (или части ее) ограничивается 200 Вт при высоте размещения ламп до 10 м над уровнем дороги и 800 Вт — при большей высоте. При использовании неоновых ламп тлеющего разряда (но не трубок) или ламп накаливания, включенных на напряжение не более 60 % номинального, это требование не обязательно.

Размещение источников света в рекламной установке должно быть таково, чтобы с заданного расстояния лампы в знаке (букве) сливались, образуя световую линию этого знака, а отдельные знаки или их части, наоборот, четко различались, не сливаясь. Исходя из оптико-физиологических свойств человеческого глаза со средней остротой зрения, установлены определенные геометрические зависимости, обеспечивающие эти условия. Нормы регламентируют следующие соотношения.

Ширина буквы B должна быть не менее $\frac{2}{3}$ ее высоты H . Высота букв из открытых газосветных трубок или из одного ряда ламп накаливания должна удовлетворять формуле

$$H \geq \frac{L_{\max}}{250}, \quad (10-1)$$

где H — высота буквы, м; L_{\max} — максимальное расстояние до наблюдателя, м.

Для букв, набранных из нескольких рядов ламп накаливания (рис. 10-18),

$$H \geq \frac{L_{\max}}{250} + 6\alpha, \quad (10-2)$$

где α — расстояние между осями крайних рядов ламп, образующих, толщину буквы, м.

Если реклама рассчитана на наблюдение с расстояний, больших 75 м, размер между соседними рядами ламп, образующих толщину буквы, определяется по формуле

$$C \leq \frac{L_{\min}}{1500}, \quad (10-3)$$

где L_{\min} — минимальное расстояние наблюдения световой рекламы, м; C — расстояние между осями соседних рядов ламп, м.

В случаях, если реклама рассчитана на наблюдение с расстояний, меньших 75 м, размер C должен приниматься наименьшим возможным по конструктивным, эксплуатационным или тепловым соображениям.

Чтобы соседние буквы или отдельные элементы буквы не сливались между собою, расстояние A между ними должно определяться по формуле

$$A \geq \frac{L_{\max}}{500}. \quad (10-4)$$

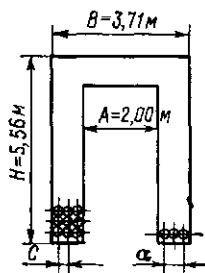


Рис. 10-18. Геометрия светящейся буквы

Пример расчета размеров букв световой рекламы. Пусть задано: $L_{\max}=1000$ м; $L_{\min}=200$ м; буквы выполняются из одного ряда газосветных трубок.

Высота букв по уравнению (10-1) равна $H=1000/250=4$ м. Ширина, соответственно, равна $B=(2/3) \times 4=2,7$ м.

По композиционным соображениям лучше принять $H=5$ м; тогда $B=3,5$ м; $A=2$ м.

Если те же буквы заполнять лампами накаливания в три ряда, то $C=200/1500=0,13$ м; $\alpha=2 \cdot 0,13=0,26$ м; $H=1000/250 + 6 \cdot 0,26=5,56$ м; $B=(2/3) \cdot 5,56=3,71$ м; $A=1000/500=2,0$ м.

Как видно из приведенного примера, рисунок буквы (рис. 10-18) получился четким, по довольно примитивным. Часто, выбирая шрифт или рисунок знака по художественному признаку, приходится существенно отступить от рекомендуемых размеров, но в общем случае следует к ним всегда стремиться.

При разработке светорекламной установки первоначально выбирают тип источников света. Лампы накаливания наиболее просты и универсальны. Высокая яркость тела накала создает преимущества для дальней и высоко расположенной рекламы. Лампы накаливания не требуют каких-либо дополнительных устройств для включения в сеть, их световой поток легко регулируется. Однако для того, чтобы создать «линейность» изображения знака, требуется много ламп накаливания, особенно для ближней рекламы, а, следовательно, мощность установки неиз-

бежно становится большой. Поэтому, выбирая лампы накаливания, следует ориентироваться на наименьшую единичную мощность — 15—25 Вт. Для цветной рекламы можно использовать цветные иллюминационные лампы мощностью 25—40 Вт, выпускаемые промышленностью.

Газосветные трубки имеют преимущество в том, что им можно придать любую линейную форму, причем мощность светового знака будет невелика даже при больших его размерах. В среднем можно считать, что мощность выпускаемых газосветных трубок составляет около 20—30 Вт/м. В настоящее время отечественная промышленность выпускает широкий по цветности ассортимент трубок (табл. 10-5).

Таблица 10-5

Газосветные трубки, выпускаемые отечественной промышленностью

Заводской номер	Цвет излучения	Наполнитель	Покрытие
1	Красный	Неон	Люминофор
2	Красно-оранжевый	То же	То же
3	Оранжево-желтый	»	»
5	Оранжево-золотистый	»	»
6	Малиново-розовый	»	»
7	Сиреневый	»	»
8	Розовый	Аргон + ртуть	»
9	Темно-розовый	Аргон	»
10	Светло-зеленый	Аргон + ртуть	»
11	Бледно-синий	То же	»
12	Голубой	»	»
13	Бледно-желтый	»	»
14	Белый	»	»
15	Бледно-розовый	»	»
16	Красный	Неон	Отсутствует
17	Синий	Аргон + ртуть	То же
28	Малиновый	Неон	Люминофор
29	Синий	Аргон + ртуть	То же
30	Фиолетово-красный	То же	»

Газосветные трубки работают в режиме тлеющего разряда, при котором спектр излучения газа-наполнителя или паров ртути носит линейчатый характер. При покрытии трубки люминофором в спектр ее излучения добавляется излучение этого люминофора. В настоящее время без люминофорного покрытия выпускаются только трубки двух цветов: красного (№ 16, газ-наполнитель — неон) и синего (№ 17, аргон + ртуть). В результате многолетнего подбора наполнителей для некоторых люминофоров оказались оптимальными неон, аргон или аргон с ртутью. Отметим, что получить свечение чистых тонов с помощью люминофоров практически невозможно. Поэтому иностранные фирмы часто применяют для газосветных трубок цветное стекло.

Как показали исследования ВНИСИ, яркость трубок с одинаковыми электрическими параметрами, но различных цветов, неодинакова и составляет (в среднем) для трубок диаметром 16 мм, в условиях нормальной температуры, 525 кд/м² (№ 11), 1050 кд/м² (№ 13), 350 кд/м² (№ 16), 110 кд/м² (№ 17). Совершенно очевидно, что если желательно иметь многоцветную надпись или изображение одинаковой яркости (с учетом чувствительности глаза к разным частям спектра), необходимо или ограничить применение трубок только определенными цветами, или иметь трубки, работающие в разных режимах.

Яркость трубки примерно пропорциональна силе тока в ней. Поэтому ряд зарубежных фирм, чтобы уравнивать трубки разного цвета по яркости, включают их в отдельные цепи, различающиеся по силе протекающего в них тока.

