

Московский Государственный Технический Университет
имени Н.Э. Баумана.

Отчет по практике:
Тема :”Организация освещения”

Выполнила: студентка группы Э9-62
Спасова Е.А.

2005 г.

Содержание

Введение	3
Характеристика освещения и световой среды	4
Как устроен глаз и как видит человек	7
Факторы световой среды и освещения, определяющие зрительный комфорт	11
Виды освещения и его нормирование	15
- Искусственные источники света	
- Светильники	
Организация рабочего места для создания комфортных зрительных условия	26
Заключение	32

Введение

Освещение исключительно важно для человека. С помощью зрения человек получает большую часть информации (около 90 %), поступающей из окружающего мира. Свет — это ключевой элемент нашей способности видеть, оценивать форму, цвет и перспективу окружающих нас предметов. Не следует забывать, что такие элементы человеческого самочувствия как душевное состояние или степень усталости зависят от освещения и цвета окружающих нас предметов. С точки зрения безопасности труда зрительная способность и зрительный комфорт чрезвычайно важны. Много несчастных случаев происходит, помимо всего из-за неудовлетворительного освещения или из-за ошибок, сделанных рабочим, по причине трудности распознавания того или иного предмета или осознания степени риска, связанного с обслуживанием транспортных средств, станков и т. п. Свет создаёт нормальные условия для трудовой деятельности. Неудовлетворительная освещённость на рабочем месте или на рабочей зоне может являться причиной снижения производительности и качества труда, получения травм.

Нарушения зрения, связанные с недостатками системы освещения, являются обычным явлением. Из-за способности зрения приспособляться к недостаточному освещению человек часто относится к этому без должной серьёзности.

Недостаточное освещение вызывает зрительный дискомфорт, выражающийся в ощущении неудобства или напряжённости. Длительное пребывание в условиях зрительного дискомфорта приводит к отвлечению внимания, уменьшению сосредоточенности, зрительному и общему утомлению. Кроме создания зрительного комфорта свет оказывает на человека психологическое, физиологическое и эстетическое воздействие. Свет - один из важнейших элементов организации пространства и главный посредник между человеком и окружающим его пространством.

Свойства света как фактора эмоционального воздействия широко используются путем правильной и рациональной организации освещения. Необходимая освещённость может быть достигнута за счет регулирования светового потока источника освещения, включения и выключения части ламп в осветительных приборах, изменения спектрального состава света, применения осветительных приборов подвижной конструкции, позволяющей изменять направление светового потока.

Характеристики освещения и световой среды.

Существуют два источника света – это Солнце (естественное освещение) и искусственные источники, созданные человеком. Основные искусственные источники света, применяемые ныне - электрические источники, прежде всего лампы накаливания и газоразрядные лампы. Источник света излучает энергию в виде электромагнитных волн, имеющих различные длины. Человек воспринимает электромагнитные волны как свет только в диапазоне от 0,38 до 0,76 мкм.

Освещение и световая среда характеризуется следующими параметрами.

Световой поток(Φ) — часть электромагнитной энергии, которая излучается источником в видимом диапазоне. Поскольку световой поток - это не только физическая, но и физиологическая величина, так как характеризует зрительное восприятие, для него введена специальная единица измерения люмен (лм).

Сила света (I). Так как источник света может излучать свет по различным направлениям неравномерно, вводится понятие силы света как отношения

$$I = \Phi/W.$$

величины светового потока, распространяющегося от источника света в некотором телесном угле W , измеряемом в стерadianах (ср), к величине этого телесного угла:

Единица силы света — кандела (кд) — это световой поток в люменах (лм), испускаемый точечным источником в телесном угле 1 ср (лм/ср). Телесный угол определяется отношением площади S , вырезаемой им из

$$W = S/R^2.$$

сферы произвольного радиуса R , к квадрату последнего:

Солнце и искусственные источники света — это первичные источники светового потока, т. е. источники, в которых генерируется электромагнитная энергия. Однако существуют вторичные источники — это поверхности объектов, от которых свет отражается.

Коэффициентом отражения (r) называется доля светового потока $\Phi_{\text{пад}}$, падающего на поверхность, которая отражается от нее.

$$r = \Phi_{\text{отр}}/\Phi_{\text{пад}}$$

Величина же светового потока, отраженного поверхностью предмета $\Phi_{отр}$ и распространяющегося в некотором телесном угле W , отнесенная к величине этого угла и площади S отражающей поверхности, называется яркостью (L) объекта. По сути это сила света, излучаемая поверхностью, отнесенная к площади этой поверхности

$$L = \Phi_{отр} / (WS); \quad L = I / S.$$

Яркость измеряется в кд/м².

Зрительное восприятие в основном определяется яркостью L равномерно светящейся плоской поверхности площадью 1 м в перпендикулярном к ней направлении при силе света 1 кд. В общем случае яркость определяется по уравнению

$$L = L_0 / (\cos \alpha)$$

где α — угол, под которым рассматривается поверхность.

Чем больше яркость объекта, тем больший световой поток от него поступает в глаз и тем сильнее сигнал, поступающий от глаза в зрительный центр. Таким образом, казалось бы, чем больше яркость, тем лучше человек видит объект. Однако это не совсем так. Если поверхность (фон), на которой располагается объект, имеет близкую к объекту по величине яркость, то интенсивность засветки участков сетчатки световым потоком, поступающим от фона и объекта, одинакова (или слабо различается), величина поступающих в мозг сигналов одинакова, и объект на фоне становится неразличимым.

Чтобы объект был хорошо виден, яркости объекта и фона должны различаться. Разница между яркостями объекта L_0 и фона L_f , отнесенная к яркости фона, называется контрастом

$$K = |L_0 - L_f| / L_f$$

при малом контрасте объект слабо заметен на фоне (например, линия бледно-желтого цвета на белом листе). При $K < 0,2$ контраст считается малым, при $K = 0,2 \dots 0,5$ контраст средней, а при $K > 0,5$ — большим.

Величина яркости объекта тем больше, чем больше коэффициент отражения и падающий на поверхность световой поток.

Световые свойства поверхностей характеризуются коэффициентами отражения r , пропускания τ и поглощения a , причем во всех случаях $r + \tau + a = 1$. Указанные коэффициенты — это доля светового потока, которая соответственно отражается, пропускается или поглощается поверхностью.

Для характеристики интенсивности потока, падающего на поверхность от источника света, введена величина, получившая название освещенности.

Освещенность — это отношение падающего на поверхность светового потока $\Phi_{пад}$ к величине площади этой поверхности S :

$$E = \Phi_{пад} / S$$

Измеряется освещенность в люксах (лк) — лк/м². Освещенность поверхности не зависит от ее световых свойств.

Таким образом, чем больше освещенность и контраст, тем лучше виден объект, а следовательно, меньше нагрузка на зрение. Следует обратить внимание на то, что слишком большая яркость отрицательно воздействует

на зрение. Как правило, большая яркость связана не со слишком большой освещенностью, а с очень большими коэффициентами отражения (например, зеркальным отражением). При большой яркости имеет место слишком интенсивная засветка сетчатки, и разлагающийся светочувствительный материал не успевает восстанавливаться (регенерироваться) - возникает явление ослепленности. Такое явление, например, возникает, если смотреть на раскаленную нить лампы накаливания, обладающей большой яркостью.

