

628
К-52

Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

С. Д. КЛЮЕВ

**КАК РАССЧИТАТЬ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ
ОСВЕЩЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ПОМЕЩЕНИЯ**

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 22

С. А. КЛЮЕВ

КАК РАССЧИТАТЬ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ПОМЕЩЕНИЯ

ч о

в о



d Ml.fl,
НАШИ¹



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1960 ЛЕНИНГРАД

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Демков Е. Д., Долгов А. Н., Ежков В. В., Смирнов А. Д.,
Устинов П. И.**

В брошюре приводятся основные сведения по устройству электрического освещения производственных помещений. Она знакомит читателей с некоторыми светотехническими величинами, источниками света, системами и способами освещения, нормами освещенности, типами светильников, областями их применения и выбором расположения светильников в производственных помещениях; описывается простейший способ выполнения светотехнических расчетов.

Брошюра рассчитана на электромонтеров, бригадиров, мастеров и производителей работ по электроустановкам, не имеющих специальной подготовки по проектированию электрического освещения.

Автор Клюев Сергей Александрович

**КАК РАССЧИТАТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ**

Редактор *Е. Д. Демков*

Техн. редактор *Н. И. Борунов*

Сдано в набор 25/III 1960 г.

Подписано к печати 25/V 1960 г.

T-07111 Бумага 84X108V₃₂

2,46 печ. л.

Уч.-изд. л. 2,8

Тираж 33 000 экз.

Цена 1 руб.

Зак. 2164

Типография Госэнергоиздата Москва, Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

Наша социалистическая Родина за годы Советской власти превратилась из отсталой страны со слаборазвитой промышленностью в могущественную индустриальную державу; за годы пятилеток построено много тысяч промышленных предприятий, реконструировано и расширено большое количество старых фабрик и заводов. Промышленное строительство не прекращается ни на один день; по семилетнему плану в СССР должно быть построено много новых, расширено и реконструировано большое количество действующих предприятий. Все это делается на благо советского человека; развитие всех отраслей промышленности повышает уровень жизни в нашей стране, приближает нас к завершению строительства коммунистического общества.

Основной движущей силой современной промышленности является электрическая энергия; она заставляет работать станки и машины, плавит металл, приводит в движение подъемные краны, конвейеры. Перечислить все случаи применения электрической энергии на производстве нет никакой возможности. Большое количество электроэнергии расходуется и на электрическое освещение заводов и фабрик— около 10% всей энергии, потребляемой промышленными предприятиями, тратится на электрическое освещение; это очень большая величина, и поэтому расходовать энергию на освещение надо так, чтобы она приносила наибольшую пользу.

Каждое производственное помещение должно иметь электрическое освещение; без света не может выполняться никакая работа. Но недостаточно иметь в помещении просто какое-нибудь освещение; оттого, хорошо или плохо оно выполнено, зависит успех работы отдельного рабочего, бригады, а иногда и целого цеха. Плохое освещение приводит к снижению производительности труда, увеличению

брака в производстве и, что совершенно недопустимо, к несчастным случаям, а также — к утомлению зрения рабочих, вызывающему преждевременное ослабление зрения, а иногда и тяжелые глазные заболевания

Правильно выполненное и хорошо эксплуатируемое освещение хотя и требует повышенных затрат, но полностью себя оправдывает, так как оздоравливает условия труда и улучшает производственные показатели промышленного предприятия.

На первый взгляд может показаться, что сделать проект электрического освещения какогонибудь производственного помещения не слишком трудно и сложно: достаточно повесить на потолке или укрепить на стенах несколько светильников, определить приблизительно мощность ламп, подвести к светильникам электрическую сеть и помещение будет освещено. Помещение, несомненно, будет освещено, но будет ли такое освещение отвечать условиям работы, окажутся ли все рабочие места хорошо освещенными, будет достаточно или чрезмерно светло в цехе, не будет ли освещение вредно действовать на зрение и, наконец насколько экономично такое освещение, можно сказать, только детально рассмотрев этот наскоро сделанный проект.

В действительности проектирование хорошего или, как принято называть, «рационального» освещения является довольно сложной задачей, требующей специальных знаний. Дело еще больше усложняется и имеющимся на практике большим разнообразием производств, производственных процессов и помещений; поэтому при проектировании освещения часто требуется предварительное ознакомление с условиями и характером работы, особенностями производства, а иногда бывает необходимо опытным путем проверить различные способы и приемы освещения для выбора наилучшего из них.

Данная брошюра рассчитана на читателя слабо или совсем не знакомого с устройством электрического освещения; она поможет разобраться с основными вопросами проектирования рационального освещения производственных помещений и выполнять простые проекты освещения этих помещений. Так как в небольшой брошюре невозможно охватить всего разнообразия устройства освещения помещений различных отраслей промышленности и видов производств, а также некоторых относительно сложных способов освещения (локализованного, местного), в данной брошюре пришлось ограничиться ознакомлением только

с простейшими способами освещения и приемами светотехнических расчетов, а именно, когда по всему помещению требуется создать одинаковую освещенность в горизонтальной плоскости, т. е. со случаями, наиболее часто применяемыми в практике проектирования освещения многих помещений различных отраслей промышленности.

Проектирование электрического освещения может быть разделено на две части — светотехническую и электротехническую. Проектирование начинается с первой, светотехнической, части; вопросы, решаемые в ней, и разбираются в данной брошюре. В электротехнической части проекта решаются схемы питания и способы управления освещением, производится выбор трасс и способов проводки сети освещения и прочие электротехнические и монтажные вопросы, частично описанные в других выпусках серии «Библиотеки электромонтера»

Для тех читателей, которые захотят более детально ознакомиться с проектированием электрического освещения, можно рекомендовать книги, помещенные в списке литературы, имеющемся в конце брошюры (пп. 2 и 3)¹. Можно также посоветовать познакомиться с книгой Е. Л. Каминского «Как сделать проект простейшей электроустановки», выпущенной в серии «Библиотека электромонтера»; в ней подробно говорится о порядке и задачах разработки проектов электроустановок.

¹ В дальнейшем ссылки на соответствующие пункты списка литературы будут обозначаться в квадратных скобках, например [Л 2, 3].

1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ОСВЕЩЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Чтобы электрическое освещение способствовало успешному выполнению работ, производящихся в помещениях, оно должно отвечать многим требованиям, наиболее важные из которых указываются ниже.

1. Рабочий должен хорошо видеть место своей работы, обрабатываемую деталь и расположенные вокруг рабочего места части помещения. Для этого на рабочем месте и во всем помещении должно быть достаточно светло или, как это принято называть, должна быть создана необходимая для данных условий величина освещенности на рабочем месте и в помещении. Для различных работ и помещений специальными нормами установлены наименьшие величины освещенности.

2. Светильники, освещающие помещения и рабочие места, не должны оказывать на глаза рабочих слепящее действие, что может иметь место при неправильном выборе типов светильников, недостаточной высоте их подвеса или неудачном размещении светильников в помещении. Здесь приходится принимать меры по ослаблению слепящего действия ярких частей светильников и ламп, попадающих в поле зрения работающих; такое слепящее действие носит название прямая 'блескость'. Часто необходимо уменьшать и слепящее действие, оказываемое зеркальным отражением ламп и светильников от обрабатываемых к рассматриваемых деталей и частей оборудования, которое называется отраженная блескость.

3. Решающее значение для многих производств оказывает правильный выбор типов источников света (ламп); это относится к цехам, где требуется такое электрическое освещение, при котором различные цвета и цветовые оттенки различались бы так же хорошо, как при естествен-

ном (дневном) освещении. Это можно пояснить следующим примером.

Если на кусок пестрой ткани посмотреть сначала у окна при дневном свете, а затем перенести его в комнату без естественного света, освещаемую обычными лампами накаливания, то в характере окраски ткани будет заметна значительная разница: при лампах накаливания красный цвет менее ярок, чем при естественном освещении; синий цвет, наоборот, при лампах накаливания выглядит темнее. Такое различие в восприятии разных цветов происходит благодаря тому, что естественный свет содержит больше сине-фиолетовых лучей и меньше красных, а лампы накаливания — меньше сине-фиолетовых и больше красных лучей.

На текстильных и швейных фабриках, в типографиях и многих других производствах разница в восприятии цветов человеческим глазом при естественном свете и при лампах накаливания сильно вредит производству, и до появления люминесцентных ламп некоторые цехи вынуждены были работать только в дневное время, когда в помещениях было достаточно естественного света. С началом выпуска люминесцентных ламп оказалось возможным освещать такие производства этими новыми источниками света, некоторые типы которых дают свет, близкий по своей цветности к естественному, и разница в восприятии цветов при естественном и искусственном освещении почти полностью исчезает. Кроме того, люминесцентные лампы позволяют в среднем в 2,5 раза повысить нормы освещенности по сравнению с лампами накаливания при несколько меньшем расходе электроэнергии; поэтому во многих случаях люминесцентным лампам отдают предпочтение также на производствах, где правильного различения цветов не требуется.

4. Для многих работ не безразлично, как направлен свет на рабочие места. Так, одни работы требуют мягкого, рассеянного света, другие — резконаправленного освещения, иногда под вполне определенным углом. Получение требуемого направления света достигается применением светильников различных типов и правильным их расположением в помещении.

5. Светильники в производственных помещениях должны быть расположены так, чтобы они создавали достаточно равномерную освещенность по всему помещению (или части помещения, для которой нормируется одна и та же

величина освещенности). Большая неравномерность освещения приводит к высвечиванию некоторых участков помещения со значительно большей освещенностью, чем требуется, что нарушает спокойный характер освещения и вызывает перерасход энергии.

6. В течение всего времени работы освещения величина освещенности не должна резко и часто изменяться. Совершенно недопустимы колебания освещенности от толчков напряжения в осветительной сети, вызванных, например, пуском мощных электродвигателей или работой электросварочных аппаратов; такие колебания напряжения очень неблагоприятно сказываются на зрении работающих, вызывая утомление зрения и понижение производительности труда.

Не должны также изменяться освещенность и направление света от раскачивания светильников, которые в цехах, где такое раскачивание может иметь место, должны иметь жесткое крепление.

7. Типы светильников, устанавливаемых в помещениях, должны отвечать не только светотехническим требованиям, отмеченным ранее, но также соответствовать условиям среды в помещении. Здесь необходимо учитывать такие факторы, как наличие в помещении повышенной влажности, пыли, дыма, копоти, пожаро- и взрывоопасных веществ и газов, выделение в виде газов, паров и пыли веществ, разрушающе действующих на светильники.

8. Наконец, необходимо создавать условия удобного обслуживания электрического освещения и, в частности, позаботиться о свободном доступе к светильникам для смены перегоревших ламп и очистки отражателей и стекол от пыли и грязи.

Если учесть перечисленные здесь требования к электрическому освещению производственных помещений, можно наметить такой перечень вопросов, которые необходимо решать при разработке светотехнической части проекта освещения:

1. Выбор типов источников света.
2. Выбор систем и способов освещения.
3. Выбор величин освещенности.
4. Выбор типов светильников.
5. Выбор расположения и количества светильников.
6. Определение мощности ламп.