Чтобы осуществить такую схему, необходимо иметь различные катоды и питающие трубки трансформаторы. Отечественная промышленность выпускает пока катоды и трансформаторы только на силу тока 20 мА. Поэтому при проектировании многоцветной рекламы необходимо уделять внимание подбору трубок со свечением более или менее равной яркости. Задача однако усложняется, если иметь в виду переменный температурный режим работы. Яркость трубок с ртутно-аргонным наполнением резко падает с уменьшением температуры среды. Так, по данным ВНИСИ, для трубки диаметром 18 мм при перепаде температуры от +20 до -10°С яркость трубки уменьшается на 70%. При неоновом наполнении яркость в тех же условиях остается практически без изменения. При повышении температуры яркость трубок с ртутно-аргонным наполнением, наоборот, резко растет. Если учесть, что даже приведенные выше значения номинальной яркости трубок далеко не достаточны, то очевидно, что создать газосветную рекламу имеющимися в настоящее время у нас средствами весьма затруднительно. Вот почему реклама с лампами накаливания часто имеет более привлекательный вид. Весьма интересные решения могут быть найдены, если в световой рекламе использовать газосветные трубки совместно с лампами накаливания, что позволяет разнообразить цветовую и яркостную гамму.

Газосветная трубка имеет на концах выводы, оформленные в виде однополюсных цилиндрических цоколей. Теоретически трубка может быть какой угодно длины, но обычно ее длина ограничивается удобными размерами. Между собой трубки соединяются последовательно с помощью гибких проводников — перемычек, оканчивающихся металлическими колпачками, надеваемыми на цоколи. Трубки соединяются последовательно и включаются в сеть через повышающие напряжение трансформаторы с рассеиванием, рассчитанные таким образом, что их напряжение в рабочем режиме составляет 50—60% напряжения холостого хода. Такая характеристика позволяет обеспечить условия

пробоя трубок в момент включения. В настоящее время применяются трансформаторы трех типов: ТГ-1020К на напряжение 10 кВ; ТГ-620 на напряжение 6 кВ; ТГ-1,2-100 на напряжение 1,2 кВ. В зависимости от диаметра трубок и числа катодов в цепи по паспортным данным трансформатора определяется допустимая суммарная длина подключаемых к трансформатору трубок. В среднем можно считать, что к трансформатору напряжением 10 кВ можно подключить около 10 м трубок, а к трансформатору 1,2 кВ — около 1,5 м трубок.

Конструкция букв или знаков световой рекламы может быть весьма разнообразной. На рис. 10-19 показаны несколько простейших вариантов их исполнения. Газосветные трубки могут укладываться в металлическую коробку буквы (А), закладываться в тело буквы из прозрачной пластмассы (Б), или помещаться в коробку из рассеивающего свет материала (В). Коробка буквы может также заполняться лампами накаливания (Г). Интересный эффект дают стеклянные линзы, заделанные в коробку буквы (Д) и освещаемые лампами или трубками, помещенными внутри коробки. В разных направлениях яркость

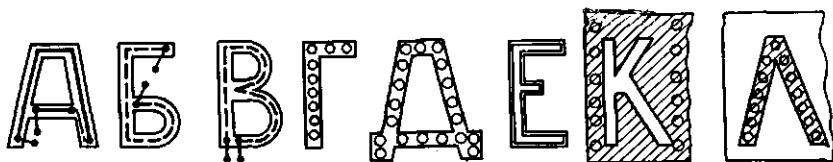


Рис. 10-19. Конструктивное исполнение светящихся букв

такой буквы неодинакова и поэтому буква «играет», имеет «живой» вид. Хороший результат можно получить, применяя буквы, светящиеся в отраженном свете. Для этого используются световозвращатели, широко применяемые для дорожных знаков (Д), или плоское зеркало под прозрачным телом буквы (Е). Зеркало можно не устанавливать, если отполировать заднюю плоскость такой буквы. Можно также эту полированную поверхность покрыть краской, тогда буква будет светиться отраженным окрашенным светом, что особенно эффектно выглядит на срезанных гранях тела буквы. При свете солнца, фонаря, фар, а также при рассеянном свете от неба буквы приобретают разнообразное по характеру свечение в зависимости от изменения направления света и ориентации граней. Транспарантные надписи могут быть выполнены светлыми буквами на темном фоне (К), или темными буквами на светлом фоне (Л).

В светорекламной установке очень важно так сконструировать и расположить буквы или знаки, чтобы они хорошо читались не только вечером, но и днем, с выключенными лампами.

В настоящее время наиболее распространенной конструкцией буквы является коробка по типу А. Для того чтобы надпись из таких букв выглядела хорошо, необходимо, чтобы коробки букв

имели четкие углы сгибов, а поверхности коробки хорошо отрихтованы и покрашены. Фирма «Филипс», например, для повышения качества коробок, изготавливает их из листовой меди или латуни. Установка трубок в коробке показана на рис. 10-20. Трубки сначала собираются на плате, а затем эта плата устанавливается в коробке.

Существенным является и размещение трансформаторов. Иностранные трансформаторы имеют малые мощность и габариты и могут умещаться в коробках букв; наши трансформаторы



Рис. 10-20. Конструкция светящейся буквы с газосветной трубкой: а — трубка на плате; б — коробка буквы

имеют довольно большие размеры. Так, например, наиболее ходовой трансформатор ТГ-1020К имеет габариты $236 \times 143 \times 180$ мм, а трансформатор ТГ-620, питающий практически одну букву, — $265 \times 85 \times 115$ мм. Поэтому обычно трансформаторы размещают в нишах стен или открыто, на конструкции рекламы.

Рекламные установки часто устраиваются динамическими. «Движение» световых знаков может быть непрерывным или скачкообразным. Для создания непрерывного движения букв лампы накаливания или лампы тлеющего разряда распределяются равномерно рядами на

щите и включаются поодиночке или группами в заданной комбинации с помощью специального коммутатора. Коммутационные устройства такого рода довольно сложны. Благодаря непрерывному переключению ламп создается впечатление «бегущей» надписи.

Более простым является устройство для ступенчатого или скачкообразного включения надписей. Надпись или световой рисунок из ламп разделяется на несколько частей, которые автоматически включаются поочередно, а затем полностью выключаются и цикл начинается снова. Такое устройство относительно недорого и может широко применяться.

Из других видов световой рекламы можно упомянуть световую проекцию и светящиеся краски. Световая проекция применяется в рекламе с использованием аппаратов, подобных диа-

скопу. Проектируемые диапозитивы автоматически передвигаются с определенными интервалами, а их изображение проектируется на стену дома, тротуар или даже на облака. Эта реклама несложна и удобна тем, что позволяет легко изменять ее содержание как угодно часто.