Поверхности, яркость которых в отраженном или пропущенном свете одинакова во всех направлениях, называются диффузными. Для таких поверхностей имеют место соотношения:

$$I_{\alpha} = I_0 \cos \alpha = LS \cos \alpha;$$

$$\Phi = I_0 \pi = LS \pi;$$

$$L = Er/\pi \text{ или } L = E\tau\pi.$$

Здесь I_0 — сила света в направлении нормали к поверхности; I_{α} — тоже, под углом α к нормали; α — угол между данным направлением и нормалью к поверхности.

Близки по свойствам к диффузным поверхностям и приравниваются к последним в отраженном свете матовые поверхности бумаги, ткани, дерева, побеленные поверхности, штукатурка, в пропущенном свете — только молочные стекла.

Зависимость силы света I_{α} от меридионального угла α задается или в табличной форме или в виде кривой силы света, т. е. геометрического места-концов отрезков, изображающих в принятом масштабе значения силы света в различных направлениях (рис. 1).

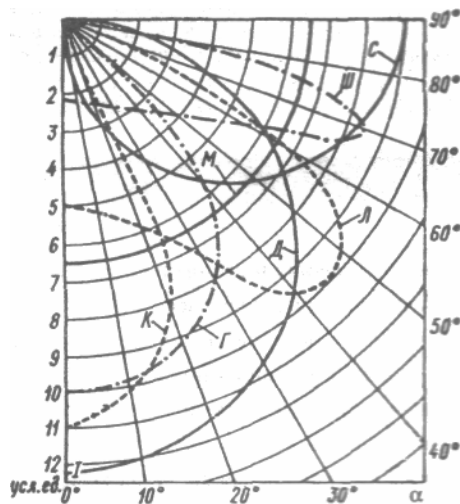


Рис. 1. Типовые кривые силы света:

Г — глубокая; Д — косинусная; К — концентрированная; Л — полуширокая; М — равномерная; С — синусная; Ш — широкая

Важной характеристикой, от которой зависит требуемая освещенность на рабочем месте, является размер объекта различения - минимальный размер наблюдаемого объекта (предмета), отдельной его части или дефекта, которые необходимо различать при выполнении работы. Например, при написании или чтении текста, чтобы видеть текст, необходимо различать толщину линии буквы — поэтому толщина линии и будет размером объекта различения при написании или чтении текста. Размер объекта различения определяет характеристику работы и ее разряд. Например, при размере объекта менее 0,15 мм разряд работы наивысшей точности (I разряд), при размере 0,15...0,3 мм — разряд очень высокой точности (II разряд); 0,3...0,5 мм — разряд высокой точности (III разряд) и т. д. При размере более 5 мм — грубая работа.

Очевидно, чем мельше. размер объекта различения (выше разряд работы) и меньше контраст объекта различения с фоном, на котором выполняется работа, тем больше требуется освещенность рабочего места, и наоборот.

Как устроен глаз и как видит человек

Глаз представляет собой сложную оптическую систему. Оптическая часть глаза состоит в основном из двояковыпуклой линзы — хрусталика, диафрагмированного отверстием в радужной оболочке — зрачком (рис. 2). Хрусталик создает на светочувствительной поверхности — сетчатке, устилающей глазное дно, действительное, уменьшенное и обратное изображение фиксируемых глазом предметов.

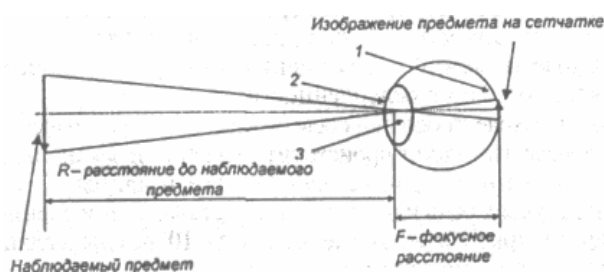


Рис.2. Глаз как оптическая система: 1 — сетчатка, 2 — зрачок; 3 — хрусталик

Сетчатка имеет сложное строение и состоит из приемников света — палочек, колбочек и нервных клеток. Свет, проникший в глаз, воздействует на фотохимическое вещество элементов сетчатки и разлагает его. Достигнув определенной концентрации, продукты распада раздражают нервные окончания, заложенные в палочках и колбочках. Возникшие при этом импульсы — по зрительному нерву поступают в нервные клетки зрительного центра головного мозга. В результате человек видит цвет,

форму и величину предмета. Сетчатка глаза содержит 130 млн палочек и 7 млн колбочек. Колбочки отвечают за цветное зрение, палочки не различают цветов. Одновременно с расходом фотохимического вещества происходит процесс его регенерации. Процесс регенерации фотохимического вещества происходит в палочках значительно медленнее, чем в колбочках, различна также чувствительность тех и других к различным длинам волн излучения.

Палочки присоединены к волокнам зрительного нерва большими группами, т. е. "подключены" к нему параллельно, колбочки присоединены к волокнам по отдельности или по несколько штук.

При очень малых уровнях яркости разложение фотохимического вещества происходит медленно, но так как палочки присоединены к волокнам зрительного нерва большими группами, то на малые яркости реагируют именно они. Наоборот, при высоких яркостях колбочки работают хорошо, палочки же практически выключаются из работы, так как быстрый расход фотохимического вещества не компенсируется его медленной регенерацией.

Это является причиной существования дневного, ночного и сумеречного зрения. Дневное зрение - зрение нормального глаза, возникающее примерно при яркости более 10 кд/м², которая имеет место при освещенности поверхности не менее 50 лк с коэффициентом отражения $r = 0,6$. Ночное зрение — при яркости не менее 0,01 кд/м², т. е. при освещенности той же поверхности не более 0,05 лк. В промежутке между указанными уровнями яркости, в котором происходит переход от одного вида зрения к другому, имеет место сумеречное зрение.

Приспособление глаза к различению объекта осуществляется за счет трех процессов:

- аккомодации — изменения кривизны хрусталика глаза таким образом, чтобы изображение предмета оказалось в плоскости сетчатки глаза (при изменении кривизны хрусталика происходит изменение величины фокусного расстояния — осуществляется "наводка на фокус");
- конвергенции — поворота осей зрения обоих глаз так, чтобы они пересекались на рассматриваемом объекте;
- адаптации — приспособления глаза к данному уровню освещения

Процесс адаптации — это изменение площади зрачка. При адаптации глаза, кроме изменения площади зрачка, происходят и другие процессы. Например, при увеличении яркости происходит подавление палочек и уменьшение количества светочувствительного вещества в колбочках. При адаптации глаза к малым яркостям происходят обратные явления. Для освещения процесс адаптации имеет особое значение, так как именно ему глаз обязан столь широкому диапазону работоспособности.

Хорошо известно, что при переходе из светлого помещения в темное

способность различать детали возникает медленно, а при выходе из темного помещения в светлое первоначально возникает состояние ослепления.

При переходе от больших освещенностей к практической темноте процесс адаптации происходит медленно и заканчивается за 1...1.5 ч. Обратный процесс идет быстрее и длится 10..15 мин. В обоих случаях речь идет о полной переадаптации зрения; при изменении яркости -не более чем в 5—10 раз переадаптация происходит практически мгновенно.