Но прежде чем перейти к изложению перечисленных во-

просоз. необходимо очень коротко познакомиться с некоторыми основными сведениями по светотехнике, без которых будет затруднительно понимание дальнейшего материала

2. О НЕКОТОРЫХ СВОТТЕХНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИНАХ

Каждый источник света, будь то лампа накаливания или люминесцентная лампа, характеризуется целым рядом светотехнических и электротехнических величин. Нас будут интересовать только некоторые из них.

Основными электротехническими характеристиками ламп накаливания являются мощность (*вт*) и напряжение, которое должно быть подведено к лампе (*в*). Люминесцентные лампы характеризуются теми же величинами, но напряжение относится не к самой лампе, а к лампе и включаемому совместно с ней пускорегулирующему аппарату, состоящему обычно из дросселя или из дросселя и конденсатора.

Количество $\gamma_{\text{в}}^{\text{э}}$ излучаемого лампой, характеризуется величиной светового потока; единица светового потока — 1 люмен (*лм*). В действующих в СССР стандартах на лампы указываются номинальные величины световых потоков ламп; так, например, нормальная лампа накаливания на напряжение 220 *в*, мощностью 150 *вт* излучает световой поток 1845 *лм*, мощностью 500 *вт* — 8000 *лм*; люминесцентная лампа белого света мощностью 40 *вт* — 1920 *лм* и т. д. Данные о характеристиках ламп разных типов приведены в табл. 1 и 2

На рабочем месте будет тем светлее или, как принято говорить, тем выше будет освещенность, чем больший световой поток падает на рабочую поверхность. Освещенность измеряется в люксах (*лк*). Если на 1 м^2 какой-либо поверхности (например, пола, стола и т. д.) падает световой поток, равный 1 *лм*, то освещенность будет равна 1 *лк*. Один люкс — небольшая величина освещенности; по этому даже для самых грубых работ, когда требуется различать только крупные детали или просто ориентироваться в помещении, освещенность должна быть не менее 10 *лк*, для работ средней точности — 50—200 *лк*, а для более точных требуется освещенность в несколько сотен люкс. Ни об этом более подробно будет сказано дальше.

Измерить освещенность можно с помощью специальных приборов, называемых люксметрами. Наиболее простой, так называемый объективный люксметр прец-

ставляет собой небольшую пластинку из особого вещества — селена, зажатую между стальной пластинкой и металлическим кольцом; селен обладает свойством вырабатывать очень слабый электрический ток под воздействием падающего на него света; ток будет тем больше, чем больше освещенность на селенозой пластинке. Рели два провода, отходящие от стальной пластинки и металлического кольца, присоединить к чувствительному измерительному прибору — гальванометру, то его стрелка будет отклоняться; величина отклонения зависит от силы тока, который в свою очередь зависит от освещенности. На шкале гальванометра нанесены люксы, и, таким образом, стрелка прибора показывает освещенность. Объективный люксметр очень удобен и прост в обращении, им пользуются для контроля освещенности на промышленных предприятиях.

3. ВЫБОР ТИПОВ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Как уже говорилось ранее, для освещения помещений в настоящее время наиболее широко используются лампы накаливания; но область применения люминесцентных ламп все более и более возрастает. О том, какие лампы — накаливания или люминесцентные — применять в конкретных случаях, обычно указывается в задании на проектирование.

Для общего освещения помещений служат нормальные и биспиральные лампы накаливания; они изготавливаются для напряжения 220, 127 и 110 в. Вместо нормальных ламп мощностью 60—100 *вт* часто применяются биспиральные лампы, более экономичные и имеющие меньшие размеры.

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных в отношении поражения электрическим током (помещения, загроможденные оборудованием, с токопроводящими полами, дыры и т. д.) при высоте подвеса светильников менее 2,5 м для предотвращения опасности поражения людей электрическим током «Правила устройства электроустановок» (сокращенно ПУЭ) (см [Л. 1]) требуют применения светильников специальной конструкции, у которых доступ к лампе был бы невозможен без специальных приспособлений (например, светильники, закрытые колпаком, открываемым с помощью каких-либо инструментов), а в случаях использования обычных светильников должно применяться напряжение не выше 36 в. В последнем случае для общего освещения используются лампы накаливания «а» напряжение 36 в, мощностью 14, 25 и 50 *вт*.

Таблица 1

Лампы накаливания для общего освещения

| Мощность, вт | Световой поток, лм | | | Размеры, мм | | Тип цоколя |
|--|--------------------|---------------------------|------------------|-------------|-------|------------|
| | Ламп' аа 220 в | Лампы на НО м 127 в | Ламп' га 35 в | Диаметр | Длина | |
| Н о р м а л ь н ы е л а м п ы | | | | | | |
| 15 | 101 | 125 | | 61 | 107 | P-27 |
| 25 | 198 | 228 | | 61 | 107 | P-27 |
| 40 | 340 | 380 | | 66 | 124 | P 27 |
| 30 | 540 | 660 | | 66 | 124 | P 27 |
| 75 | 698 | 915 | | Кб | 124 | P-27 |
| 100 | 1 050 | 1 320 | | 76 | 159 | P 27 |
| 150 | 1 845 | 2 280 | | 81 | 175 | P-27 |
| 200 | 2 660 | 3 200 | | 07 | 205 | P 27 |
| 300 | 4 350 | 5 160 | | 112 | 237 | P 27 |
| 400 | 6 000 | 7 000 | | 11? | 242 | P 40 |
| 500 | 8 000 | 9 100 | | 112 | 242 | P-40 |
| 750 | 12 980 | 14 250 | | 152 | 336 | P-40 |
| 1 000 | 18 000 | 19 500 | | 152 | 336 | P 40 |
| Б и с п и р а л ь н ы е л а м п ы | | | | | | |
| 55 | | 650 | | 61 | 110 | P-27 |
| 71 | | 900 | | 66 | 131 | P-27 |
| 9> | | 1 300 | | 66 | 131 | P-27 |
| 8> | 900 | | | 66 | 131 | P-27 |
| 109 | 1 300 | | | 66 | 131 | P 27 |
| Л а м п ы д л я н а п р я ж е н и я 36 в | | | | | | |
| 14 | | | 100 | 51 | 82 | P-27 |
| 25 | | | 200 | 51 | 82 | P-27 |
| 50 | | | 500 | 61 | Ш7 | P-'P |

Срок службы всех ламп 1 000 ч. Лампы мощностью до 150 вт выпускаются в прозрачных и в матированных колбах, свыше 150 вт—только в прозрачных колбах.

Основные характеристики ламп накаливания, применяемых для общего освещения, приведены в табл. 1.

Люминесцентные лампы изготавливаются мощностью 15, 20, 30, 40 и 80 вт. Для ламп 15 и 20 вт пускорегулирующие устройства выпускаются только для включения ламп в сеть напряжением 127 в, а для ламп 30 40 и 80 вт—только для 220 в, в производственных помещениях лампы 15 и 20 вт применяются редко.

По цветности излучаемого ими света люминесцентные лампы выпускаются разных типов; наибольшее распространение имеют три типа ламп:

а) лампы дневного света (сокращенно обозначаются ДС), их свет приближается к дневному естественному съету;

б) лампы тепло-белого света (сокращенно обозначаются ТБС), близкие по цветности к лампам накаливания;

в) лампы белого света (обозначаются БС), свет которых имеет цветность, промежуточную между лампами ДС и ТБС.

Кроме перечисленных типов ламп выпускаются в не больших количествах лампы холодно-белого света (обозначаются ХБСК имеющие цветность, промежуточную между лампами ДС и БС

Цветность обозначается на одном из концов стеклянной трубки лампы У горящих ламп цветность легко различить глазом: лампы ДС имеют сине голубую окраску, ТБС — розоватую, а БС — белую. Разница в цветности особенно отчетливо видна, если включить одновременно три рядом расположенные лампы разной цветности; но при некотором опыте можно безошибочно определить тип ламп, когда включены лампы только одного типа

В каких же случаях следует применять люминесцентные лампы той или другой цветности?

В помещениях, где по характеру работы требуется правильное различение цветовых оттенков, должны устанавливаться лампы ДС (или ХБС).

Когда в производственных помещениях нет надобности в правильном различении цветов, но в этих помещениях выполняются точные и напряженные зрительные работы, целесообразно применять лампы БС. Эти лампы используются также в помещениях без достаточного естественного освещения, в которых постоянно находятся люди; часто лампами БС освещают конструкторские и чертежные бюро и конторские помещения

Лампы типа ТБС используются преимущественно в установках архитектурно-художественного освещения, часто в сочетании с лампами ДС и БС.

Характеристики люминесцентных ламп указаны в табл. 2

Для освещения высоких цехов металлургических, машиностроительных и некоторых других заводов, а также для уличного освещения крупных городов в последнее время начали применяться ртутные лампы с исправленной цветностью типа ДРЛ. Эти лампы в отличие от люминесцентных имеют значительно большую мощность — они изготов-

Таблица 2

Люминесцентные лампы

| Мощность, <i>вт</i> | Световой поток, <i>лм</i> | | | Размеры, <i>мм</i> | | |
|---------------------|---------------------------|-------|-------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | ДС | БС | ТБС | Диаметр грубки | Полная длина со штырь- ками | Длина без штырьков |
| 15 | 490 | 560 | 500 | 25 | 451 | 436 |
| 20 | 700 | 800 | 700 | 38 | 604 | |
| 30 | 1 160 | 1 100 | 1 250 | | 909 | 894 |
| 10 | 1 700 | 1 920 | 1 780 | 38 | 1 213 | 1 118 |
| 80 | 3 040 | 3 410 | 3 200 | 38 | 1 515 | 1 500 |

Срок службы лампы не менее 3 000 ч.

ляются мощностью 250, 500, 750 и 1 000 *вт*, по форме напоминают лампы накаливания — имеют стеклянный баллон яйцеобразной формы и резьбовой цоколь Р-40. Лампы ДР-П экономичнее ламп накаливания той же мощности в 2,5 раза. Свет этих ламп содержит много сине-фиолетовых лучей и поэтому их можно применять только в помещениях, где не предъявляется высоких требований к цветности источников света. Ртутные лампы изготавливаются пока в незначительных количествах, но их производство в ближайшие годы будет резко расширено.

4. ВЫБОР СИСТЕМ И СПОСОБОВ ОСВЕЩЕНИЯ

В производственных помещениях светильники размещаются обычно в верхней части помещения — на потолке, иногда на стенах и частях оборудования, и если это необходимо, — на рабочих местах (на станках, машинах, верстаках, рабочих столах). Светильники, расположенные в верхней зоне, служат для освещения всего помещения и их называют светильниками общего освещения; ими создается система общего освещения. Они могут устанавливаться равномерно, на равных расстояниях друг от друга, и тогда говорят, что в помещении создается общее равномерное освещение.

Иногда бывает необходимо создать более высокую освещенность для отдельных участков помещения, и тогда над этими участками светильники устанавливаются более часто или на меньшей высоте, а в некоторых случаях увеличивается мощность ламп. Такое освещение называется ло-

кализованным или системой общего освещения с локализованным размещением светильников.