Светящиеся краски могут быть акварельными, масляными или другого типа. Светящиеся краски при обычном освещении почти не отличаются от нормальных красок, но при освещении ультрафиолетом приобретают яркость, приближающуюся по значению к яркости люминесцентных рекламных трубок. Для возбуждения свечения такой рекламы применяют источники ультрафиолетового излучения (лампы ДРТ), закрытые «черным» фильтром, не пропускающим видимых лучей. Следует иметь в виду, что светящиеся краски нуждаются в защите от сырости.

Представляют интерес также различные световые табло с движущимися надписями или изображениями. Это довольно сложные и дорогие устройства, но позволяющие иметь динамичную рекламу с периодически изменяющимся содержанием. В качестве примера на рис. 10-21 показано световое табло, установленное на площади Восстания в Ленинграде. Схема его устройства сводится к следующему. На щите, установленном на крыше, размещено большое число маломощных ламп накаливания. В аппаратном помещении имеется уменьшенная модель такого табло, на которой вместо ламп накаливания установлены фоторезисторы, связанные через усилитель каждый со своей лампой на табло. На табло с фоторезисторами проектируется мультфильм, отпечатанный на пленке, выполненной в виде непрерывного кольца. Фотоэлементы, на которые попадает свет очередного кадра, срабатывают, и соответствующая лампа на табло загорается. Таким



Рис. 10-21. Световое табло на площади Восстания (Ленинград)

образом на табло воспроизводится динамическое изображение мультфильма. Изображение может быть белым, цветным или же многоцветным, если дублировать всю систему для нескольких цветов.

10-6. ОСВЕЩЕНИЕ ВИТРИН

На магистральных и торговых улицах города осветительные установки витрин существенным образом определяют уровень насыщенности светом уличного пространства. В особенности это относится к зоне тротуаров, освещение которых, как часть уличного освещения, полностью отпадает. Однако устройство освещения витрин в наших городах во многих случаях не удовлетворяет не только предъявляемым к нему нормативным требованиям, но даже самым элементарным правилам светотехники. Объясняется это в основном тем, что проектированием освещения витрин чаще всего занимаются неквалифицированные в области освещения лица, а иногда эти установки выполняются без проектов, по указанию торговой администрации или ремонтно-строительных организаций. Литература в этой области светотехники также очень ограничена, а нормативные материалы (СН-407-70) не охватывают вопрос в целом и написаны очень сжато. Правда, в последние годы вышли две работы, касающиеся проблемы освещения витрин, но в первой из них материал изложен в основном в архитектурном аспекте, а вторая издана чрезвычайно ограниченным тиражом.

В соответствии с требованиями к освещению витрины разделяются на три типа: с экспозицией товаров (с фоном или без фона); со световой рекламой без выкладки товаров; сквозные служащие только окнами, через которые хорошо можно видеть всю внутренность магазина.

Существенной является глубина витрины, так как только при достаточной глубине, более 0,5—0,6 м, возможно полноценное использование витрины для показа товаров. Все изложенное ниже, если это не оговорено, относится к глубоким витринам с выкладкой товара.

Поскольку основное назначение витрины — привлечь покупателя и наилучшим образом показать товары, освещение витрин должно быть разнообразным по приемам, удовлетворяя при этом общим нормативным требованиям. Как правило, освещение витрин должно обеспечивать восприятие формы, цвета и фактуры выставленных товаров и должно решаться в соответствии с освещением внутренних помещений магазинов и привлекающей улицы. По отношению к средней яркости в магазине средняя яркость витрины должна быть по крайней мере в 3 раза больше; в то же время витрина не должна являться слепящим пятном на темном фоне окружающих витрину фасадов. Последнее требование посетит пока только общий характер, так как отечественных исследований еще нет, а в западных странах этим

требованим обычно пренебрегают. До известной степени это требование учтено в шкале рекомендуемых СН-407-70 освещенностей (табл. 10-6).

Таблица 10-6

Наименьшая средняя освещенность, лк, на расчетной плоскости витрин по СН-407-70

Местонахождение витрины	Светлотная характеристика товара		
	светлый (фарфор, белье)	средний, (продукты, книги)	темный (ткани, меха)
Магистральная улица (площадь) общегородского значения; главная улица (площадь) перед крупными общественными зданиями и сооружениями, у торговых центров и рынков, вокзальная	500 *	750 *	1000 *
Магистральная улица районного значения; площадь жилого или промышленного района	400 *	500 *	750 *
Улица, дорога местного значения, пешеходная дорога	300	400	500

Примечание. 1. Для универсальных магазинов со смешанными товарами нормы освещенности витрин принимаются равными нормам освещенности для товаров «средних» тонов.

2. В городах с численностью населения менее 250 тыс. чел. нормы освещенности, отмеченные звездочкой, могут быть снижены на одну ступень.

Согласно этой таблице, значение наименьшей средней освещенности на расчетной плоскости витрины задается в пределах от 300 до 1000 лк в зависимости от характера улицы и светлотных характеристик выставленных товаров, причем под расчетной плоскостью следует понимать основную плоскость экспонатов, обращенную к улице: для одежды, например, это будет вертикальная плоскость, для книг — наклонная плоскость.

Следует сразу отметить, что рекомендуемые табл. 10-6 освещенности для витрин больших магазинов можно считать недостаточными. Это подтверждает исследовательская работа, проведенная в Москве и рекомендуемая для витрин освещенность до 2000 лк. В США рекомендуется освещенность в витринах до 10 000 лк.

Если к освещению витрины не предъявляется специальных художественных требований, влекущих за собой ее специфическое световое оформление, то осветительная установка витрины должна быть комбинированной и содержать систему общего равномерного освещения и систему локализованного — «пред-

метного» освещения, предназначенную для выделения светом отдельных экспонатов.

Обычно для общего равномерного освещения используются люминесцентные лампы, расположенные на «потолке» витрины, а для локализованного — зеркальные лампы накаливания с концентрированным светораспределением, размещенные в соответствии с общей композицией витрины. В последнее время, однако, в ряде стран наблюдается тенденция к применению для общего освещения витрин ламп накаливания новейших типов: галогенных, с контротражателем, с интерференционным покрытием для поглощения инфракрасных излучений и т. п.

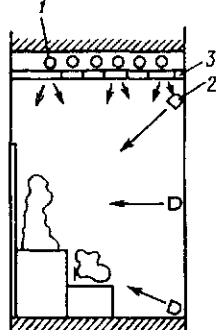


Рис. 10-22. Схема освещения витрины

1 — люминесцентная лампа; 2 — зеркальная лампа; 3 — светорассеивающая решетка

На рис. 10-22 схематически показано устройство освещения в витрине. Светящий поток освещает в основном горизонтальные поверхности, а светильники локализованного света, с шарнирным креплением, могут обеспечивать освещение любой поверхности экспонатов и фона. Эти светильники в зависимости от проекта могут размещаться на потолке, на полу или на импостах витрины.