Необходимо помнить, что в процессе адаптации глаз работает с пониженной работоспособностью, поэтому необходимо избегать условий, требующих частой и глубокой переадаптации.

Проиллюстрировать процессы перестройки зрения можно на таких простейших опытах.

Процесс аккомодации. Посмотрите в течение 1...2 мин через окно на удаленный предмет (желательно небольшого размера — ветку, дерево, мачту, антенну и т. д.), затем быстро переведите взгляд на текст книги. Обратите внимание на то, что в первый момент текст книги плохо различим. При хорошем зрении процесс изменения кривизны хрусталика происходит достаточно быстро — изменяется фокусное расстояние, наблюдаемый объект фокусируется на сетчатке. При ухудшении зрения этот процесс замедляется.

Процесс адаптации. Вовремя чтения книги выключите искусственное освещение или уменьшите его так, чтобы значительно уменьшилась освещенность поверхности страницы книги. Обратите внимание на то, что в первый момент текст становится плохо различимым и лишь спустя некоторое время Вы сможете его читать. От степени изменения освещенности зависит время, необходимое для адаптации зрения (изменения размеров зрачка), к новым условиям пониженной освещенности.

К работе зрительного аппарата применим известный психофизический закон Вебера—Фехнера, в соответствии с которым как равные воспринимаются приращения яркости, одинаковые не по своему абсолютному значению, а по их отношению к исходному уровню яркости, т. е. уровень зрительного восприятия пропорционален не яркости, а логарифму отношения яркостей.

Работоспособность глаза характеризуется несколькими показателями. Деталь различима на фоне, если она отличается от него по яркости или по цветности. Важнейшее значение при этом имеет *яркостный контраст* K . Величина, обратная контрасту, называется *контрастной чувствительностью* ($V_k = 1/K$) и измеряется в единицах контрастной чувствительности. Наименьший различимый глазом контраст называется пороговым контрастом. Пороговый контраст равен 0,01...0,015, что соответствует контрастной чувствительности 100...67 единиц.

Для того чтобы детали различались как отдельные, они должны быть

разделены определенным промежутком, наименьший размер которого определяет разрешающую способность глаза. *Разрешающая способность* выражается как отношение размера наименьшего различаемого глазом объекта к расстоянию от него до глаза и измеряется в угловых или относительных единицах. Величина, обратная разрешающей способности глаза, называется *остротой зрения*. Нормальное зрение в благоприятных условиях имеет остроту около 3500 (разрешающая способность около 1 угловой минуты). У некоторых лиц острота зрения может быть значительно большей.

Процесс видения происходит быстро, но не мгновенно. Время различения имеет значение для скорости работы, а иногда, будучи лимитированным обстоятельством, играет решающую роль при выполнении работы. При условиях, близких к пороговым в отношении размера детали, контраста и времени, различение становится недостоверным. Поэтому наряду с другими параметрами рассматривается вероятность различения p . Поэтому следует говорить о существовании зависимости $V_k = f(a, L, t, p)$, где a — угол различения объекта; L — яркость; t — время различения; p — вероятность различения.

Характеристиками взаимосвязи условий освещения и работоспособности глаза является *видимость V* и *относительная видимость V_0* .

Видимость определяется как имеющееся в данных условиях значение той или иной характеристики глаза по сравнению с наименьшим ее уровнем, необходимым для выполнения данной зрительной работы. Например, если работа требует разрешающей способности глаза 500, а при имеющихся условиях освещения она достигает 1500, то видимость равна 3. При видимости, равной 1, состояние глаза находится на границе "вижу - не вижу". Основной характеристикой глаза в настоящее время признается контрастная чувствительность. Поэтому в данное время видимость принято определять по этой функции. При оценке видимости для реальных условий вводится коэффициент сверхпорогового контраста c , который принимается равным 1,8...2. Так как зависимость зрительного процесса от яркости носит логарифмический характер, Видимость определяют по логарифмической шкале. Поэтому, чтобы на границе "вижу - не вижу" значение видимости оставалось равным единице, в формулу для определения видимости вводится множитель 10:

$$V = \lg \frac{10K}{cK_{\text{пор}}}$$

где K — фактический контраст; $K_{\text{пор}}$ — пороговый контраст для того же объекта различения.

Для каждого данного объекта различения может быть определено максимальное значение видимости V_{max} , которое соответствует таким

условиям освещения, при которых пороговый контраст достигает минимального значения $K_{\text{пор.min}}$

$$V_{\text{max}} = \lg \frac{10K}{cK_{\text{пор.min}}}$$

Степень соответствия имеющихся осветительных условий тем, при которых пороговый контраст достигает минимума, характеризуется значением относительной видимости

$$V_o = V/V_{\text{max}}$$

которая в настоящее время считается, наиболее удобным критерием для оценки световых условий.

Факторы световой среды и освещения, определяющие зрительный комфорт.

Для того чтобы обеспечить условия, необходимые для зрительного комфорта, в системе освещения должны быть реализованы следующие предварительные требования:

- равномерное освещение;
- оптимальная яркость;
- отсутствие бликов и ослепленности;
- соответствующий контраст;
- правильная цветовая гамма;
- отсутствие стробоскопического эффекта или пульсации света

Важно рассматривать свет на рабочем месте, руководствуясь не только количественными, но и качественными критериями. Первым шагом здесь будет изучение рабочего места, точности, с которой должны выполняться работы, количество работы, степень перемещений рабочего при работе и так далее. Свет должен включать компоненты как рассеянного, так и прямого излучения. Результатом этой комбинации должно стать тенеобразование большей или меньшей интенсивности, которое должно позволить рабочему правильно воспринимать форму и положение предметов на рабочем месте. Раздражающие отражения, которые затрудняют восприятие деталей, должны быть устранены, так же как и чрезмерно яркий свет или глубокие тени.

Зрительная работоспособность определяется качеством освещения. Можно выделить следующие качественные характеристики освещения и способы их

улучшения.

Прямая блескость. Находящиеся в поле зрения человека поверхности высокой яркости могут производить неприятное, дискомфортное ощущение или вызывать состояние ослепленности. В результате резко снижается зрительная работоспособность. Свойство высоких яркостей производить слепящее действие называется блескостью. Различают психологическую блескость, вызывающую ощущение дискомфорта, и физиологическую блескость, снижающую зрительные функции. Для количественной характеристики блескости введены *показатель ослепленности* P — для производственных помещений и *показатель дискомфорта* M_d — для общественных помещений. Показатель P характеризует степень снижения контрастной чувствительности, т. е. видимости, вызванной наличием в поле зрения высокой яркости, а показатель M_d — снижение субъективно оцениваемой степени зрительного неудобства.

Механизм изменения контрастной чувствительности заключается в появлении в поле зрения так называемой вуалирующей пелены, снижающей эффективный контраст между деталью и фоном. Если яркость наблюдаемого поля (поля адаптации) L_a , а яркость вуалирующей пелены β , то показатель ослепленности

$$P = \frac{\beta}{L_a} 10^3.$$

Множитель 10^3 введен для практического удобства, так как обычно речь идет о снижении контрастной чувствительности не более, чем на 7...8 %.