Светильники, устанавливаемые на рабочих местах, называются светильниками местного освещения, они создают систему местного освещения и служат для повышения освещенности в рабочей зоне. Устраивать одно местное освещение без общего не разрешается.

Если в помещении имеется общее и местное освещение, такое сочетание носит название комбинированного освещения.

Таким образом, мы установили, что различаются следующие системы освещения:

а) Система общего освещения с равномерным размещением светильников.

б) Система общего освещения с локализованным размещением светильников.

в) Система комбинированного освещения, т. е. общее освещение помещения и местное освещение на рабочих местах. При комбинированном освещении общее освещение выполняется равномерным.

При каких условиях и в каких случаях применяется та или другая система освещения?

Составить список производств или помещений, где следует применять каждую из систем, невозможно из-за большого разнообразия производств и помещений; можно дать только общие соображения и рекомендации, руководствуясь которыми в каждом конкретном случае должен производиться выбор системы освещения.

Общее равномерное освещение применяется в производственных помещениях, где работа производится по всей площади помещения, например в крупноборочных, литейных и сварочных цехах машиностроительных заводов, в ткацких цехах текстильных фабрик, в чертежно-конструкторских бюро и конторских помещениях, а также во вспомогательных и непроизводственных помещениях.

Локализованное освещение устраивается в производственных помещениях, где имеются участки цеха или отдельные рабочие места больших размеров, требующие более высокой освещенности, чем остальные участки помещения, например конвейер или район расположения сборочных столов. Локализованное освещение применяется, например, в печатных цехах типографий, где необходимо создавать повышенную освещенность на больших

печатных машинах, в механосборочных цехах на участках сборочных работ, на швейных фабриках при работах на конвейерах.

Комбинированное освещение применяется в помещениях, где имеются рабочие места с тонкими зрительными работами, требующими больших освещенностей. Наиболее широко местное освещение распространено в механических и слесарных цехах, где светильники устанавливаются на каждом станке и верстаке.

5. ВЫБОР ВЕЛИЧИН ОСВЕЩЕННОСТИ

При проектировании электрического освещения производственного помещения очень важно правильно выбрать величину освещенности. Если создать освещенность меньшую, чем это необходимо по характеру работы, ухудшатся условия труда, глаза рабочих будут быстро утомляться, а это вызовет уменьшение выпуска продукции и снижение ее качества; на некоторых производствах при недостаточной освещенности может возрасти число несчастных случаев.

Если же освещенность окажется значительно выше требуемой, это вызовет увеличение расходов на монтаж и эксплуатацию освещения из-за увеличения количества и мощности светильников, повышения расхода электроэнергии и увеличения стоимости замены перегоревших ламп.

Выбор величин освещенности для производственных помещений должен производиться <в строгом соответствии с характером производственного процесса. В СССР действуют обязательные для всех организаций и ведомств Строительные нормы и правила (сокращенно СН и П), содержащие «Нормы искусственного освещения», которые также помещены в разделе VI ПУЭ [Л. 1]. Эти нормы дают возможность определять необходимую освещенность в соответствии с характером и особенностями зрительной работы. Но нормы составлены применительно не к определенным производственным помещениям и рабочим местам, а в более общем виде: в них указываются минимально необходимые величины освещенности в зависимости от размера рассматриваемых глазом подробностей и деталей на обрабатываемых предметах, степени контраста рассматриваемых объектов с окружающим их фоном и от некоторых других факторов. Такие нормы мало пригодны для практического применения; ими пользуются главным образом для составления так называемых отраслевых

норм освещенности В отраслевых нормах, составленных для различных отраслей промышленности (металлургическая, машиностроительная, текстильная, швейная, полиграфическая и многие другие), указывается, какая освещенность должна создаваться для каждого помещения, рабочего места или производственного процесса.

Так как количество отраслей промышленности в нашем народном хозяйстве очень велико, нет никакой возможности в неограниченной брошюре поместить все или даже часть отраслевых норм освещенности. Однако имеются отдельные помещения, встречающиеся на многих промышленных предприятиях, для которых будет целесообразно указать в этой брошюре требуемые освещенности. К таким помещениям относятся, например, механические, ремонтные, деревообделочные цехи, кузницы, склады, конторские и бытовые помещения и некоторые другие. Освещенности для таких часто встречающихся помещений указаны в табл. 3.

Чтобы правильно пользоваться таблицей норм, необходимо познакомиться с некоторыми их особенностями:

1. В нормах указаны неодинаковые величины освещенности при освещении люминесцентными лампами и лампами накаливания: при люминесцентных лампах нормируется освещенность от 2 до 3 раз более высокая, чем при лампах накаливания. На первый взгляд такое различие может показаться несколько странным, неужели свет люминесцентных ламп хуже, чем у ламп накаливания, и поэтому приходится увеличивать освещенность? Нет, здесь дело не в качестве света, у тех и других ламп свет одинаков для зрения; различие же норм объясняется такими причинами.

Освещенность, указанная в нормах для ламп накаливания, является тем минимумом, при котором работа выполняется без чрезмерного зрительного напряжения; если такую же освещенность получить от люминесцентных ламп, то условия работы для глаза не изменятся. Но люминесцентные лампы в 2,5—3 раза экономичнее ламп накаливания и, расходуя при люминесцентных лампах несколько меньшее количество электроэнергии, при люминесцентных лампах можно значительно повысить освещенность, что благоприятно отразится на зрении рабочих и на эффективности их работы.

Есть еще причина целесообразности повышения освещенности при люминесцентных лампах: для многих работ и помещений при лампах накаливания требуется сравнительно небольшая освещенность — 10, 20, 30, 50 лк. Если

в двух одинаковых помещениях создать одинаковую освещенность, например 30 лк, в одном — лампами накаливания, а в другом — люминесцентными лампами, то будет казаться, что в первом помещении светлее, чем во втором, тогда как в действительности глаза будут испытывать одинаковое зрительное напряжение при работе что в одном, то и в другом помещении. Такое впечатление недостаточности или, как это называют, сумеречности освещения при малых освещенностях от люминесцентных ламп объясняется тем, что освещенность в несколько десятков люкс бывает на улице в вечерние часы, в сумерки (в дневное время освещенность от естественного света достигает нескольких тысяч и даже десятков тысяч люкс), а так как цветность люминесцентных ламп близка к цветности дневного света, то небольшие освещ(енности при этих лампах производят впечатление недостаточного, сумеречного освещения.

В табл. 3 в разных столбцах указаны нормы освещенности при освещении лампами накаливания и люминесцентными лампа ми.

2. В отраслевых нормах приводятся величины освещенности от общего и местного освещения. В практике проектирования расчет местного освещения выполняется крайне редко, а в большинстве случаев в отношении выбора типов светильников, их мощности и размещения пользуются рекомендациями и указаниями, полученными экспериментальным путем; поэтому в табл. 3 указаны только нормы освещенности от светильников общего освещения.

3. Указанная в нормах освещенность должна создаваться на так называемой рабочей поверхности; для одних помещений за рабочую поверхность принимается пол, для других — горизонтальная плоскость на уровне 0,8 м от пола и т. д. При расчете освещения необходимо знать, как располагается рабочая поверхность; для этого в табл. 3 в отдельной графе указывается, на какой поверхности должна создаваться нормируемая освещенность.

4. Если измерить освещенность от только что смонтированных светильников, а спустя несколько недель или месяцев вновь произвести измерение, можно убедиться в том, что освещенность несколько уменьшилась. Это происходит от нескольких причин: новые лампы дают больше света, чем уже проработавшие некоторое время; особенно сильно уменьшается световой поток у люминесцентных ламп. Постепенно уменьшается и количество света, вы-

ходящего из светильников, из-за их запыления и загрязнения. На уменьшение освещенности оказывает влияние также загрязнение стен и потолков помещения, от которых отражается меньше света, чем в первый период эксплуатации. При расчете освещенности приходится учитывать такое уменьшение освещенности, и поэтому в расчеты вводят так называемый коэффициент запаса, величина которого зависит от степени запыленности помещения, наличия в нем дыма, копоти, испарений, а также от типа источников света.

Величина коэффициента запаса при лампах накаливания берется в зависимости от характера помещения 1,3, 1,5 и 1,7, при люминесцентных лампах 1,5, 1,8 и 2. Если для какого нибудь помещения норма освещенности равна, например, 50 лк, а коэффициент запаса 1,5, то новая осветительная установка должна создавать освещенность, равную $50 \cdot 1,5 = 75$ лк.

В табл. 3 указаны величины коэффициента запаса для каждого цеха и помещения отдельно для ламп накаливания и люминесцентных ламп.

6. ВЫБОР ТИПОВ СВЕТИЛЬНИКОВ

Любое производственное помещение можно осветить голыми, т. е. открытыми, лампами, но такой простой способ освещения недопустим по многим причинам.

Голые лампы излучают световой поток равномерно по всем направлениям; поэтому при голых лампах во многих случаях общая мощность освещения получается значительно большая, чем при установке ламп в светильниках; это происходит оттого, что значительная часть светового потока голых ламп падает на стены и потолок помещения и при темной окраске или значительном загрязнении стен и потолка этот свет будет безвозвратно потерян. Если же лампы установить в светильниках, имеющих отражатели, хорошо отражающие свет, то на рабочую поверхность попадет большее количество света и световой поток ламп будет использоваться более рационально. Иными словами, светильники перераспределяют световой поток ламп, посылая его в требуемом направлении.

Голые лампы, не защищенные отражателями или рассеивающими свет стеклянными колпаками (матированными, молочными и т. п.), оказывают вредное слепящее действие на глаза людей, работающих или находящихся в помещении, и поэтому применение голых ламп запрещается.