Чтобы хорошо выявить светом выставленные предметы, необходимо правильно организовать распределение света и тени. Для этого нужно, чтобы вертикальная освещенность на экспонатах превосходила горизонтальную в той же точке в соотношении 2,5:1. Кроме того, чтобы экспонат хорошо смотрелся, ему необходим фон, яркость которого меньше яркости экспоната, по крайней мере, в 2—3 раза. Поэтому витрина должна быть экранирована со стороны магазина хотя бы в нижней ее части, а коэффициент отражения экрана должен быть небольшим. Так как система общего верхнего освещения стабильна, то удачное решение освещения витрины может быть обеспечено в основном за счет светильников локализованного освещения, если они обладают нужными светотехническими и конструктивными качествами. К сожалению, отечественная промышленность не изготавливает светильников нужных типов, а применяемые в отдельных случаях светильники являются кустарными и имеют невысокое качество; в большинстве же случаев светильники для локализованного освещения не применяются вообще. В заграничной практике такие светильники получили широкое распространение.

Имея в виду относительно небольшие размеры витрин и выставляемых товаров, для локализованного освещения желательно иметь светильники с узким пучком света. Поэтому в качестве источника локализованного света наибольшее распространение получили зеркальные лампы концентрированного

светораспределения. Из отечественных ламп можно рекомендовать лампы типа ЗК мощностью 100—300 Вт, которые имеют угол рассеяния примерно $2 \times 30^\circ$. За рубежом для уменьшения угла рассеяния применяются лампы низкого напряжения с контр-отражателем в виде зеркального покрытия колбы, в специальных светильниках с зеркальными отражателями (рис. 10-23). Такой светильник имеет угол рассеяния примерно $2 \times 5^\circ$. На рис. 10-24 показан другой светильник с зеркальным отражателем с лампой напряжением 12 В; понижающий трансформатор заключен в корпус светильника. Имеются также данные о зеркальных лампах со сверхвысокой концентрацией светового потока в пределах угла $2 \times 1^\circ 45'$. Такая лампа мощностью 35 Вт, напряжением 6 В имеет силу света 30 000 кд и является очень удобной для создания светового акцента на экспонатах. Концентрация светового потока зеркальной лампы в значительной степени зависит от ее номинального напряжения, т. е. от размеров тела накала. Так, например, лампы ЗК на напряжение 220 В имеют максимальную силу света примерно на 20 % меньше, чем лампы ЗК напряжением 127 В той же мощности.



Рис. 10-23. Светильник для освещения витрины лампой с зеркальным контр-отражателем (Финляндия)

Принимая во внимание необходимость самой различной ориентации витринных светильников они должны иметь достаточно большой защитный угол. Нормы предписывают минимальное значение защитного угла 30° для верхних светильников и 45° для светильников, расположенных на высоте менее 3 м от пола витрины. Заграничные фирмы, чтобы уменьшить слепящее действие светильника, часто окрашивают внутреннюю его поверхность черной матовой краской (см. рис. 10-24) или снабжают выходное отверстие светильника кольцевой решеткой. Последняя, конечно, несколько снижает силу света светильника.

Существенное требование к светильникам локализованного освещения — универсальность их крепления. В зависимости от изменения экспозиции товаров на витрине, необходимо менять и расположение светильников; желательно не прибегать в каждом случае к переделке электросети. Для этого в витрине уста-

навливают обычно достаточное число штепсельных розеток, а светильники снабжаются теми или иными приспособлениями для крепления. Это могут быть крючки, скобы, струбины, присоски, легко устанавливаемые в витрине без фиксации или закрепляемые в одной точке. Все они имеют шарнирные соединения со светильником, позволяющие изменять направление светового потока в широких пределах.

На рис. 10-25 показана хорошо освещенная витрина магазина готового платья, типичная для рядовых витрин без специального оформления. Световой потолок из молочного оргстекла создает общее равномерное освещение в горизонтальных плоскостях, освещая, главным образом, выставленные шляпы и плечи манекенов. Вертикальные поверхности экспонатов освещаются зеркальными светильниками, утопленно расположенными

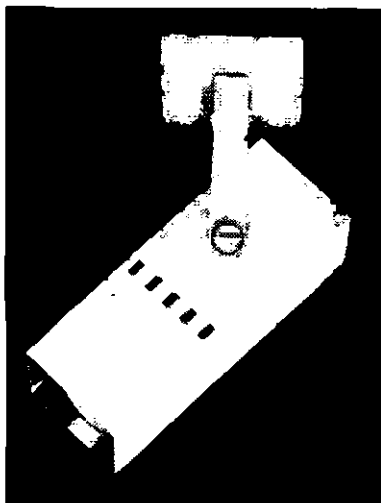


Рис. 10-24. Светильник с зеркальным отражателем и лампой напряжением 12 В

вверх на переднем плане витрины, и рампой с люминесцентными лампами внизу. Задняя стенка витрины декорирована, чтобы создать фон, более темный, чем экспонаты.

В последние годы за рубежом получили распространение специальные компактные шинопроводы, выполняемые из анодированного алюминия и имеющие вполне привлекательный вид. Шинопроводы имеют небольшие габариты (35×35 мм в сечении), выпускаются как с двух-, так и с четырехпроводной ошиновкой. Конструкция их позволяет укладку шинопровода на потолке открыто или утопленно, на подвесках, кронштейнах и т. д. Светильники могут присоединяться к шинопроводу, в любой его точке с помощью специальных токосъемников. На рис. 10-26 показано устройство такого шинопровода. В витринах крепление к шинопроводу является лучшим способом установки верхних светильников как общего, так и локализованного освещения.

В освещении витрин наблюдается тенденция постепенного сокращения общего освещения и увеличения локализованного, в том числе акцентирующего освещения, чему также в значительной мере способствует применение шинопроводов.

В большинстве случаев витрины освещаются более или менее «белым» светом. Отдельными авторами в разное время да-

вались весьма разнообразные рекомендации по вопросу, какие лампы больше подходят для витрин с точки зрения цветопередачи. Это объясняется как субъективным подходом к данному вопросу, так и характеристиками выпускаемых в то время ламп. Следует также напомнить, что имеется много случаев удачного цветного освещения витрин и, сопоставляя все эти данные, можно утверждать, что для витрины не так важна хорошая цветопередача, как общее художественное впечатление. Задача витрины — привлечь внимание к товару, а детальная оценка цвета того или другого изделия может быть успешнее выполнена в магазине.



Рис. 10-25. Пример хорошо освещенной витрины

В заграничной практике получило распространение динамическое освещение витрин, часто с изменением цветности освещения. Рекомендовать динамические световые установки витрин, расположенных на уровне глаз и на близком расстоянии от наблюдателей вряд ли будет оправдано. Нашим решениям общего светового оформления города свойственны более спокойные приемы, но нормы не запрещают применения динамического и цветного освещения, если это обосновано художественным решением.