Яркость вуалирующей пелены β определяется освещенностью E_3 плоскости зрачка и углом θ между осью зрения и направлением на блеский источник

$$\beta = m \frac{E_3}{\theta^2}$$

Где m — коэффициент, зависящий от уровня слепящей яркости.

Как видно из приведенной формулы, на величину яркости вуалирующей пелены существенно влияет угол θ , с увеличением которого она резко снижается и при $\theta > 45$ практически становится нулевой, так как слепящая яркость не попадает в поле зрения.

Источниками прямой блескости являются осветительные установки и источники света.

Уменьшение прямой блескости может быть достигнуто:

- увеличением высоты установки светильников
- уменьшением яркости светильников путем закрытия источников света светорассеивающими стеклами;
- ограничением силы" света в направлениях, образующих большие углы с вертикалью, например, применением светильников с необходимым защитным углом
 - уменьшением мощности каждого отдельного светильника за счет

соответствующего увеличения их числа

- увеличением коэффициентов отражения всех поверхностей, находящихся в поле зрения.

Отраженная блескость возникает при больших коэффициентах отражения поверхностей, попадающих в поле зрения. Наибольшая опасность возникает при освещении поверхностей, не являющихся диффузными, когда свет падает на рабочие поверхности таким образом, что глаза находятся на направлении зеркального отражения лучей. В этом случае человек видит либо зеркальное отражение источника света, либо размытое, но очень яркое световое пятно. В обоих случаях может возникнуть состояние ослепленности, но чаще уменьшается эффективный контраст между деталью и фоном.

Устранение отраженной блескости достигается правильной организацией местного и локализованного освещения и таким расположением светильников, чтобы зеркально отраженные поверхностью лучи не попадали в глаза. Для этого лучше всего делать боковое или заднебоковое направление света.

Контраст между деталями и фоном. Из ранее сказанного ясно, что контраст между деталями и фоном, который в наибольшей степени определяет видимость деталей, не всегда является заданным и может быть увеличен или уменьшен средствами освещения и созданием световой среды. Одним из эффективных средств для повышения контраста является искусственный фон (чаще всего светлый, если деталь темная, или темный, если деталь светлая). Разновидностью искусственных фонов являются световые столы, на которых поверхности просматриваются в проходящем свете.

Тени. Различаются собственные тени, образованные рельефом поверхности, и тени, падающие от предметов, находящихся вне рабочей поверхности — оборудования, мебели, тела и рук человека и т. д. Собственные тени в большинстве случаев полезны, так как позволяют лучше различать конфигурацию детали. Падающие тени почти всегда вредны. Их вред заключается в том, что они искажают контраст, отвлекают внимание и т. д. Особенно вредны движущиеся тени.

Устранение или ограничение вредных теней осуществляется правильным выбором направления света. Например, когда человек пишет правой рукой, он смотрит на рабочую точку слева и с этой же стороны должен падать свет. Тени размазываются при увеличении размеров осветительных установок, смягчаются при достаточно высокой яркости стен и потолков и почти исчезают при отраженном освещении.

Насыщенность помещения светом. Для создания комфортных зрительных условий для человека важна не только освещенность какой бы то ни было поверхности, на которой осуществляется работа, но и впечатление насыщенности помещения светом, которое получает человек. Для характеристики насыщенности помещения светом введено понятие цилиндрической освещенности E_c . Цилиндрическая освещенность — это отношение светового потока, падающего на боковую поверхность элементарного

вертикального цилиндра, к площади этой поверхности:

$$E_{\text{ц}} = \lim_{d \rightarrow 0} \left| \frac{\Phi}{\pi d h} \right|$$

где d , h — диаметр и высота цилиндра.

Установлено соотношение между $E_{\text{ц}}$ и впечатлением насыщенности светом помещения. Характеристике насыщенности "большая", "повышенная" и "нормальная" установлены соответственно значения $E_{\text{ц}}$, равные 150, 100 и 75 лк.

Яркость вторичных полей адаптации зрения. При достаточной яркости рабочей поверхности одновременное присутствие в поле зрения темных поверхностей (например, стен, потолков, мебели, оборудования) создает затруднения при адаптации зрения. От яркости этих поверхностей зависит также впечатление насыщенности помещения светом. Ту составляющую $E_{\text{ц}}$, которая создается светом, отраженным от этих поверхностей, можно считать наиболее ценной, если не единственной, создающей впечатление насыщенности светом. Если в помещении установлены подвесные светильники прямого света, верхняя зона помещения останется темной. Это производит неприятное эстетическое и психологическое впечатление. Поэтому лучше применять светлую окраску стен и потолков, а для освещения применять светильники, излучающие некоторую (желательно не менее 15 %) часть светового потока в верхнюю полусферу.

Постоянство освещенности во времени. Изменения освещенности по времени можно подразделить на медленные и плавные, частые колебания и пульсации. Медленные изменения вызываются постепенными изменениями сетевого напряжения и факторами, изменяющими освещенность в процессе эксплуатации (загрязнением источников света, снижением светоотдачи и т. д.). Если освещенность при этом сохраняется на уровне не ниже нормативного значения, эти изменения не являются вредными.

Причиной частых колебаний являются перемещения светильников, их раскачивание движением воздуха (ветер, сквозняк, вентиляционная установка и т. д.) и колебания напряжения в сети, порождаемые изменением нагрузки. На каждый процент изменения сетевого напряжения источники света реагируют изменениями в ту же сторону светового потока: лампы накаливания — на 3,7 %, люминесцентные — в среднем на 1 %, а лампы ДРЛ — на 3 %.

Пульсации освещенности обусловлены малой инерционностью излучения газоразрядных ламп, световой поток пульсирует при переменном токе промышленной частоты (50 Гц) с удвоенной частотой последнего, т.е. 100 Гц.

Практическая опасность стробоскопического эффекта состоит в том, что вращающиеся части механизмов могут показаться неподвижными, вращающимися с более медленной скоростью, чем в действительности, или в противоположном направлении. Это может стать причиной травматизма. Однако пульсации освещенности вредны и при работе с неподвижными поверхностями, вызывая утомление зрения и головную боль. К пульсациям наиболее чувствительно периферическое зрение и поэтому они опасны при

общем освещении.

Устранение колебаний освещенности обеспечивается закреплением светильников и стабилизацией колебаний напряжения сети. Ограничение пульсаций достигается чередованием питания ламп от разных фаз трехфазной сети, в ряде случаев применяется питание ламп током повышенной частоты.

Равномерность освещения. Резкое различие яркостей, находящихся в поле зрения, вызывает неустойчивое состояние адаптационного аппарата.

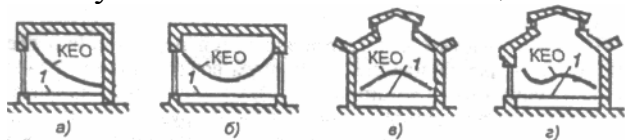
Спектральный состав света, определяющий его цвет, который оказывает существенное влияние на психофизиологическое состояние человека, о чем будет сказано ниже.