Таблица 3

Нормы освещенности от светильников общего освещения

| № п/п. | Наименование помещений | Наименование рабочей поверхности | Минимальная освещенность, лк | | Коэффициент η , паса | |
|--------|---|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | | | при лампах* накаливания | при люминесцентных лампах | при лампах накаливания | при люминесцентных лампах |
| 1 | Механический цех (при наличии местного освещения лампами накаливания) | Плоскость на уровне 0,8 м от пола | 50 | 100 | 1,3 | 1,5 |
| 2 | Цех сборки машин, механизмов, цех металлоконструкций | Пол | 50 | 150 | 1,3 | 1,5 |
| 3 | Инструментальный цех, шлифовальное заточное отделение (при местном освещении лампами накаливания) | Плоскость на уровне 0,8 м от пола | 100 | 200 | 1,3 | 1,5 |
| 4 | Кузнечной, сварочной, котельной, термической цехи | Пол | 50 | 150 | 1,5 | 1,8 |
| 5 | Медницкое и жестяницкое отделения | Плоскость на уровне 0,8 м от пола | 50 | 150 | 1,5 | 1,8 |
| 6 | Травильное и малярное отделения | Пол | 30 | 150 | 1,5 | 1,8 |
| 7 | Электромонтажный цех | Плоскость на уровне 0,8 м от пола | 100 | 200 | 1,3 | 1,5 |
| 8 | Деревообделочный цех--отделения станочное, сточярное, модельное, сборочное | Плоскость на уровне 0,8 м от пола | 75 | 150 | 1,5 | 1,8 |
| 0 | Деревообделочный цех--отделения плотницкое, опалубочное, гколоточное | Пол | 50 | 150 | 1,5 | 1,8 |
| III | Машинные залы крупных насосных, компрессорных | Пол | 50 | 150 | 1,3 | 1,5 |
| 11 | Небольшие насосные, компрессорные | Пол | 30 | 100 | 1,3 | 1,5 |

| п/п. | Наименование помещений | Наименование рабочей поверхности | Минимальная освещенность, лк | | Коэффициент $\text{dan}^{\circ}\text{ca}$ | |
|------|--|-----------------------------------|------------------------------|---|---|---------------------------|
| | | | при лампах накаливания | при люминесцентных лампах | при лампах накаливания | при люминесцентных лампах |
| 12 | Вентиляционные камеры | Пол | 30 | Люминесцентное освещение не рекомендуется | 1,5 | |
| 13 | Материальные склады, инструментальные шкафы | Пол | 20 | То же | 1,3 | — |
| 14 | Склады кислот, красок, горючих жидкостей | Пол | 20 | То же | 1,3 | — |
| 15 | Склад моделей, оборудования, запасных частей | Пол | 10 | То же | 1,3 | — |
| 16 | Склад строительных материалов | Пол | 5 | То же | 1,3 | — |
| 17 | Склад сыпучих веществ | Пол | 5 | То же | 1,3 | — |
| 18 | Склад угля | Пол | 5 | То же | 1,7 | |
| 19 | Канторские помещения, кабинеты | Плоскость на уровне 0,8 м от пола | 75 | 200 | 1,3 | 1,5 |
| 20 | Проектные, чертежно-конструкторские и копировальные бюро | То же | 150 | 300 | 1,3 | 1,5 |
| 21 | Приемные, комнаты ожидания | То же | 50 | 100 | 1,3 | 1,5 |
| 22 | Обеденной залы столовых | То же | 75 | 200 | 1,3 | 1,5 |
| 23 | Кухня столовых | То же | 75 | 200 | 1,5 | 1,8 |
| 24 | За/оточные при столовых | То же | 75 | 200 | 1,3 | 1,5 |
| 25 | Кладовые продуктов, овощей, холодильные камеры | Пол | 30 | Люминесцентное освещение не рекомендуется | 1,3 | |
| 26 | Уборные, умывальники, душевые | Пол | 30 | То же | 1,3 | |

| № п/п. | Наименование помещений | Назначение рабочей поверхности | Минимальная освещенность, лк | | Кэффициент зап.-са | |
|--------|--|-------------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| | | | при лампах накаливания | при люминесцентных лампах | при лампах накаливания | при люминесцентных лампах |
| 27 | Лаборатории научных учреждений | П.10СК01 ТЬ на уровне 0,7 м от пола | 150 | 300 | 1,3 | 1,5 |
| 28 | Лаборатории производственных предприятий | То же | 100 | 200 | 1,3 | 1,5 |
| 29 | Главные лестницы и основные коридоры | Пол | 20 | 75 | 1,3 | 1,5 |
| 30 | Прочие лестницы и коридоры | Пол | 10 | 50 | 1,3 | 1,5 |

Кроме того, светильники надежно предохраняют лампы от возможных повреждений и вредного воздействия на лампу и патрон сырости, пыли, дыма, копоти, кислотных, щелочных и других испарений, которые имеются во многих производственных помещениях. Во взрывоопасных и пожароопасных помещениях светильники препятствуют возникновению взрыва или пожара, которые могут произойти, например, от искрения в патроне или вследствие короткою замыкания в проводах, вводимых в патрон

Выпускаемые промышленностью светильники различаются по многим признакам, основными из которых являются характер светораспределения и способы уменьшения слепящего действия ламп, конструктивное исполнение, способ установки, мощность и количество ламп.

По характеру светораспределения светильники различаются в зависимости от того, какая часть светового потока, выходящего из светильника, направлена вверх и вниз от светильника, или в верхнюю и нижнюю полусферы. Существует пять групп светильников, каждая группа имеет свою область применения.

Светильники прямого света (рис. 1,а)—излучают в нижнюю полусферу не менее 90% всего светового потока.

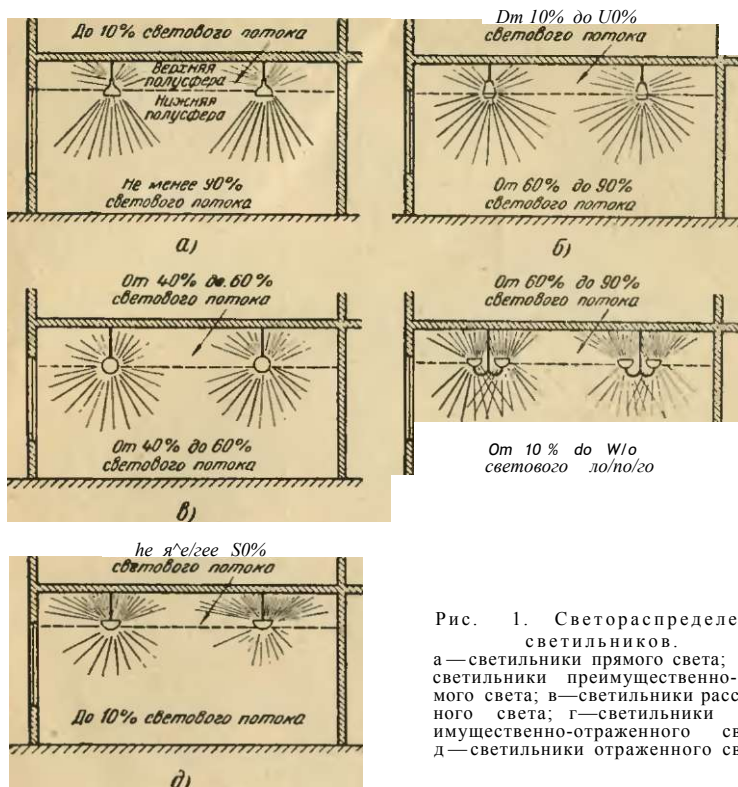


Рис. 1. Светораспределение светильников.
 а — светильники прямого света; б — светильники преимущественно-прямого света; в — светильники рассеянного света; г — светильники преимущественно-отраженного света; д — светильники отраженного света.

Светильники преимущественно-прямого света (рис. 1,б) —излучают в нижнюю полусферу от 60 до 90% всего светового потока.

Светильники рассеянного света (рис. 1,в) — излучают в каждую полусферу от 40 до 60% всего светового потока.

Светильники преимущественно-отраженного света (рис. 1,г) —излучают в верхнюю полусферу от 60 до 90% всего потока.

Светильники отраженного света (рис. 1,д) — излучают в верхнюю полусферу не менее 90% всего потока.

Светильники прямого света используются в помещениях с темными, плохо отражающими свет потолками и стенами, например в цехах с металлическими фермами, свс

товыми фонарями и большими окнами, в прокатных, мартеновских, литейных, механических* и других цехах, где выделяется много пыли, дыма, копоти и разных испарений. От светильников прямого света получаются довольно резкие тени, не сглаживаемые светом, отраженным от стен и потолка.

Светильники преимущественно-прямого света устанавливаются в цехах, имеющих стены и потолки, хорошо отражающие свет. Эти светильники дают довольно мягкие тени; смягчение теней имеет большое значение для многих цехов и видов работ, особенно при отсутствии местного освещения.

Светильники рассеянного света применяются в случаях, когда требуется осветить не только нижнюю, но и верхнюю часть помещения, например на химических заводах, в котельных и других помещениях, где вверху расположены различные трубопроводы, конвейеры и прочее оборудование, требующее наблюдения. Светильники рассеянного света используются также в конторских и бытовых помещениях со светлыми потолками и стенами.

Светильники преимущественно-отраженного и отраженного света необходимы в случаях, когда по характеру работы нежелательны даже незначительные тени (чертежно-конструкторские бюро); они находят применение и в установках архитектурно-художественного освещения.

Наиболее экономичными являются светильники прямого света, затем следуют преимущественно-прямого, за ними рассеянного, преимущественно-отраженного и отраженного света. Но чем экономичнее светильники, тем более глубокие тени они создают, а это не всегда бывает допустимо по условиям работы. Поэтому при выборе типов светильников надо отдавать предпочтение более экономичным, но с учетом характера выполняемой работы, назначения и строительных особенностей помещения. Это значит, например, что не следует устанавливать светильники прямого света в таких вспомогательных помещениях, как вестибюли, коридоры, лестницы, так как при этих светильниках верхняя часть помещения освещается слабо, что придает неблагоприятный вид всему помещению.

Для защиты от слепящего действия ламп одни светильники имеют непрозрачный отражатель, другие — рассеивающие свет колпаки из матового, опалового и молочного стекла, закрывающие лампу. Некоторые типы светильников имеют и рассеиватель и отражатель. Иногда для умень-

шения слепящего действия в светильниках устанавливаются лампы не с прозрачной, а с матированной колбой.

У светильников для люминесцентных ламп, имеющих большие размеры, отражатели хорошо закрывают лампы только сбоку; поэтому люминесцентные светильники иногда имеют специальные защитные решетки, закрывающие лампы также снизу.

Чем выше подвешиваются светильники, тем меньше слепящее действие они оказывают. Поясним это простым примером. В ясный безоблачный день, в дневные часы, когда солнце стоит высоко, если не поднимать глаза вверх, мы не испытываем слепящего действия солнца. Ближе к вечеру солнце опускается все ниже и ниже над горизонтом, и обернувшись на запад, даже не поднимая глаз вверх, яркий солнечный диск будет попадать в глаза и вызывать ослепление.

То же самое происходит и в помещениях, освещаемых светильниками; представим себе, что светильник с непрозрачным отражателем подвешен в помещении на высоте, немного большей человеческого роста. Тогда, отойдя совсем немного от светильника и глядя вдаль, не поднимая глаза вверх, мы почувствуем, что яркая нить лампы попадает в поле нашего зрения и мешает спокойно рассматривать и хорошо различать, что происходит в глубине помещения. Стоит только поднять светильник немного выше, лампа выйдет из поля зрения, глазам станет намного спокойнее и мы станем хорошо различать объекты нашего наблюдения.

В целях уменьшения слепящего действия ламп установлена минимально допустимая высота подвеса светильников над полом в зависимости от их светотехнических характеристик и мощности ламп. Наименьшие высоты подвеса светильников с лампами накаливания указаны в табл. 4, для люминесцентных светильников — в табл. 5.

По степени защиты светильников от воздействий окружающей среды, проникновения в них паров, пыли и т. п. светильники подразделяются на следующие типы:

Открытые, в которых лампа не отделена от внешней среды.

Защищенные, в которых лампа и патрон закрыты защитным, пропускающим свет колпаком, укрепленным к корпусу светильника без уплотнения так, чтобы не препятствовать обмену воздуха между внутренними частями светильника и окружающей средой.