Использование цветного освещения более целесообразно в несколько ином виде. Светильники локализованного освещения устанавливаются в избыточном числе, часть из них снабжается теми или иными светофильтрами. Тогда, если оформление витрины выполняется в определенной цветовой гамме, например в гамме весенней зелени или оранжево-желтой гамме осени, будут включаться, скажем, только «зеленые» или только «оран-

жевые» светильники, без какой-либо перестановки аппаратуры. Такой прием получил, например, довольно широкое распространение в Англии.

Цветные лампы (люминесцентные или иллюминационные лампы накаливания) могут быть использованы также в случаях, когда нужно подчеркнуть естественный цвет товара — красный цвет мяса, желтый — сыра, зеленый — зелени и т. д.

В отношении освещения витрин со световой рекламой, но без выкладки товаров, а также сквозных витрин можно дать следующие рекомендации.

Световая реклама в витринах должна выполняться в соответствии с общими указаниями, приведенными в § 10-5. Поскольку реклама в витрине располагается в непосредственной

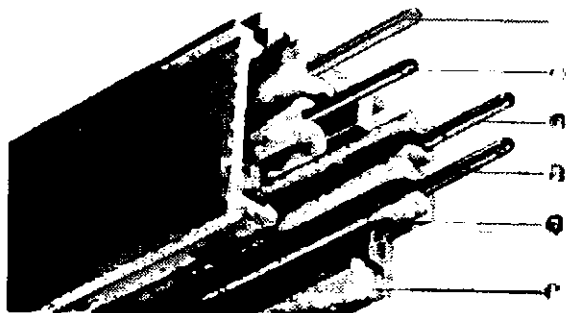


Рис. 10-26. Шинопровод для питания и подвески светильников (Финляндия)

близости к наблюдателю, в данном случае особенно важно остерегаться превышения допустимого значения яркости и создания чрезмерных световых контрастов.

Сквозные витрины не должны вообще освещаться, так как затененная зона окон способствует восприятию освещенного интерьера магазина. Однако освещать такие витрины придется хотя бы потому, что желательнее хорошо осветить тротуар перед витринами, а простейшее в этом отношении решение — установить источники света на потолке витрины. Те же соображения относятся равным образом и к витринам со световой рекламой, так как сами по себе рекламные установки освещают тротуар недостаточно. При этом, конечно, следует соблюдать требование к значению защитного угла витринных светильников.

С учетом вышесказанного, Главное архитектурно-планировочное управление г. Москвы (ГлавПУ) в 1974 г. утвердило для освещения витрин 10 конкретных приемов устройства осветительных установок, схематически показанных на рис. 10-27; области их применения перечислены в табл. 10-7. При этом, од-

нако, следует помнить, что оформление витрины — это художественная работа, которую нельзя жестко регламентировать, и в зависимости от конкретных условий может всегда быть найден какой-то прием освещения, не охваченный рекомендациями.

Сущность показанных на рис. 10-27 приемов освещения сводится к следующему:

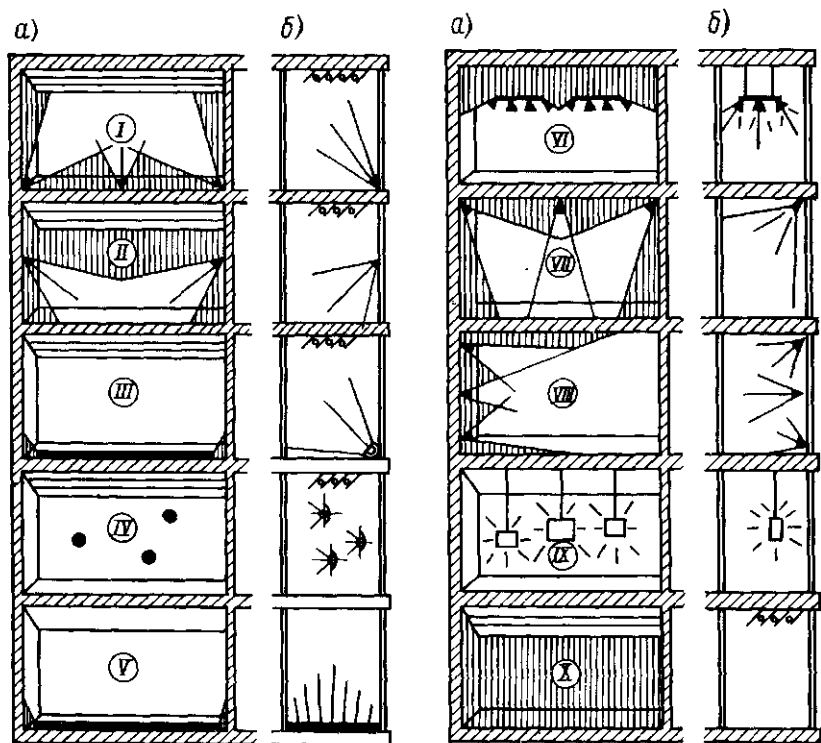


Рис. 10-27. Приемы освещения витрин: а — вид витрины спереди; б — поперечный разрез витрины

I прием. Комбинированное освещение витрины. Общее освещение — светящийся потолок или софиты с люминесцентными лампами, размещенными на «потолке» витрины. Локализованное освещение — светильники прямого света, установленные в нижней части витрины у наружного стекла. Желательно иметь шарнирное крепление этих светильников

II прием. Сходен с первым. Различие в том, что светильники локализованного освещения устанавливаются в средней или верхней части витрины. Так как в этом случае светильники несколько развернуты, они должны иметь достаточный защитный угол по отношению к наблюдателю со стороны улицы.

Рекомендуемые приемы освещения витрин с различными товарами

Наименование товаров	Выкладка товара					
	без фона			с фоном		
	горизонтальная	вертикальная	комбинированная	горизонтальная	вертикальная	комбинированная
Одежда, ткани, белье	—	I	II	—	I	II, IV
Обувь, головные уборы	II	I	II	II	I	I, II
Книги, канцтовары	II, III	III	III	II, III	III	II, III
Фарфор, фаянс, хрусталь	—	—	—	V, VI, VII	VIII	VIII
Косметика, парфюмерия	—	—	—	II, VI, VII	I, VIII	II, III
Хозяйственные и спортивные товары	II	I	I	II	I	II
Электротовары	I	I	II	—	II	II
Ювелирные изделия, часы	—	—	—	VI, VII	VIII	VIII
Телевизоры, радиотовары	I, II	—	—	I, II	—	—
Цветы	III, IV	IV	III, IV	—	—	—
Меха	—	I	II, IV	—	I	II, IV
Игрушки	II	I	I, II	II	I	II, IV
Продовольственные товары	VI	I, III	II	VI	I	II

III прием. Общее освещение — как в первом случае. Для локализованного освещения устанавливается софит с люминесцентными лампами на полу витрины у наружного стекла. Локализация света при такой системе незначительная, но при выключении светящего потолка в витрине можно получить эффект сценического освещения.