Виды освещения и его нормирование

Освещение подразделяется на естественное, искусственное и совмещенное. Естественное освещение разделяется на боковое (световые проемы в стенах), верхнее (прозрачные перекрытия и световые фонари на крыше) и комбинированное (наличие световых проемов в стенах и перекрытиях одновременно) (рис. 3). Величина освещенности в помещении от естественного света небосвода зависит от времени года, времени дня, наличия облачности, а также доли светового потока Φ от небосвода, которая проникает в помещение. Эта доля зависит от размера световых проемов (окон, световых фонарей), светопропускаемости стекол (сильно зависит от загрязненности стекол), наличия напротив световых проемов зданий, растительности, коэффициентов отражения стен и потолка помещения (в помещениях с более светлой окраской естественная освещенность лучше) и т. д.

Рис. 3. Распределение КЕО при различных видах естественного освещения: а — одностороннее боковое освещение; б — двустороннее боковое освещение; в — верхнее освещение; г — комбинированное освещение; I — уровень рабочей поверхности

•Естественный свет лучше по своему спектральному составу, чем искусственный свет, создаваемый любыми источниками света. Кроме того, чем лучше естественное освещение в поме-



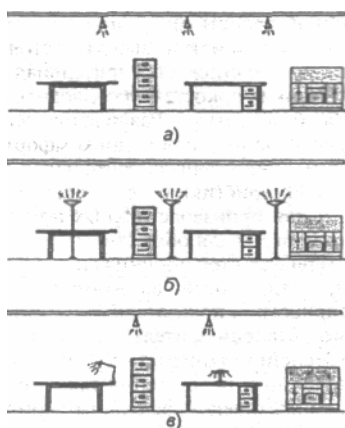


Рис. 4. Виды искусственного освещения:

а — общее; б — общее локализованное; в — комбинированное

щении, тем меньше времени приходится пользоваться искусственным светом, а это приводит к экономии электрической энергии. Для оценки использования естественного света введено понятие коэффициента естественной освещенности (КЕО) и установлены минимально допустимые значения КЕО — это отношение освещенности E_v , внутри помещения за счет естественного света к наружной освещенности E_n , от всей полусферы небосклона, выраженное в процентах:

$$КЕО = (E_v/E_n)100.$$

КЕО не зависит от времени года и суток, состояния небосвода, а определяется геометрией оконных проемов, загрязненностью стекол, окраской стен помещений и т. д. Чем дальше от световых проемов, тем меньше значение КЕО.

Минимально допустимая величина КЕО определяется разрядом работы: чем выше разряд работы, тем больше минимально допустимое значение КЕО. Например, для I разряда работы (наивысшей точности) при боковом естественном освещении минимально допустимое значение КЕО равно 2 %, при верхнем — 6 %, а для III разряда работы (выскакой точности) соответственно 1,2 % и 3 %. По характеристике зрительной работы труд учащихся можно отнести ко второму разряду работы и при боковом естественном освещении в аудитория, лаборатории на рабочих столах и партах должен обеспечиваться $КЕО = 1,5 \%$.

При недостатке освещенности от естественного света используют искусственное освещение, создаваемое электрическими источниками света. По своему конструктивному исполнению искусственное освещение может быть общим, общим локализованным и комбинированным (рис. 4).

При общем освещении все места в помещении получают свет от общей осветительной установки. В этой системе источники света распределены равномерно без учета расположения рабочих мест. Средний уровень освещенности должен быть равен уровню освещенности, требуемому для выполнения предстоящей работы. Эти системы используются главным образом на участках, где рабочие места не являются постоянными.

Такая система должна соответствовать трем основным требованиям. Прежде всего она должна быть оснащена антибликовыми приспособлениями (сетками, диффузорами, рефлекторами и т. д.). Второе требование заключается в том, что часть света должна быть направлена на потолок и на верхнюю часть стен. Третье требование состоит в том, что источники света должны быть установлены как можно выше, чтобы свести ослепление до минимума и сделать освещение как можно более равномерным (рис. 5).

Общая локализованная система освещения предназначена для увеличения освещения посредством размещения ламп ближе к рабочим поверхностям. Светильники при таком освещении часто дают блики, и их рефлекторы должны быть

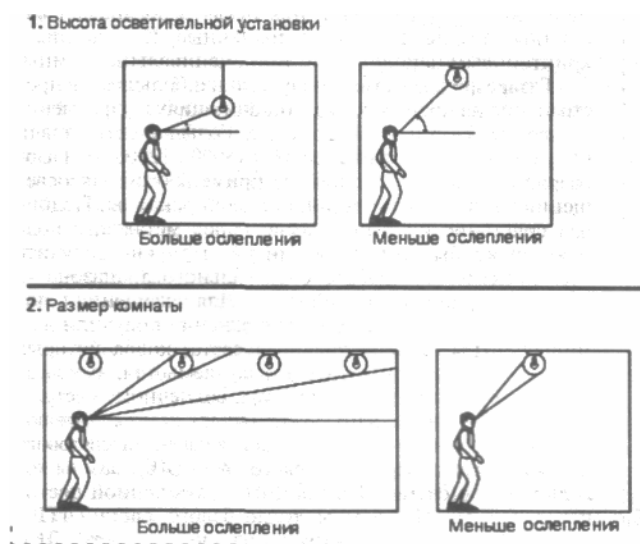


Рис. 5. Схема размещения светильников при общем освещении

расположены таким образом, чтобы они убрали источник света из прямого поля зрения рабочего. Например, могут быть направлены вверх. Комбинированное освещение наряду с общим включает местное освещение (местный светильник, например настольная лампа), сосредоточивающее световой поток непосредственно на рабочем месте. Использование местного освещения совместно с общим рекомендуется применять при высоких требованиях к освещенности.

Применение одного местного освещения недопустимо, так как возникает необходимость частой переадаптации зрения, создаются глубокие и резкие тени и другие неблагоприятные факторы. Поэтому доля общего освещения в комбинированном должна быть не менее 10 % (для помещений, имеющих естественное освещение):

$$E_{\text{комбинированное}} = E_{\text{общее}} + E_{\text{местное}};$$

$$(E_{\text{общее}} / E_{\text{комбинированное}}) 100 \geq 10 \%$$

Кроме естественного и искусственного освещения, может применяться их сочетание, когда освещенности за счет естественного света недостаточно

для выполнения той или иной работы. Такое освещение, называется совмещенным. Для выполнения работы наивысшей, очень высокой и высокой точности в основном применяют совмещенное освещение, так как, как правило, естественной освещенности недостаточно.

Искусственное освещение подразделяется на несколько видов: рабочее, аварийное, эвакуационное, дежурное, охранное.

Рабочее освещение предназначено для выполнения производственного процесса.

Аварийное освещение — для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения. Для аварийного освещения используются лампы накаливания, для которых применяется автономное питание электроэнергией. Светильники функционируют все время или автоматически включаются при аварийном отключении рабочего освещения.

Эвакуационное освещение — для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения. Для эвакуации людей уровень освещенности основных проходов и запасных выходов должен составлять не менее 0,5 лк на уровне поля и 0,2 лк на открытых территориях. Кроме минимально допустимой величины КЕО и доли йЦ> щего освещения в комбинированном освещении, в соответствии с нормами устанавливается величина минимально допустимой освещенности E^t (это основной нормируемый параметр). Величина E^t зависит от разряда работы. Разряды работы делят на четыре подразряда в зависимости от светлоты фона и контраста между деталями (объектами различения) и фоном.