Таблица 2 6

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом
светильников с лампами накаливания

| Наименование светильников | Наименьшая высота подвеса над полом, М при лампах | | |
|--|--|---------------------------------------|------------------------|
| | в матирован- ной колбе (до 150 <i>вт</i>) | в прозрачной колбе | |
| | | до 200 <i>вт</i> включи- тельно | свыше 200 <i>вт</i> |
| Универсаль без стекла или с проз- рачным стеклом, Глубокоизлучатель эмалированы! | 2,5 | 3 | |
| Универсаль с матированным стек- лом, ПУ с отражателем и с мати- рованным стеклом | | 2,5 | 3,5 |
| ПУ без отражателя, с матиро- ванным стеклом, плафоны с матиро- ванными стеклами | | | |
| Люцетта молочного стекла . . . | 2,5 | | |
| РН с молочным стеклом, шар мо- лочного стекла, плафоны с молоч- ными стеклами. | | 2,5 | |
| Фарфоровый до 60 <i>вт</i> , с матовой лампой | | | |
| | Высота подвеса может быть любая | | |

Примечания: 1. Высота подвеса может быть любая для светильников, имеющих матированный стекла и лампы мощностью не более 60 *вт*.

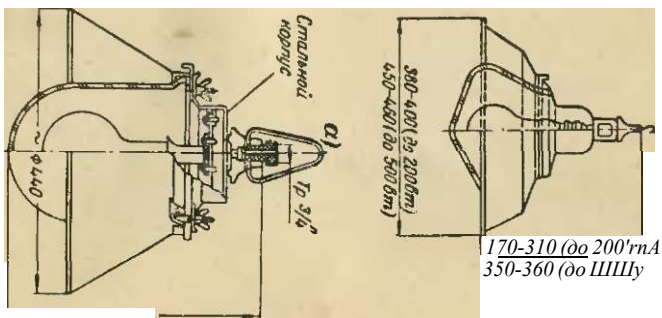
2. Указанные в табл. 4 высоты подвеса могут быть уменьшены на 0,5 м в следующих случаях:

- а) в помещениях, для которых при одном общем освещении нормируется освещенность меньше 50 *лк*;
- б) в помещениях, длина которых не больше двойной высоты подвеса светильников над полом;
- в) в помещениях для временного пребывания людей.

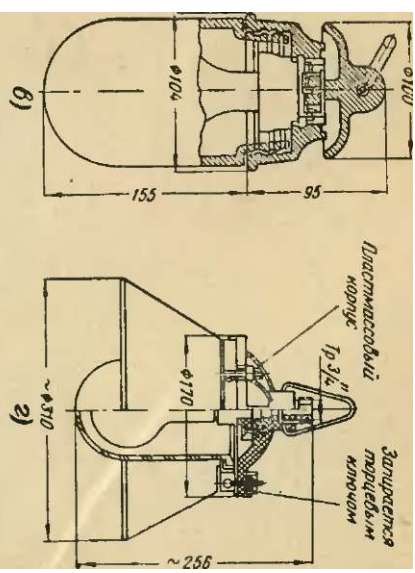
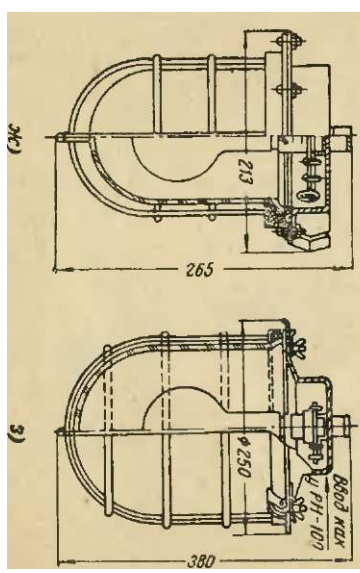
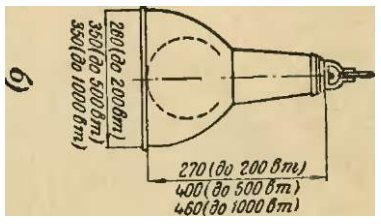
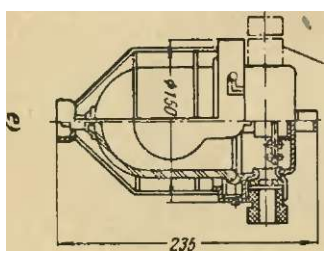
Таблица 5

Наименьшая допустимая высота подвеса люминесцентных
светильников

| Типы светильников | Наименьшая высо- та подвеса над полом м |
|--|---|
| Двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при одиночной установке или при непре- рывных рядах из одиночн >х светильников | 3,5 |
| Двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при непрерывных рядах из сдвоенных све- тильников | 4 |
| Двухламповые светильники АОД | 2,5 |



170-310 (до 200 грм)
350-360 (до Шиллы)



Влагозащитные, корпус и патрон которых хорошо переносят воздействие влаги и хорошо сохраняется изоляция введенных в светильник проводов.

Пыленепроницаемые, имеющие корпус и защитный колпак, препятствующие проникновению к лампе и патрону тонкой пыли.

Взрывозащитные, предназначенные для установки во взрывоопасных помещениях.

Для освещения производственных помещений наиболее широко используются следующие типы светильников.

Светильники для ламп накаливания (рис. 2)

Универсаль (рис. 2, а)—светильник прямого света, изготавливается двух размеров—для ламп до 200 и до 500 *вт* рассчитан на нормальные условия среды, но хорошо работает в помещениях с повышенной влажностью и пыльностью. В большинстве случаев применяется без защитного стекла и тогда он является светильником открытого типа. При небольших высотах подвеса и в случаях, когда необходимо

уменьшить слепящее действие ламп, снабжается матированным защитным стеклом, а в помещениях с горючей пылью — прозрачным стеклом (для уменьшения пожарной опасности); при наличии колпака считается светильником защищенного типа. Подвешивается обычно на высоте 3—6 м.

Универсаль является одним из основных светильников для производственных помещений.

Глубокоизлучатель эмалированный (рис. 2,б) — светильник прямого света, открытого типа; изготавливается трех размеров — для ламп до 200, 500 и 1 000 *вт*. Применяется в тех же помещениях, что и Универсаль без защитного стекла, но в более высоких помещениях (6 м и выше). Как и Универсаль, эмалированный Глубокоизлучатель является одним из наиболее распространенных светильников.

Фарфоровый светильник до 60 *вт* (рис. 2,в) — рассеянного света, влаго- и пылезащищенный; имеет прозрачное защитное стекло. Для уменьшения слепящего действия должен применяться с матовой лампой. Выпускается в исполнении для подвешивания и с отдельным вводом каждого из проводов. Пригоден для сырых, особо сырых, с химически активной средой и пыльных помещений при небольшой высоте.

Светильник, промышленный уплотненный типа ПУ (рис. 2,г и д) — влаго- и пылезащищенный; изготавливается двух размеров — до 100 и до 200 *вт* (ПУ-100 и ПУ-200). Выпускается с матированным защитным стеклом, без отражателя (светильник рассеянного света) и с отражателем (светильник прямого света). Широко применяется для сырых, особо сырых, пыльных и пожароопасных помещений и помещений с химически активной средой. Для доступа к лампе у светильника ПУ-100 колпак снимается только с помощью специального ключа или других инструментов; поэтому светильники ПУ-100 могут устанавливаться при напряжении 127 и 220 *в* на высоте меньше 2,5 м.

Светильник рудничный типа РН (рис. 2,е, ж и з) — рассеянного света, влаго- и пылезащищенный; изготавливается трех размеров — до 60, 100 и 200 *вт* (РН-60, РН-100 и РН-200). Светильники РН-60 и РН-100 имеют стеклянный колпак из матированного стекла, РН-200 — из матированного или молочного стекла. Применяются в тех же случаях, что и светильники ПУ, но имеют большой недостаток, за-

ключающийся в сложности снятия стекла, и поэтому рекомендуется отдавать предпочтение светильникам ПУ.

Люцетта цельного молочного стекла (рис. 2,и и к)—преимущественно-прямого света, открытого типа; имеет молочное стекло, открытое снизу. Выпускается для ламп до 200 вт; широко применяется для конторских, вспомогательных и бытовых помещений (коридоры, лестницы, гардеробы и др.), а также для производственных помещений высотой не более 4—5 м с небольшой пыльностью и светлыми стенами и потолками и для складов, особенно при наличии в них стеллажей.

При установке в Люцетте фарфорового патрона с ушком и с отдельным вводом проводов, под кольцо которого поджигается стекло Люцетты, этот светильник может использоваться для сырых бытовых и производственных помещений.

Плафоны на одну и две лампы до 60 ег (рис. 2,л и м)—имеют матированные или молочные стекла; применяются для бытовых и вспомогательных помещений небольшой высоты — коридоров, лестниц, гардеробов и др.

Шар молочного стекла (рис. 2,к)—светильник рассеянного света; выпускается диаметром 150, 250, 350 и 500 мм для ламп соответственно до 60, 150, 300 и 1 000 вт. Подвешивается на металлических штангах; применяется для чертежно-конструкторских бюро, учебных и лечебных заведений и в установках архитектурно-художественного освещения.

Кроме указанных здесь светильников, промышленно выпускаются и другие типы, в том числе для освещения взрывоопасных помещений; технические данные и область применения этих светильников указаны в книгах и справочниках по светотехнике [Л. 2 и 3].

Светильники для люминесцентных ламп (рис. 3)

Светильники типа ОД (рис. 3,а)—прямого света, открытого типа, на две лампы по 30 или 40 вт, обозначаются ОД-2-30 и ОД-2-40. Имеют открытый снизу металлический эмалированный отражатель; для уменьшения слепящего действия ламп светильники ОД изготавливаются также с металлической защитной решеткой, закрывающей лампы снизу, обозначаются ОДР-2-30 и ОДР-2-40. При одиночной установке каждый светильник подвешивается на двух штангах или цепочках длиной около 30 см, но могут устанавливаться и вплотную к потолку. Часто люминес-

ными условиями среды и в помещениях с повышенной пыльностью и влажностью; могут использоваться для освещения конторских помещений.

Светильники типа АОТ, (рис. 3.6)—преимущественно-прямого света, открытого типа, на две лампы по 30 или по 40 *вт*, обозначаются АОД 2-30 и АОД-2-40. Снизу лампы закрыты матово-металлической решеткой, с боков — опаловым органическим стеклом; в верхней части светильников с двух сторон и чейются две щели, через которые часть света (большая, чем у светильников типа ОДО) попадает в верхнюю часть помещения. Светильники типа АОД устанавливаются так же, как и светильника ОД. Применяются главным образом для освещения конторских помещений.

В 1961 г. будет начат выпуск светильников типов ОД, ОДО и АОД для двух люминесцентных ламп по 80 *вт*.

Когда для получения требуемой освещенности приходится устанавливать большое количество светильников, соединенных в непрерывные ряды, иногда для сокращения числа рядов по два ряда одиночных светильников скрепляют вместе и получают один ряд сдвоенных светильников.