IV прием. Общее освещение — как в первом случае. Локализованное освещение — подвесные светильники, экранированные со стороны улицы.

V прием. Освещение витрины светящим полом. Светящая поверхность может быть частично закрыта непрозрачными экранами. В этом случае необходимо также экранировать светящую поверхность в направлении к наблюдателю со стороны улицы (и магазина).

VI. Прием. Локализованное освещение лампами накаливания (чаще всего зеркальными). Применяется в случаях, когда желательно подчеркнуть фактуру экспонатов или создать на них блики.

VII прием. Светильники направленного света (например, с зеркальными лампами) устанавливаются в верхней части вит-

рины у наружного стекла. Применяется в случаях, когда желательно создать неравномерное освещение, с выделением отдельных экспонатов.

VIII прием. Светильники направленного света устанавливаются по всей высоте витринного импоста с одной стороны витрины, благодаря чему создаются резкие односторонние тени. Применяется для освещения экспонатов с блестящими и прозрачными поверхностями, как, например, стекло, ювелирные изделия и т. п.

IX прием. Назначается для витрин без экспонатов. Общее освещение создается специально оформленными светильниками рассеянного света, часто используемыми и для рекламных целей (с надписями или силуэтами).

X прием. Также применяется для витрин без экспонатов. Для общего освещения служит светящийся потолок или софиты с люминесцентными лампами, расположенными на потолке витрины.

Расчет освещения витрин может быть произведен общеизвестными методами, но для упрощения расчетов можно пользоваться таблицами, приведенными в рекомендациях ГлавАПУ г. Москвы, позволяющими определить необходимую удельную мощность общего освещения, отнесенную к одному погонному метру витрины, в зависимости от заданной горизонтальной освещенности. В тех же рекомендациях приводятся таблицы для определения вертикальной освещенности в некоторых типичных случаях освещения витрин зеркальными лампами. С помощью этих материалов можно довольно просто сделать приближенный расчет освещенности. Еще лучше макетировать предлагаемую осветительную установку, но это не всегда возможно.

Иностранные рекомендации по определению мощности витрины задают удельный расход мощности 400 Вт на 1 м² пола витрины. Эта мощность распределяется между различными по назначению светильниками следующим образом: общее равномерное освещение люминесцентными лампами — 35 %; локализованное освещение лампами накаливания — 30 %; акцентированное освещение лампами накаливания — 20 %; нижняя подсветка лампами накаливания — 10 %; декоративное освещение люминесцентными лампами фона — 5 %. При расчетной освещенности 2000 лк в первом приближении, по-видимому, можно руководствоваться этим значением.

В конечном итоге не так существенно определить освещенность в той или иной точке, как важно предусмотреть достаточную расчетную мощность, потребляемую осветительной установкой витрины, и число светильников в ней. В процессе же эксплуатации освещенность и потребляемая мощность будут изменяться в широких пределах в зависимости от изменения экспозиции товаров. Поэтому число светильников и их мощность должны приниматься с запасом примерно в 20—25 % против значений, выбранных по светотехническому расчету.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТАНОВОК НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

11-1. ПРИЕМ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Присм в эксплуатацию выполненной временной или постоянной осветительной установки должен производиться специально назначаемой приемочной комиссией или, при простой и маломощной установке,— назначенным должностным лицом.

Монтажная организация, выполнившая монтаж принимаемой установки, должна передать приемочной комиссии необходимую проектную документацию с указанием изменений, которые были внесены в процессе ее монтажа. Вместе с проектной документацией монтажная организация должна представить акты измерения сопротивления изоляции в сети. В сетях наружного освещения сопротивление изоляции должно быть не менее 5000 Ом на каждый вольт рабочего напряжения. Приемку осветительной установки следует производить в дневных и вечерних или ночных условиях.

В дневное время приемочная комиссия проверяет: правильность размещения осветительных приборов и соответствие их проектной документации, значение сечения проводов и кабелей в осветительных сетях, качество выполнения монтажных работ, работу аппаратуры дистанционного управления и т. д. В темное время суток производится визуальная, а также с помощью приборов оценка освещения отдельных рабочих участков и мест, проверяется отсутствие в поле зрения работающих слепящих ярких источников света и т. д. Особое внимание следует обратить на осуществление заземления металлических частей осветительных приборов, аппаратуры управления и наличие на них защитных кожухов.

11-2. ФОКУСИРОВКА И УСТАНОВКА ПРОЖЕКТОРОВ

Точная фокусировка прожекторов имеет очень большое значение для получения их гарантированных светотехнических характеристик.

В нелабораторной обстановке фокусировка прожектора может быть произведена путем визуальной оценки создаваемого им светового пятна. Для этого в темное время суток луч прожектора направляется на белый экран размером не менее 2×2 м или на белую стенку, находящуюся на расстоянии 30—40 м от прожектора. При нормальной фокусировке световое пятно на экране должно быть равномерно освещенным.

Каждый прожектор должен быть установлен на мачте с определенным, указанным в проекте, углом наклона, а также углом поворота в плане. Такая установка прожекторов вызывает на практике некоторые затруднения из-за отсутствия на прожекторах лимбов для отсчета углов (например, на прожекторах типов ПЭС и ПСМ).

Укажем здесь два приема установки прожекторов. Первоначально прожектору придают заданный угол наклона θ . Для этого подсчитывается расстояние по плану от мачты до точки пересечения луча прожектора (в направлении оптической его оси) с поверхностью освещаемой территории, равное отношению $H/\text{tg } \theta$, где H — высота установки прожекторов. Затем на освещаемой территории отмеряется это расстояние и в определенном месте укладывается щит, например фанерный лист, окрашенный белой краской или известковым раствором. При включении прожектора в темное время суток на освещаемой поверхности отчетливо вырисовывается световое пятно с хорошо заметным, более ярким центром. Плавно поворачивая и изменяя угол наклона прожектора, направляют его таким образом, чтобы центр пятна совместился со щитом. Этим достигается заданный угол наклона прожектора. В этом положении шарнир вертикального поворота прожектора зажи-

мается предусмотренным для этого приспособлением (барашком, рукояткой), и после этого прожектор разворачивается в нужном направлении (вправо или влево).

При необходимости фиксации оптических осей прожекторов в заданных направлениях в дневное время суток или при невозможности включения прожекторов в момент их установки применяется визирное приспособление, разработанное во ВНИСИ. Его прикладывают к верхней поверхности прожектора, и, смотря в него, поворачивают прожектор в заданном направлении.