При комбинированном освещении, как более экономичном, нормы выше, чем при общем. Действительно, с помощью светильника местного освещения, расположенного вблизи рабочего места, необходимую освещенность можно обеспечить при меньших затратах электрической энергии. Более подробные сведения о нормативных требованиях, предъявляемых к освещению, можно получить в СНиП 23-05—95.

Каждый вид деятельности требует определенного уровня освещенности на том участке, где эта деятельность осуществляется. Обычно, чем сильнее затруднено зрительное восприятие, тем выше должен быть средний уровень освещенности. Рекомендуемые уровни освещенности, обеспечивающие комфортные зрительные условия при выполнении различных работ и полученные в большей степени на основе практического опыта, представлены на рис. 6.

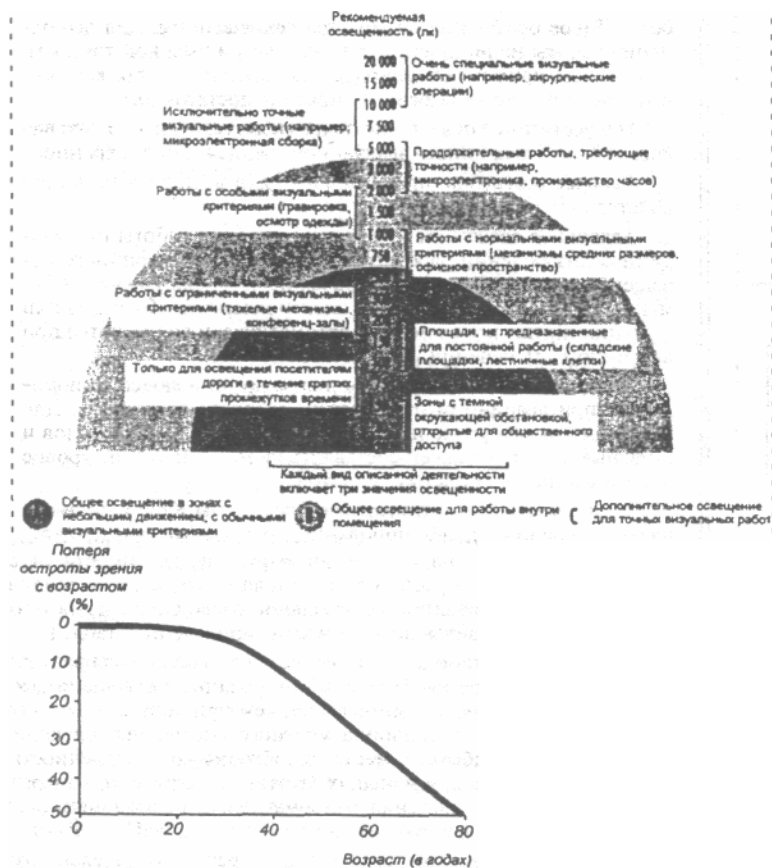


Рис. 6. Рекомендуемые уровни освещенности

Рис. 7. Зависимость остроты зрения от возраста

Представленные на рис. 6 уровни освещенности установлены для нормального зрения. С возрастом острота зрения человека снижается (рис. 7) и это требует повышения уровня освещенности.

-Искусственные источники света

Для искусственного освещения применяют электрические лампы двух типов — лампы накаливания (ЛН) и газоразрядные лампы (ГЛ). Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Видимое излучение (свет) в них получается в результате нагрева электрическим током вольфрамовой нити.

В газоразрядных лампах видимое излучение возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов или паров металлов, которыми заполняется колба лампы. Газоразрядные лампы называют люминесцентными, так как изнутри колбы покрыты люминофором, который под действием ультрафиолетового излучения, излучаемого электрическим разрядом, светится, преобразуя тем самым невидимое ультрафиолетовое излучение в свет.

Лампы накаливания наиболее широко распространены в быту из-за своей простоты, надежности и удобства эксплуатации. Находят они применение и на производстве, в организациях и учреждениях, но в значительно меньшей степени. Это связано с их низкой светоотдачей — 7,,20 дм/Вт (светоотдача лампы — это отношение светового потока лампы к ее электрической

мощности), небольшим сроком службы — до 2500 ч, преобладанием в спектре желтых и красных лучей, что сильно отличает спектральный состав света от солнечного света. В

маркировке ламп накаливания буква В обозначает вакуумные лампы, Г — газонаполненные, К — лампы с криптоновым наполнением, Б — биспиральные лампы. Газоразрядные лампы получили наибольшее распространение на производстве, в организациях и учреждениях прежде всего из-за значительно большей светоотдачи (40...110 лм/Вт) и срока службы (8000...12000 ч). Газоразрядные лампы в основном применяются для освещения улиц, иллюминации, световой рекламы. Подбирая сочетание инертных газов, паров, заполняющих колбы ламп, и люминофора, можно получить свет практически любого спектрального диапазона -красный, зеленый, желтый и т. д. Для освещения в помещениях наибольшее распространение получили люминесцентные лампы дневного света, колба которых заполнена парами ртути. Свет, излучаемый такими лампами, близок по своему спектру к солнечному свету.

Газоразрядные люминесцентные лампы бывают низкого давления, с разным распределением светового потока по спектру: лампы белого света (ЛБ); лампы холодно-белого света (ЛХБ); Лампы с улучшенной цвето-передачей (ЛДЦ); лампы тугого-белого света (ЛТБ); лампы, близкие по спектру к солнечному свету (ЛЕ); лампы холодно-белого света улучшенной цветопередачи (ЛХБЦ). Лампы ЛЕ, ЛДЦ применяются в случаях, когда предъявляются высокие требования к определению цвета, в остальных случаях — лампы ЛБ, как наиболее экономичные.

К газоразрядным лампам высокого давления относятся: дуговые ртутные лампы с исправленной цветностью (ДРЛ); ксеноновые (ДКсТ), основанные на излучении дугового разряда в тяжелых инертных газах; натриевые высокого давления (ДНаТ); металлогалогенные (ДРИ) с добавкой йодидов металлов. Лампы ДРЛ рекомендуются для производственных помещений, если работа не связана с различением цветов (в высоких цехах машиностроительных предприятий и т. п.), и наружного освещения. Лампы ДРИ имеют высокую световую отдачу и улучшенную цветность, применяются для освещения помещений большой высоты и площади.

Яркость источника света. Источники света обладают различной яркостью. Максимальная переносимая человеком яркость при прямом наблюдении составляет 7500 кд/м². На рис. 8 представлены некоторые из приблизительных значений яркости для нескольких источников света различного вида.

Однако газоразрядные лампы наряду с преимуществами перед лампами накаливания обладают и существенными недостатками, которые пока ограничивают их распространение в быту. Это пульсация светового потока, которая искажает зрительное восприятие и отрицательно воздействует на зрение. При освещении газоразрядными лампами может возникнуть стробоскопический эффект, заключающийся в неправильном восприятии

скорости движения предметов.