Необходимо иметь в виду, что светильники типов ОД и ОДО (без защитных решеток) можно применять только в случаях, когда линия зрения работающих в рабочем положении направлена поперек светильников. Если же зрение рабочих направлено вчоль светильников, обязательно должны применяться светильники с решетками (типов ОДР и ОЦОР),

7. ВЫБОР РАСПОЛОЖЕНИЯ И КОЛИЧЕСТВА СВЕТИЛЬНИКОВ

Требуемую по нормам освещенность в какомнибудь помещении можно получить, устанавливая светильники с лампами разной мощности, при маломощных лампах по требуется установить больше светильников, чем при более мощных. Но с уменьшением числа светильников приходится увеличивать расстояние между ними, а это создает неравномерность освещения—под светильниками освещенность может оказаться в несколько раз большей, чем между светильниками, что в свою очередь увеличивает общую мощность освещения и создает неодинаковые условия для работы на разных участках цеха. Если же установить большое количество маломощных светильников, это будет невыгодно из за увеличения стоимости монтажа освещения; кроме того, лампы небольшой мощности менее экономич-

ны, чем более мощные. В этом можно убедиться на простом примере. Возьмем пять ламп мощностью по 60 *вт* на напряжении 220 *в*; общая их мощность равна 300 *вт*. Из табл. 1 находим, что каждая такая лампа излучает световой поток 540 *лм*, а общий поток всех ламп равен $540 \cdot 5 = 3\ 240$ *лм*. Из той же таблицы мы видим, что одна лампа мощностью 300 *вт* на 220 *в* дает световой поток 4 350 *лм*, или на 34% больше, чем поток пяти ламп по 60 *вт*-, иначе говоря, лампа мощностью 300 *вт* на 34% экономичнее лампы 60 *вт*. Повышение экономичности ламп накаливания с увеличением мощности объясняется тем, что у более мощных ламп вольфрамовая нить накала толще, чем у менее мощных; с увеличением толщины раскаленная проволока нити меньше подвержена испарению и допускает большую температуру, а с увеличением температуры интенсивность свечения возрастает сильнее, чем увеличивается расход электроэнергии.

Итак, создается такое положение, что оказывается не экономичным слишком большое как уменьшение, так и увеличение мощности ламп, а необходимо принимать какую-то промежуточную, наиболее экономичную мощность, при которой будет обеспечиваться хорошая равномерность освещения. Как же определить, лампы какой мощности окажутся наиболее экономичными?

Прямого ответа на этот вопрос получить нельзя, так как наиболее экономичное решение зависит от многих причин и условий и к решению этой задачи приходится подходить постепенно.

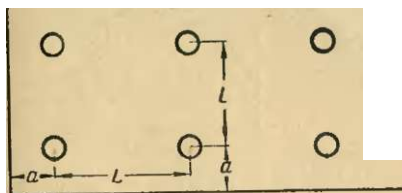
Первым шагом здесь будет выявление наивыгоднейшего расстояния между светильниками вдоль и поперек помещения; затем надо подсчитать, сколько светильников можно установить в помещении, соблюдая наивыгоднейшие расстояния между ними, и только после этого приступить к определению мощности ламп, при которых в помещении будет создаваться требуемая освещенность.

Для каждого типа светильника существует наивыгоднейшее соотношение расстояния между светильниками к высоте их подвеса над рабочей поверхностью (рис. 4).

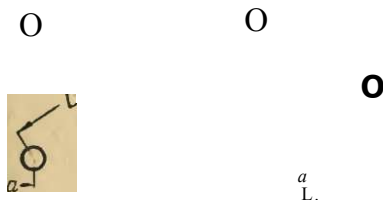
На рис. 4. изображено расположение светильников на плане и в разрезе помещения; расстояние между светильниками на плане обозначено L , высота подвеса над рабочей поверхностью h и высота подвеса над полом h_n , высота рабочей поверхности обозначена h_p и расстояние от потолка до светильника — свес светильника h_c . Для люми-

несцентных светильников, установленных непрерывными рядами, за L принимается расстояние между рядами.

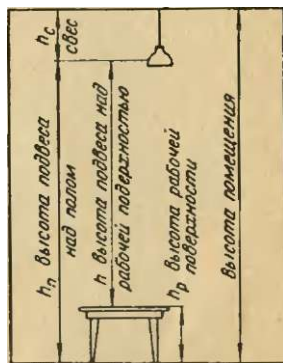
Установим в каком-либо помещении светильники, например, типа Универсал на высоте 3 м над рабочей поверхностью и расстояние между светильниками примем 4 м; измерим объективным люксметром и запишем величину освещенности в нескольких точках. После этого увеличим в одинаковое количество раз высоту и расстояние между светильниками, скажем в 1,5 раза; тогда высота подвеса станет равной $3 \cdot 1,5 = 4,5$ м, а расстояние между све-



а)



б)



в)

Рис. 4. Расположение светильников.

а—прямоугольное; б—в шахматном порядке; в—на разрезе.

тальниками $4 \cdot 1,5 = 6$ м. Вновь измерив и записав освещенность в тех же точках, мы увидим, что освещенность уменьшилась во всех точках примерно в одинаковое число раз (в нашем примере уменьшение будет в 2,25 раза). Но как в первом, так и во втором случае равномерность освещения или, иначе говоря, соотношение освещенностей в разных точках окажется одинаковой. Также одинаковыми в обоих случаях остается и отношение расстояния между светильниками к высоте подвеса; в первом случае оно равно $4:3 = 1,33$ и во втором тоже $6:4,5 = 1,33$.

Из приведенного примера мы видим, что равномерность освещения зависит не от размеров в метрах L и h , а от их отношений, т. е. от величины $L : h$.

Для светильников каждого типа существует наивыгоднейшая величина отношения L/h , при которой общая мощность освещения будет наименьшей, а равномерность освещения достаточно хорошей. В табл. 6 указаны наивыгоднейшие и наибольшие допустимые величины отношения L/h для разных светильников.

Таблица 6
Наивыгоднейшее расположение светильников

| Наименование светильников | $L : h$ | |
|--|----------------|-----------------------|
| | Наивыгоднейшее | Наибольшее допустимое |
| Люминесцентные с защитной решеткой типов ОДР, ОДОР, АОД | 1,1—1,3 | 1,4 |
| Глубокоизлучатель эмалированный, Люце гта | 1,6 | 1,8 |
| Универсальный без стекла и с матированным стеклом, ПУ с отражателями | 1 | 2,5 |
| Люминесцентные без защитной решетки типов ОД, ОДР | 1,4 | 1,5 |
| Фарфоровый, ПУ без отражателя, РН, плафоны, шар молочный | 2,3 | 3,2 |

L — расстояние между светильниками;

h — высота подвеса светильников над рабочей поверхностью

Как же надо практически выбирать размещение светильников при расчете освещения производственных помещений?

Прежде всего, принимая во внимание высоту, строительные и другие особенности освещаемого помещения, надо наметить целесообразную высоту подвеса светильников над полом; при этом надо проследить за тем, чтобы эта высота не была меньше указанной в табл. 4 и 5 для выбранного типа светильника. Свес светильников h_c принимается обычно 0,5—0,7 м; в высоких помещениях, где нет кранов или других приспособлений, с которых можно обслуживать светильники, свес можно увеличивать с тем, чтобы высота подвеса над полом не была больше 5—5,5 м, так как при большей высоте обслуживать светильники с приставных лестниц и стремянок становится затруднительным и опасным. Однако увеличивать свес более чем до 1,5—2 м не следует — при большом свесе светильники будут сильно раскачиваться даже от незначительного дви-

жения воздуха При необходимости выполнения более длинных свесов можно рекомендовать, например, подвеску светильников к горизонтально натянутым тросам

В цехах, где имеются мостовые краны, Высота подвеса светильников зависит от высоты расположения крана, с которого светильники обслуживаются, при этом необходимо помнить, что часто расстояние от верхней точки крана до ферм или балок бывает очень незначительным — 15 н-

20 см и тогда светильники приходится подвешивать на уровне низа ферм и балок.

Дальше необходимо определить высоту установки светильников над рабочей поверхностью, для чего из принятой высоты подвеса светильников над полом надо вычесть высоту рабочей поверхности (эта высота принимается по табл. 3).

Когда определена высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, пользуясь указанными в табл. 6 наиболее выгодными отношениями $L : h$, остается определить расстояние между светильниками. Для этого высота светильников над рабочей поверхностью h умножается на взятую из табл. 6 для выбранного светильника наиболее выгодную величину $L : h$.

Полученное таким образом расстояние между светильниками нельзя считать совершенно обязательным; оно может несколько увеличиваться или уменьшаться в зависимости от строительных особенностей помещения, расположения технологического оборудования и некоторых других причин. Увеличивать расстояние между светильниками не следует больше, чем это обуславливается наибольшим допустимым отношением $L : h$ по табл. 6. Уменьшать же расстояние иногда приходится довольно значительно против наиболее выгодного; в одних случаях это делается потому, что для получения необходимой освещенности оказывается недостаточным то количество светильников, которое получается при наиболее выгодном отношении $L : h$. в других — из-за несимметричности расположения светильников по отношению к окнам, балкам и другим элементам здания или по отношению к технологическому оборудованию.

Вообще надо стараться располагать светильники с учетом имеющихся в помещении окон, балок, ферм, колонн и других частей здания, особенно при общем равномерном освещении. Не следует, например, устанавливать светильники в одном пролете на фермах, а в соседнем — между

фермами; это ухудшит внешний вид помещения и усложнит монтаж.

Необходимо еще знать, как определять расстояние от стен помещения до крайних светильников, обозначенное a на рис. 4. Если у стен расположены рабочие места и на этом участке надо получить нормируемую освещенность, размер a принимается равным d - расстояния между светильника-ми; когда же у стен находятся проходы или другие участки, где освещенность может быть понижена, a принимается равным половине расстояния между светильниками.

Наметив расположение светильников в помещении, мы одновременно определяем и количество их. Иногда может выявиться не один, а два и больше возможных вариантов расстановки светильников; тогда предпочтение надо отдавать варианту, где количество светильников наименьшее— это удешевляет монтаж и часто приводит к уменьшению общей мощности освещения благодаря тому, что при меньшем числе светильников в них устанавливаются более экономичные мощные лампы.

Но в дальнейшем при определении мощности ламп предварительно намеченное размещение светильников может меняться и корректироваться, о чем будет сказано в следующем разделе.

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ЛАМП

После того как выбран тип светильников и намечено их размещение в помещении, остается определить мощность ламп, которые должны быть установлены в светильниках для получения заданной освещенности.

Существует несколько способов определения мощности ламп; некоторые из них довольно сложны и требуют более углубленных знаний светотехники, чем это дано в настоящей брошюре. Мы остановимся на одном, наиболее простом способе определения мощности ламп по так называемой удельной установленной мощности. Этот способ имеет широкую область применения и дает достаточно точные результаты.

Что же называется удельной установленной мощностью?

Возьмем для примера производственное помещение площадью 270 м^2 , в котором установлено 14 светильников. Универсаль без рассеивающего стекла, с лампами по 200 вт. Предположим, что измеренная с помощью объективного люксметра освещенность в помещении равна 50 лк.