11-3. ИЗМЕРЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ

Оценка светотехнической эффективности установки производится посредством измерения освещенности в различных точках освещаемой территории.

Измерения освещенности рекомендуется производить люксметром типа Ю-16 и Ю-17. Люксметры представляют собой малогабаритные переносные приборы, обеспечивающие непосредственный отсчет освещенности в люксах по шкалам измерительного прибора.

Принцип действия люксметра основан на явлении фотоэлектрического эффекта. При освещении поверхности фотоэлемента в замкнутой цепи, состоящей из фотоэлемента и магнитоэлектрического измерителя, возникает ток, который отклоняет подвижную часть измерителя. Значение тока и, следовательно, отклонение стрелки измерителя пропорциональны освещенности на рабочей поверхности фотоэлемента. Люксметры состоят из селенового фотоэлемента в оправе, измерителя, насадки-поглотителя и футляра, в который укладываются все составные элементы. Фотоэлемент заключен в пластмассовый корпус с ручкой, через который проходит гибкий провод для соединения фотоэлемента с измерителем.

Измеритель люксметра Ю-16 имеет зеркальную шкалу и три шкалы измерений: 25, 100 и 500 лк. Для наружного освещения следует пользоваться люксметром Ю-17, который имеет пределы измерений 1, 10 и 100 лк.

11-4. ОБСЛУЖИВАНИЕ УСТАНОВОК

Эффективность установки наружного освещения во многом зависит от правильности ее эксплуатации. Нельзя забывать, что прожекторы и некоторые светильники — это оптические приборы, требующие тщательного ухода. Лампа в них должна быть определенного типа, фокусировка не должна нарушаться, так как малейшее отклонение лампы от нормального положения вызывает значительное изменение светотехнических характеристик.

Прожекторы и светильники систематически должны очищаться от накопившейся в них грязи. Отражатель и рассеивающее стекло нужно промывать теплой водой с мылом и затем протирать мягкой материей или замшей. Следует указать, что в загрязненном состоянии прожекторы резко изменяют свои светотехнические характеристики — сила света значительно уменьшается, угол рассеяния увеличивается.

Совершенно очевидно, что замена перегоревших ламп должна производиться в кратчайшие сроки. Из соображений безопасности очистка от грязи и замена перегоревших ламп в прожекторах и светильниках должны производиться в светлое время суток с отключением сети. При осмотрах осветительной сети нужно особое внимание уделять проверке качества изоляции мест ввода проводов в осветительные приборы.

Обслуживание осветительной установки должно производиться постоянно, подготовленным для этого персоналом.

В осветительных установках наружного освещения эксплуатационный уход осложняется высотной установкой прожекторов и светильников.

Прожекторы могут устанавливаться на специальных мачтах, либо на крышах высотных сооружений. В обоих случаях обязательно должен обеспечиваться удобный и безопасный доступ к месту их установки. Это достигается устройством лестниц внутри или с наружной стороны решетчатой

конструкции мачт. На крышу зданий обычно имеется выход с верхнего этажа или чердака.

Светильники подвешиваются на тросовой растяжке на высоте 7—8 м или крепятся на опорах на высоте 7—11 м. В том и другом случае применение лестниц исключается.

На практике применяются различного типа передвижные подъемные устройства, использующие типовые грузовые автомашины.

Широко применяются телескопические вышки типа ВИ-15 на автомобиле ГАЗ-51, обеспечивающие подъем монтера на высоту до 15 м. Имеются конструкции на базе других автомашин, например вышка типа АГП-12 на автомашине ЗИЛ-164. Могут применяться, но с меньшим удобством для обслуживания установок наружного освещения различные шарнирно-рычажные и телескопические вышки прицепного типа, предназначенные для механизации работ по ремонту зданий, например типа ШВСВ-14, ШВСВ-18 и др. Они менее маневренны, требуют большого времени на приведение в рабочее положение. Следует не забывать, что светильники размещаются на расстояниях 30—60 м друг от друга и с каждого рабочего положения вышки можно обслуживать только один светильник.

11-5. ДЕЗАКТИВАЦИЯ РАЗРЯДНЫХ ЛАМП

Важным и еще недостаточно решенным в эксплуатации вопросом является дезактивация вышедших из строя люминесцентных ламп, ламп типа ДРЛ и некоторых других. В колбе люминесцентных ламп и ламп типа ДРЛ имеется небольшое дозированное количество ртути. При нарушении целостности колбы лампы ртуть вытекает из нее, испаряется и создает опасность отравления для обслуживающего персонала, в особенности, если это происходит в закрытом помещении. Практически все негодные лампы вывозятся на выделенные участки свалок и зарываются там в землю. Это неправильное решение. Необходимо предварительно их переработать на специальных дезактивационных установках. Такие установки разработаны во многих организациях. По технологическому принципу их можно разделить на два вида: с сухой и мокрой обработкой.

В случае сухой обработки лампы загружаются в барабаны дробления, затем стеклянный шлак по шнековым транспортерам попадает в бункера и далее увозится на свалку. При такой технологии ртуть остается в шламе, испаряется и создает угрозу отравления обслуживающего персонала, а впоследствии и посторонних лиц.

Более совершенными в отношении предотвращения отравления являются установки с мокрым технологическим процессом. Барабаны дробления в этом случае имеют специальное дугирующее устройство, и стеклянный шлак после барабана проходит через специальный узел отделения ртути. В нем на выбросите обрабатываемый стеклянный шлак обильно поливается водой, и ртуть, как более тяжелая фракция, оседает на дне и далее через специальные устройства стекает в ртутесборник, а стеклянный шлак подается шнековым транспортером в отстойники и далее в бункера сбора, а оттуда вывозится на свалку. Такой способ обработки еще недостаточно совершенен, но является более безопасным, чем способ сухой обработки.

Производительность установки для обработки ламп достаточно большая, и поэтому достаточно иметь в районе или даже в городе всего одну установку, например при свалках.

11-6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При эксплуатации или проведении текущего ремонта освещения обслуживающий персонал должен неукоснительно соблюдать требования безопасности. Работы по ремонту, замене ламп и чистке светильников и прожекторов должны, как правило, производиться в дневное время суток при отключенном состоянии сети. Установку и съем осветительных приборов массой более 10 кг необходимо выполнять двум рабочим или же одному, но с при-

менением механических приспособлений. При пользовании электрифицированным инструментом необходимо убедиться в правильности включения его в сеть и в надежности заземления. Для питания ручных ламп переносного освещения должно применяться напряжение не выше 36 В.