Рис. 8. Значения яркостей различных источников света

Ограничение пульсаций до безвредных значений достигается равномерным чередованием питания ламп от различных фаз трехфазной сети, специальными схемами подключения. Однако это усложняет систему освещения. Поэтому люминесцентные лампы не нашли широкого применения в быту. К недостаткам газоразрядных ламп относится: длительность их раз-

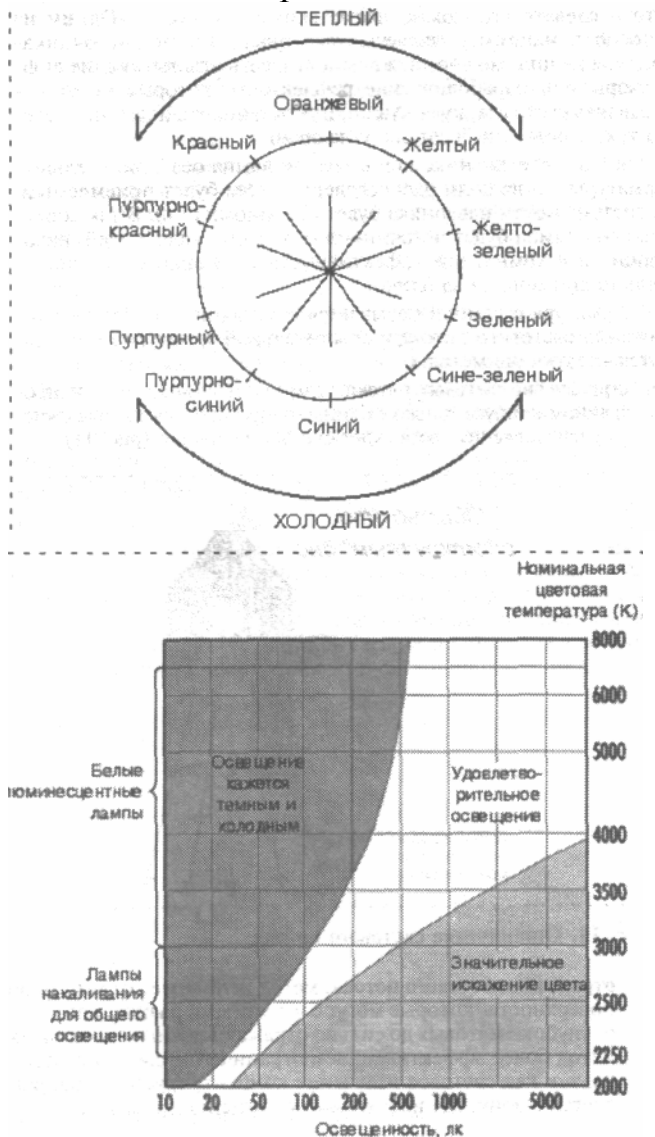


Рис. 9. Классификация цвета

горения, зависимость и работоспособность от температуры окружающей среды, создание радиопомех. Другой причиной, по-видимому, является следующее обстоятельство. Психологическое и отчасти физиологическое воздействие на человека цветности излучения источников света несомненно в значительной степени связано с теми световыми условиями, к которым человечество приспособилось за время своего существования. Далекое и холодное голубое небо, создающее в течение большей части светового дня высокие освещенности, вечерам — близкий и горячий желто-красный костер, а затем пришедшие ему на смену, но аналогичные по цветности, "лампы сгорания", создающие низкие освещенности, — таковы световые режимы, приспособлением к которым, вероятно, объясняются следующие факты. У человека наблюдается более работоспособное состояние днем при свете преимущественно холодных оттенков, а вечером при теплом красноватом свете лучше отдыхать. Лампы накаливания дают теплый красновато-желтый цвет и способствуют успокоению и отдыху, люминесцентные лампы, наоборот, создают холодный белый цвет который возбуждает и настраивает на работу.

От применяемого типа источников света зависит правильность цветопередачи. Например, темно-синяя ткань при свете ламп накаливания кажется черной, желтый цветок — грязно-белым, т. е. лампы накаливания искажают правильную цветопередачу. Однако есть предмет, которые люди привыкли видеть преимущественно вечером при искусственном освещении, например, золотые украшения "естественнее" выглядят при свете ламп накаливания, чем при свете люминесцентных ламп. Если при выполнении работы важна правильность цветопередачи, например, на уроках рисования, в полиграфической промышленности, картинных галереях и т. д., то лучше применять естественное освещение, а при его недостаточности — искусственное освещение люминесцентных ламп.

Таким образом, правильный выбор цвета для рабочего места значительно способствует повышению производительности труда, безопасности и общему самочувствию работников. Отделка поверхностей и оборудования, находящегося в рабочей зоне, точно также способствует созданию приятных зрительных ощущений и приятной рабочей обстановки.

Обычный свет состоит из электромагнитных излучений с различными длинами волн, каждое из которых соответствует определенному диапазону видимого спектра. Смешивая красный, желтый и голубой свет, мы можем получить большинство видимых цветов, включая белый. Наше восприятие цвета предмета зависит от цвета света, которым он освещен и от того, каким образом сам предмет отражает цвет.

На рис. 10 представлена номограмма условий зрительного восприятия в зависимости от уровня освещенности и цветовой температуры источников света."

-Светильники

Для более эффективного использования светового потока и ограничения ослепленности электрические лампы устанавливают в осветительной арматуре. Ослепление происходит, когда в поле зрения находится яркий источник света; результатом его является уменьшение способности различать предметы. Рабочие, которые постоянно подвергаются ослеплению, могут страдать от глазного напряжения, а также от функциональных расстройств, хотя часто они этого не осознают. Ослепление может быть прямым, когда оно вызвано нахождением ярких источников света в поле зрения, или отраженным, когда свет отражается от поверхностей с высоким коэф-

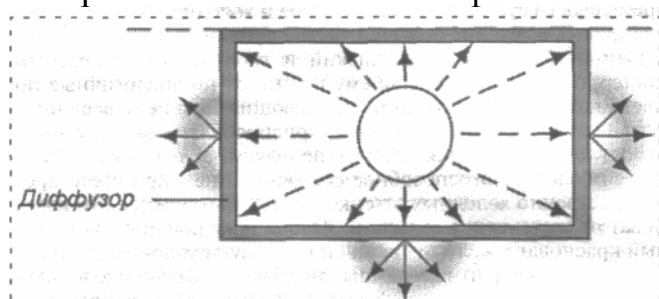


Рис. 10. Диаграмма условий зрительного восприятия в зависимости от уровня освещенности и цветовой температуры источников света

фициентам отражения. Избежать ослепления достаточно просто и сделать это можно несколькими способами. Одним из способов, например, является установка сеток под источниками освещения; можно также использовать охватывающие диффузоры или параболические рефлекторы, которые могут направлять свет туда, куда нужно, или установить источники света так, чтобы они были вне угла зрения.