Общая мощность ламп во всех светильниках равна $200 \cdot 14 = 2800$ *вт*. Если эту мощность разделить на количество квадратных метров площади помещения, то мы получаем, что на 1 м^2 приходится $2800 : 270 = 10,3$ *Вт* мощности ламп (или $10,3 \text{ вт/м}^2$), это и называется удельной установленной мощностью.

Таким образом, в нашем примере для получения освещенности 50 лк необходима удельная мощность $10,3 \text{ вт/м}^2$.

Но если бы мы заранее не знали, какой мощности лампы надо установить в рассмотренном помещении, а только было известно, что для получения освещенности 50 лк от светильников Универсаль без рассеивающего стекла удельная мощность равна $10,3 \text{ вт/м}^2$, то мы очень просто смогли бы определить мощность ламп. Действительно, взяв площадь помещения, равную в нашем примере 270 м^2 , и помножив ее на удельную мощность, получим общую мощность ламп: $270 \cdot 10,3 = 2800$ *вт*. Теперь, разделив эту мощность на число светильников, определяем мощность одной лампы $2800 : 14 = 200$ *вт*.

Таким образом, зная величину удельной мощности, необходимую для получения требуемой освещенности в данном помещении при выбранном типе светильника, можно легко определить общую мощность лампы, а по ней и мощность одной лампы.

Для каждого типа светильника, применяемого для освещения промышленных предприятий, составлены таблицы удельной мощности. Так как количество типов светильников довольно велико и для каждого из них имеется одна, а для некоторых светильников две таблицы, то поместить их все в этой небольшой брошюре оказалось невозможным. Таблицы удельной установленной мощности имеются в справочниках по проектированию электрического освещения [Л 2]. Но чтобы познакомить читателей с особенностями этих таблиц и научить пользоваться ими, в качестве примера в брошюре помещены две такие таблицы—для светильника типа Универсаль с матированным стеклом — табл. 7 и для Люцетты — табл. 8.

Если внимательно посмотреть на табл. 7 и 8, можно заметить, что величина удельной установленной мощности зависит от следующих причин:

а)* от высоты подвеса светильников над рабочей поверхностью--с увеличением высоты удельная мощность увеличивается;

Таблица 39

Удельная мощность общего равномерного освещения для светильника универсаль с матовым стеклом (при любой окраске стен и потолка), *вт м²*

| Высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, <i>м</i> | Площадь помещения, <i>м²</i> | Норма освещенности, <i>лк</i> | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| | | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 |
| От 2 до 3 | От 10 по 15 | 4,2 | 7,5 | 13 | 18 | 26 | 36 | 45 | 67 | 90 |
| | 15,1 25 | 3,4 | 6,2 | 10,8 | 14,6 | 22 | 30 | 35 | 52 | 69 |
| | 25,1 | 2,8 | 5,1 | 9 | 11,3 | 17,4 | 25 | 31 | 45 | 61 |
| | 50,1 | 2,4 | 4,4 | 7,5 | 9,4 | 15 | 22 | 25 | 37 | 50 |
| | „ 150,1 и 300 | 2,2 | 4 | 6,8 | 8,5 | 13 | 19 | 22 | 32 | 43 |
| | Больше 300 | 2 | 3,8 | 6,4 | 8 | 12,2 | 17,4 | 20 | 30 | 40 |
| От 3,1 до 4 | От 10 по 15 | 5,3 | 9 | 15 | 21 | 31 | 47 | 58 | 87 | 115 |
| | 15,1 | 4,3 | 7,7 | 13 | 17 | 27 | 41 | 47 | 71 | 94 |
| | 20,1 30 | 3,8 | 6,6 | 10,8 | 15 | 23 | 34 | 39 | 57 | 77 |
| | 30,1 я | 3 | 5,3 | 9 | 12,2 | 19,3 | 26 | 31 | 47 | 62 |
| | 50,1 120 | 2,5 | 4,3 | 7,2 | 9,9 | 15,5 | 22 | 27 | 41 | 54 |
| | 120,1 300 | 2,2 | 3,9 | 6,3 | 8,5 | 13 | 19 | 23 | 35 | 46 |
| Больше 300 | 2 | 3,5 | 5,6 | 7,5 | 12,2 | 16 | 20 | 30 | 40 | |
| От 4,1 до 6 | От 10 по 17 | 6,2 | 10,3 | 17,4 | 24 | 40 | 58 | 72 | 108 | 140 |
| | 17,1 25 | 4,9 | 8,2 | 14,4 | 21 | 32 | 47 | 59 | 89 | 118 |
| | 25,1 | 4,1 | 7 | 12,2 | 17 | 27 | 39 | 49 | 73 | 98 |
| | 35,1 я 50 | 3,6 | 6 | 10,3 | 15 | 22 | 30 | 39 | 59 | 78 |
| | 50 1 80 | 2,9 | 4,9 | 8,5 | 11,7 | 17,4 | 25 | 34 | 50 | 67 |
| | 80,1 | 2,3 | 4 | 6,8 | 9,4 | 15 | 21 | 30 | 45 | 59 |
| | 150 1 | 1,9 | 3,3 | 5,9 | 8,5 | 12,2 | 18 | 25 | 37 | 50 |
| | Больше 400 | 1,8 | 2,8 | 5,2 | 7,5 | 10,8 | 16 | 22 | 32 | 44 |

Т а б л и ц а 4 0

Удельная мощность общего равномерного освещения ДЛ све-плъника Люцетта (потолок средней светлоты, стены темные), *вт/м²*

| Высота подвеса светильников над рабочей поверхностью м | Площадь помещения, м² | Норма освещенности, лк | | | | | | | | |
|---|-----------------------|------------------------|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| | | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 75 | 100 | 150 | 2Ю |
| От 2 ДО 3 | От 10 до 15 | 4 | 7,3 | 13 | 17,4 | 26 | 36 | 43 | 63 | 85 |
| | 15,1 п 2ь | 3,4 | 6,1 | 10,6 | 14 | 22 | 28 | 35 | 53 | 70 |
| | 23,1 и 50 | 2,8 | 5,1 | 9 | 11,7 | 18 | 23 | 30 | 44 | 59 |
| | я 50,1 - 150 | 2,4 | 4,3 | 7,5 | 10 | 15 | 19,2 | 24 | 36 | 48 |
| | 150,1 зСо | 2 | 3,8 | 6,5 | 8,7 | 12,7 | 17 | 21 | 31 | 42 |
| | Больше 300 | 1,8 | 3,4 | 6,1 | 8 | 12 | 16 | 19 | 29 | 38 |
| От 3,1 до 4 | От 10 до 15 | 5,2 | 9 | 14,8 | 23 | 34 | 50 | 64 | 96 | 128 |
| | 15,1 20 | 4,3 | 7,5 | 12,2 | 18 | 27 | 40 | 51 | 74 | 100 |
| | 20,1 30 | 3,6 | 6,4 | 10,7 | 11,5 | 22 | 32 | 42 | 62 | 83 |
| | ^0,1 50 | 3 | 5,3 | 9 | 12 | 18 | 26 | 31 | 51 | 68 |
| | 50,1 120 | 2,4 | 4,3 | 7,5 | 9,9 | 14,7 | 22 | 29 | 43 | 58 |
| | 120 1 300 | 2 | 3,6 | 6,1 | 8,1 | 12 | 18 | 24 | 36 | 48 |
| | Больше 300 | 1,7 | 3,1 | 5,3 | 6,8 | 9,9 | 15 | 21 | 31 | 41 |
| От 4,1 до 6 | От 10 по 17 | 6,3 | 10 | 21 | 28 | 48 | 70 | 94 | 140 | 180 |
| | 17,1 25 | 4,9 | 8,2 | 16 | 23 | 38 | 55 | 72 | 108 | 140 |
| | 9 ,1 35 | 4 | 6,7 | 12,7 | 18 | 30 | 43 | 56 | 84 | 110 |
| | 35 1 50 | 3,4 | 5,7 | 10 | И | 24 | 35 | 46 | 68 | 90 |
| | 50 1 80 | 2,8 | 4,9 | 8,3 | 11,3 | 19 | •Z& | 3а | 57 | 76 |
| | 80,1 150 | 2 3 | 4 | 6,7 | 9,2 | 14,6 | 23 | 32 | 48 | 6^ |
| | 150 1 400 | 2 | 3,3 | 5,5 | 7,5 | 12,8 | 20 | 27 | 40 | 53 |
| | Больше 400 | 1,7 | 2,8 | 4,6 | 6,6 | 10 | 17 | 22 | 32 | 43 |

- б) от размеров освещаемого помещения — с увеличением площади помещения удельная мощность уменьшается;
- в) от величины нормируемой освещенности — с увеличением освещенности удельная мощность увеличивается.

Для светильников прямого света, каким, например, является Универсаль, удельная мощность не зависит от того, светлую или темную окраску имеют стены и потолок, о чем указано в заголовке табл. 7. При светильниках же преимущественно-прямого, рассеянного, преимущественно-отраженного и отраженного света окраска потолка и стен, как уже отмечалось раньше, имеет большое значение, так как в зависимости от того, светлые или темные потолок и стены, они отражают или поглощают падающий на них световой поток; поэтому в табл. 8 для Люцетты, являющейся светильником преимущественно-прямого света, указано, что эта таблица составлена для помещений с потолками средней светлоты и темными стенами. Если же стены будут средней светлоты, а потолки светлые, то для таких помещений потребуются меньшая удельная мощность и для такого случая надо пользоваться другой таблицей, имеющейся в справочнике.

При пользовании таблицами необходимо знать, что удельная мощность для светильников с лампами накаливания дана с учетом следующих условий:

а) коэффициент запаса равен 1,3; если для рассчитываемого помещения коэффициент запаса должен быть 1,5, то удельная мощность берется для ближайшего меньшего интервала площадей, где величина удельной мощности несколько выше;

б) лампы приняты для напряжения 220 в; при лампах для 127 в удельная мощность берется для ближайшего большего интервала площадей (несколько меньшая, так как лампы на 127 в экономичнее, чем на 220 в).

Способ расчета освещения по удельной установленной мощности применяется в очень многих, но все же не во всех случаях. Этим способом можно рассчитывать только общее освещение помещений площадью больше 10 м², не загроможденных оборудованием, при общем равномерном расположении светильников и нормировании по всему помещению одинаковой освещенности на горизонтальной плоскости. Для длинных и узких помещений, в которых светильники устанавливаются в 1—2 ряда, удельная мощность должна браться из таблиц не по строке, соответствующей общей площади освещаемого помещения, а по площади

условного помещения, длина которого в 2,5 раза больше шкарины. Так, например, если требуется определить удельную мощность для помещения длиной 50 и шириной 4 ж, площадь которого равна 200 м^2 , удельная мощность берется из таблицы для помещения площадью $4 \cdot 10 = 40 \text{ м}^2$, где указана большая величина удельной мощности, чем для помещения площадью 200 м^2 . Нетрудно сообразить, что в узком и длинном помещении на каждый его участок попадает свет от меньшего количества светилоников, чем в более широком помещении такой же площади, и поэтому для получения необходимой освещенности в узком помещении потребуется большая мощность для освещения, а следовательно, и удельная мощность должна быть большей.