Смена предохранителей на щитах должна производиться при снятом напряжении. Смена предохранителей под напряжением допускается в виде исключения только при отключенной нагрузке. Работа в этом случае должна выполняться в предохранительных очках, в диэлектрических перчатках или с помощью изолирующих клещей. Замена ртутных газоразрядных ламп (люминесцентных и др.) должна производиться с большой осторожностью. При нарушении целостности колбы может вылиться ртуть, а пары ртути — это сильный яд. Помещения, где нарушения целостности колб ртутных ламп происходили неоднократно, должны проверяться на присутствие паров ртути и подвергаться, в случае надобности, специальной уборке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рохлин Г. Н. Газоразрядные источники света.— М.— Л.: Энергия, 1966.
2. Мешков В. В., Епанешников М. М. Осветительные установки.— М.: Энергия, 1962.
3. Дудиоков М. С. Проекторное освещение.— Л.: Энергия, 1978.
4. Кнорринг Г. М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения.— Л.: Энергия, 1973.
5. Дудиоков М. С. Управление осветительными сетями.— М.: Энергия, 1973.
6. Дидух Ю. И., Кутын А. И. Автоматическое управление наружным освещением.— М.: Энергия, 1965.
7. Тополянский А. Б. Электроустановки строительных площадок и вопросы электробезопасности.— Л.: Стройиздат, 1971.
8. Фирсанов Н. Н., Сигаев А. Ф., Гончуков В. С. Освещение железнодорожных станций.— М.: Транскелдориздат, 1963.
9. Дегтярев В. О., Фирсанов Н. Н. Классификация критериев оценки и выбора способов освещения железнодорожных станций.— Труды МИИТ, вып. 393.— М.: 1971.
10. Горнов В. О., Мелик-Азарян О. А. Освещение стадионов с учетом техники передач цветного телевидения.— В кн.: Светотехника и инфракрасная техника, т. 3.— М.: ВИНТИ, 1973.
11. Царьков В. М. Освещение спортивных сооружений.— М.: Энергия, 1971.
12. Волоцкой Н. В. Светотехника.— М.: Стройиздат, 1979.
13. Гусев Н. М., Макаревич В. Г. Световая архитектура.— М.: Стройиздат, 1973.
14. Кёлер В., Лукхард В. Свет в архитектуре: Пер. с нем.— М.: Стройиздат, 1961.
15. Дормакович П. А., Михалков А. В., Петров А. В. Изготовление и обслуживание газосветных установок.— М.— Л.: Госэнергоиздат, 1962.
16. Дамский А. И. Электрический свет в архитектуре города.— М.: Стройиздат, 1970.
17. Варсанюфьева Г. Д., Фомина А. М. Освещенность и ее контроль в осветительных установках.— М.: Энергия, 1972.

Предисловие	3
Глава первая. Источники света и осветительные приборы	5
1-1. Источники света	—
1-2. Классификация осветительных приборов	14
1-3. Светильники	16
1-4. Прожекторы и светильники прожекторного типа	20
1-5. Критерии для рационального выбора источников света и осветительных приборов	30
Глава вторая. Опоры и мачты для установки светильников и прожекторов	35
2-1. Общие положения	—
2-2. Опоры для установки светильников	—
2-3. Прожекторные мачты	36
2-4. Передвижные мачты	41
Глава третья. Проектирование установок наружного освещения	43
3-1. Общие положения	—
3-2. Выбор высоты установки светильников и прожекторов	44
3-3. Светотехнический расчет при освещении светильниками	48
3-4. Расчет прожекторного освещения	56
3-5. Расчет технико-экономических показателей осветительной установки	76
3-6. Типовые варианты установок прожекторного освещения	81
Глава четвертая. Электроснабжение сетей наружного освещения и управление ими	93
4-1. Общие положения	—
4-2. Дистанционное управление	95
4-3. Автоматическое управление	99
Глава пятая. Освещение территорий промышленных предприятий	102
5-1. Общие положения	—
5-2. Освещение дорог и проездов	104
5-3. Освещение открытых складов и рабочих площадок	106
5-4. Охранное освещение	111
5-5. Особенности устройства электрических сетей и управление ими	112
Глава шестая. Освещение строительных площадок	116
6-1. Общие положения	—
6-2. Системы и виды освещения. Нормы освещенности	—

6-3. Освещение строительства	117
6-4. Освещение котлованов строящихся электростанций	120
Глава седьмая. Освещение карьеров	122
7-1. Общие положения	—
7-2. Осветительные установки	123
Глава восьмая. Освещение железнодорожных территорий	126
8-1. Общие положения	—
8-2. Основные принципы выбора способов освещения парков путей железнодорожных станций	129
8-3. Освещение пассажирских платформ	136
8-4. Освещение характерных территорий раздельных пунктов	141
8-5. Управление освещением и особенности устройства электрических сетей	150
Глава девятая. Освещение спортивных сооружений	153
9-1. Общие положения	—
9-2. Освещение футбольных полей и стадионов	157
9-3. Освещение теннисных кортов и площадок для других летних видов спорта	168
9-4. Освещение открытых бассейнов	172
9-5. Освещение площадок для хоккея с шайбой и фигурного катания, а также конькобежных дорожек	173
9-6. Освещение трамплинов, лыжных и санных трасс	177
9-7. Управление освещением и особенности устройства электрических сетей	181
Глава десятая. Световое оформление города	183
10-1. Общие положения	—
10-2. Освещение фасадов зданий	185
10-3. Освещение памятников и городской скульптуры	198
10-4. Освещение фонтанов и зеленых насаждений	202
10-5. Световая реклама	207
10-6. Освещение витрин	216
Глава одиннадцатая. Эксплуатация установок наружного освещения	226
11-1. Прием в эксплуатацию осветительных установок	—
11-2. Фокусировка и установка прожекторов	—
11-3. Измерение освещенности	227
11-4. Обслуживание установок	—
11-5. Деактивация разрядных ламп	228
11-6. Требования безопасности	—
Список литературы	229

НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЕВИЧ ВОЛОЦКОЙ
МАКС САМУИЛОВИЧ ДАДИОМОВ
ЛЮДМИЛА ДМИТРИЕВНА НИКОЛАЕВА
РУВИМ ИЗРАИЛЕВИЧ ПАШКОВСКИЙ
НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ ФИРСАНОВ

ОСВЕЩЕНИЕ ОТКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВ

Редактор *С. П. Левкович*
Художественный редактор *Д. Р. Стеванович*
Технический редактор *А. Г. Рябкина*
Корректор *В. В. Румянцев*
Персилет художника *Г. В. Смирнова*

ИБ № 701 («Энергия»)

Сдано в набор 26.02.81. Подписано в печать 23.04.81. М-33572.
Формат 60×90^{1/16}. Бумага типографская № 1. Гарнитура ли-
тературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 14,5. Уч.-изд. л.
16,26. Тираж 22 000 экз. Заказ № 539. Цена 1 р. 10 к.

Ленинградское отделение Энергоиздата.
191041, Ленинград, Марсово поле, 1.

Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного
Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга»
им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государ-
ственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии
и книжной торговли. 191126, Ленинград, Социалистическая
ул., 14.