Для небольших помещений, площадью меньше 10 ж^2 , и для лестничных клеток расчет общего освещения обычно не производится, а мощность ламп выбирается по специальным таблицам, имеющимся в справочниках.

Для локализованного освещения и в случаях, когда необходимо выполнять более точные расчеты, применяются другие способы расчета освещения, описание которых имеется в книгах и справочниках по проектированию электрического освещения [Л. 2 и 3].

Часто при расчете освещения по удельной мощности не все проходит просто и гладко. Может случиться так, что при намеченном предварительно количестве светильников мощность ламп получается большей, чем это допустимо по условиям ограничения слепящего действия ламп (по табл. 4), или предельной мощности ламп, на которые рассчитан светильник. Тогда приходится увеличивать количество светильников и изменять их расположение.

Обычно по расчету получается, что в светильниках должны быть установлены лампы не стандартной, а какой-нибудь промежуточной мощности, например 165, 280 *вт* и т. д.; мощность ламп, полученная по расчету, называется расчетной. Когда расчетная мощность ламп не совпадает со стандартной, для установки в светильниках выбирается ближайшая по мощности стандартная лампа. Стандартная лампа меньшей мощности, чем расчетная, может приниматься, если ее мощность отличается от расчетной не более чем на 10%; при большей разнице должна устанавливаться ближайшая большая лампа.

Когда в светильниках будут установлены лампы меньшей или большей мощности, чем расчетная, освещенность в помещении окажется соответственно меньшей или боль-

шей, чем та, на которую мы вели расчет. Как же подсчитать эту изменившуюся освещенность?

Сделать это довольно просто: надо расчетную освещенность разделить на расчетную мощность лампы и затем полученный результат помножить на мощность выбранной стандартной лампы. Поясним это на примере. Допустим, что расчет велся на освещенность 50 лк и расчетная мощность ламп получилась 255 вт\ тогда освещенность в помещении будет приблизительно равна:

$$\frac{50 \cdot 300}{255} : 59 \text{ лк.}$$

Здесь необходимо еще раз напомнить, что освещенность, полученная по расчету, может несколько отличаться от измеренной люксметром после монтажа освещения; это объясняется тем, что в расчет мы вводим коэффициент запаса, учитывающий понижение освещенности в процессе эксплуатации; кроме того, напряжение в сети часто отличается от номинального напряжения ламп как в большую, так и в меньшую сторону, что сильно сказывается на световом потоке особенно ламп накаливания. Светотехнические характеристики установленных светильников, характер окраски потолка и стен помещения не всегда точно соответствуют принятым при составлении таблиц удельной мощности, что также оказывает влияние на отклонение фактической освещенности в помещении от расчетной.

Однако эти отклонения обычно не бывают слишком велики, и правильно рассчитанное освещение создает освещенность, достаточно близкую к нормированной, а следовательно, и хорошие условия для работы в помещении.

9. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТА ОСВЕЩЕНИЯ

Чтобы лучше усвоить все сказанное в данной брошюре о расчете освещения, полезно разобрать на конкретном примере, как на практике выполняется светотехническая часть проекта освещения какогонибудь производственного помещения.

Пусть нам требуется спроектировать общее освещение инструментального цеха, план которого изображен на рис. 5. Известно, что высота помещения 4,5 м, а в качестве источников света в задании на проектирование указаны лампы накаливания на напряжение 220 в.

Прежде всего выбираем норму освещенности и коэффициент запаса a ; в табл. 3 находим, что для

инструментального цеха при освещении лампами накаливания минимальная освещенность от светильников общего освещения на рабочей поверхности, расположенной на высоте $0,8 \text{ м}$ от пола, должна быть 100 лк , а коэффициент запаса $1,3$.

Теперь выберем тип светильника. Для производственных помещений высотой $4,5 \text{ м}$ наиболее подходящим является светильник Универсаль. Так как в инструментальном цехе выполняются точные работы с блестящим, хорошо отражающим свет металлом, для уменьшения слепящего действия ламп светильников, отражение которых будет попадать в глаза рабочих (отраженная блескость), светильники целесообразно применить с матированным стеклом.

Дальше определим высоту подвеса светильников над полом и над рабочей поверхностью. Высота помещения равна $4,5 \text{ ж}$; принимая вес светильников с потолка $L_c=0,5 \text{ м}$ и высоту рабочей поверхности $h = 0,8 \text{ м}$, получаем:

а) высота подвеса светильников над полом $h_a = 4,5 - 0,5 = 4 \text{ ж}$;

б) высота подвеса светильников над рабочей поверхностью $h = 4 - 0,8 = 3,2 \text{ ж}$.

Затем подсчитываем расстояние между светильниками. Пользуясь рекомендациями по выбору наиболее выгодного расположения светильников, указанными в табл. 6, мы находим, что для светильника Универсаль наиболее выгодное отношение расстояния между светильниками к высоте их подвеса над рабочей поверхностью равно $1,8$, а наибольшее допустимое $2,5$. Отсюда подсчитываем расстояние между светильниками при определенной раньше их высоте над рабочей поверхностью, равной $3,2 \text{ ж}$:

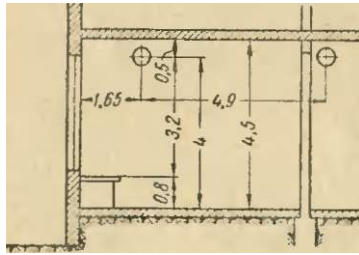
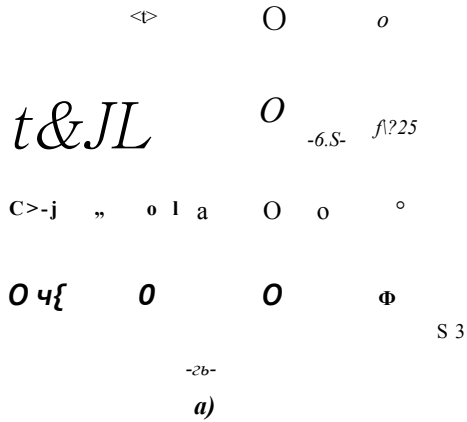
а) наиболее выгодное расстояние $3,2 \cdot 1,8 = 5,75 \text{ ж}$;

б) наибольшее допустимое $3,2 \cdot 2,5 = 8 \text{ ж}$.

Теперь мы можем определить общее количество светильников в нашем помещении. Из плана (рис. 5) видим, что длина помещения 24 ж , ширина 18 ж ; значит, вдоль помещения можно установить четыре, а поперек три светильника; всего, таким образом, в помещении устанавливается 12 светильников.

Для дальнейших расчетов необходимо будет определить площадь освещаемого помещения. В нашем примере она равна $24 \cdot 36 = 432 \text{ ж}^2$.

Подсчитаем теперь общую мощность ламп во всех светильниках. По табл. 7 определяем, что при освещении светильниками Универсаль с матированным стеклом, высоте подвеса их над рабочей поверхностью от



Б)
Рис. 5. К примеру расчета освещения.
а—план помещения; б—разрез по I-I.

3,1 до 4 м (в нашем примере 3,2 м) в помещении площадью более 300 м² (у нас 432 м²) для получения освещенности 100 лк удельная мощность должна быть равна 20 вт/м². Значит, мощность всех ламп должна составлять:

$$432 - 20 = 8\ 640 \text{ вт.}$$

Предварительно мы определили, что в помещении должно быть установлено 12 светильников; следовательно, расчетная мощность каждой лампы получается:

$$8\ 640 : 12 = 720 \text{ вт.}$$

Но в светильниках Универсал можно установить лампы мощностью не более 500 *вт*; значит, количество светильников придется увеличить. Разделив общую расчетную мощность на 500 *вт*, мы узнаем, сколько светильников с лампами по 500 *вт* необходимо установить в помещении.

$$8640 : 500 = 17,1$$

ити округленно 17 светильников. Но в нашем помещении удобнее разместить не 17, а только 16 светильников, увеличив число светильников по ширине помещения с трех до четырех, при этом общая мощность ламп, установленных в помещении, составит $500 \cdot 16 = 8000$ *вт*, а расчетная освещенность в помещении будет равна

$$100 \cdot 1000 \quad \text{по} \\ \rightarrow 100 = \frac{8000}{16} \quad \text{лк}$$

Теперь нам осталось только уточнить расположение светильников на плане помещения. В инструментальном цехе станки, верстаки и прочие рабочие места обычно размещаются довольно густо — они могут находиться как в середине, так и у стен помещения. Поэтому расстояние от стен до крайних светильников должно быть равно — расстояния между светильниками. Тогда при установке вдоль помещения четырех светильников вся длина помещения, равная 24 м, окажется разделенной на пять участков, из которых три равны L , а остальные два равны L . Тогда можно написать:

$$3L + 2L = 24 \text{ м, или } 5L = 24 \text{ м,}$$

откуда

$$L = \frac{24}{5} = 4,8 \text{ м.}$$

Следовательно, расстояние между светильниками вдоль помещения должно быть принято 4,8 м, а от стен до крайних светильников $4,8 : 3 = 1,6$ м.

Таким же способом определяем расстояние между светильниками по ширине помещения:

$$L = \frac{18}{2} = 9 \text{ м, или } 2L = 18 \text{ м,}$$

откуда

$$L = \frac{1,8 \cdot 3}{3} = 1,8 \text{ м.}$$

Расстояние от стен до крайних светильников по ширине помещения будет равно $4,9 : 3 = 1,63 \text{ м}$.

Итак, вся светотехническая часть проекта нами выполнена и теперь можно приступать к разработке электротехнической части. Как выполнять электротехническую часть проекта, можно познакомиться в других брошюрах «Библиотеки электромонтера».

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства электроустановок, раздел VI, Электрическое освещение, Госэнергоиздат, 1959.
2. Г. М. Кнорринг, Справочник для проектирования электрического освещения, Госэнергоиздат, 1956.
3. Г. М. Кнорринг, Проектирование осветительных установок, Госэнергоиздат, 1958.
4. Н. В. Волоцкой, Д. А. Зильбер, Г. М. Кнорринг, Люминесцентное освещение, Госэнергоиздат, 1955.
5. Е. А. Каминский, Как сделать проект простейшей электроустановки, «Библиотека электромонтера», Госэнергоиздат, 1960.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 3 |
| 1 Основные требования к электрическому освещению производственных помещений | 6 |
| 2. О некоторых светотехнических величинах. | 9 |
| 3. Выбор типов источников света | 10 |
| 4. Выбор систем и способов освещения | 13 |
| 5. Выбор величин освещенности. | 15 |
| 6. Выбор типов светильников. | 18 |
| 7. Выбор расположения и количества светильников. | 31 |
| 8. Определение мощности ламп. | 36 |
| 9. Пример выполнения расчета освещения. | 42 |
| Литература | 46 |

/

Цена 1 руб.

1

опера-
•
O
«Р»
ч" I

Шур f/h . ю ae , э. $MhtrjMttmpftex^*$ нм-vecfca-

.mm 'mi m y / f t r ^ t н*,

trtr (< m.nakk/и