Если в светильнике используется лампа без осветительной арматуры, то вряд ли распределение света будет приемлемым, и система почти наверняка будет неэкономичной. В таких случаях эта лампа будет источником ослепления для людей, находящихся в комнате, а эффективность установки будет значительно снижена из-за бликов.,

Арматура с лампой называется светильником. Для регулирования светового потока в осветительной арматуре используются следующие методы;

- ограничение светового потока: если лампа установлена в непрозрачном корпусе только с одним отверстием для выхода света, то распределение света будет очень ограничено (рис. 11);

рассеяние светового потока: лампа устанавливается в прозрачном материале, рассеивающим и создающим диффузный (рассеянный) световой поток; диффузоры поглощают некоторое количество излучаемой световой

энергии, что снижает общий коэффициент полезного действия светильника, однако при этом исключается ослепляющее действие источника света (рис. 13);



Рис,13. Распределение светового потока

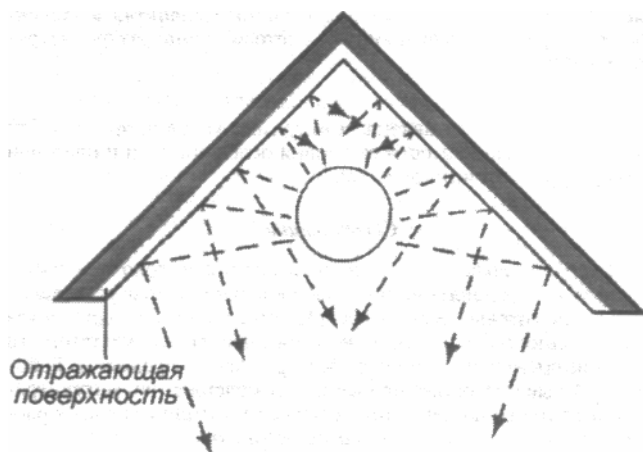


Рис. 12. Отражение светового потока

Рис. 14. Рефракция светового потока

На рис. 15 представлены некоторые типы светильников с лампами накаливания и люминесцентными лампами, используемыми в производственных и общественных помещениях. В бытовых целях применяются светильники более разнообразных конструкций и форм, выполняющих не только осветительную, но и декоративную функцию. По распределению света светильники подразделяются на светильники прямого, рассеянного или отраженного света.

Светильники прямого света направляют более 80 % светового потока в нижнюю полусферу за счет внутренней отражающей эмалевой или полированной поверхности ("Глубокоочручатель", "Универсаль", "Альфа" и др.).

Светильники рассеянного света излучают световой поток в обе полусферы ("Молочный шар", "ЛюЦетга").

Светильники отраженного света более 80 % светового потока направляют вверх на потолок, а отражаемый от него свет — вниз в рабочую зону.

Несмотря на их гигиенические преимущества (равномерность, отсутствие блескости и др.), в производственных условиях они применяются редко, так как для них требуется высокий коэффициент отражения потолка, что не всегда имеет место в условиях производства.

Для защиты глаз от ослепления светящейся поверхностью, служит защитный угол светильника — угол, образованный горизонталью от поверхности лампы (края светящейся нити) и линией, проходящей через край арматуры светильника (рис. 16), Защитный угол светильников $\Theta = 30...45^\circ$.

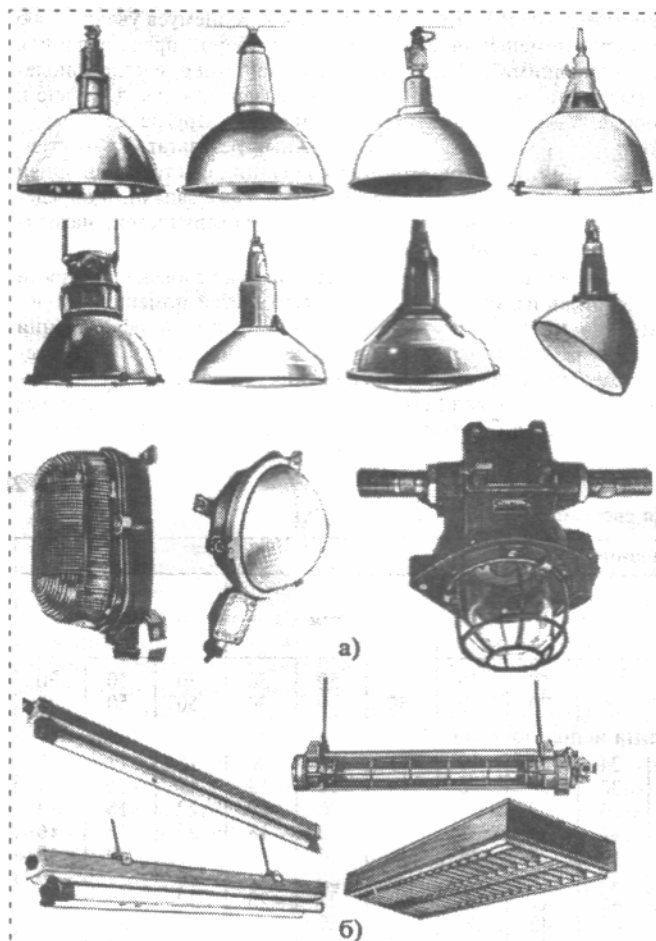


Рис. 15. Некоторые типы светильников:
 а — лампы накаливания; б — люминесцентные лампы

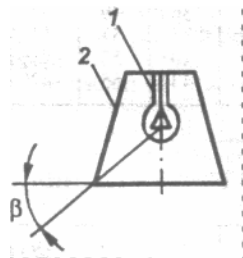


Рис. 16. Защитный угол
 светильника:
 1 — источник света;
 2 — светильник

Организация рабочего места для создания комфортных зрительных условий

Освещенность рабочего места должна быть равномерной. Во всяком случае не должно быть значительной разницы в освещенности различных участков рабочего места, чтобы не требовалось частой переадаптации зрения. Например, поверхности предметов, с которыми в данный момент осуществляется работа, должны иметь одинаковую освещенность. Подсветка с помощью небольшого светильника только поверхности одного предмета приведет к различию в освещенности других предметов. Частое обращение к подсветке потребует постоянной адаптации зрения, что в конечном счете приведет к быстрому зрительному утомлению, снижению работоспособности, общему утомлению, психическому напряжению. Письменный стол должен

располагаться в хорошо освещенном месте, желательно у окна. Человек за письменным столом должен располагаться лицом или левым боком к окну (для левшей — правым боком) для того, чтобы избежать образования тени от тела или руки человека. Светильник искусственного освещения должен располагаться относительно тела человека аналогичным образом.

Светильники должны располагаться над рабочим местом вне запретного угла, равного 45° (рис. 17). Кроме того, конструкция светильника должна исключать ослепление человека лучами, отраженными от рабочей поверхности (рис. 18, А). Для этого арматура светильника должна предусматривать направление прямых лучей, исходящих от источника под иными углами, исключающими попадание отраженного луча в глаз человека (рис. 18, Б).

Почему сильное различие в освещенности отдельных участков помещения или различных помещений может привести к травме?

При переходе из хорошо освещенного участка или помещения на плохо освещенный участок требуется некоторый промежуток времени для адаптации глаза к низкой освещенности. В этот период человек плохо видит. Это может привести к тому, что человек споткнется, упадет, наткнется на какой-либо предмет и т. д. и получит травму. Особенно большая опасность возникает при очень большой разнице в освещенности — более чем 20...30 раз, что требует значительного времени для глубокой переадаптации глаза, в течение которого человек очень плохо видит или не видит вообще.

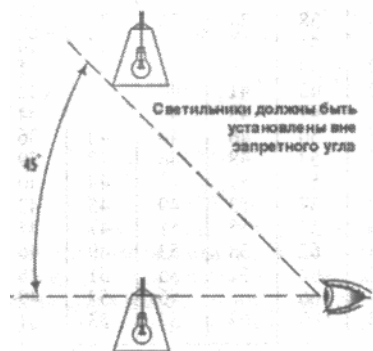


Рис. 17. Схема установки светильников.

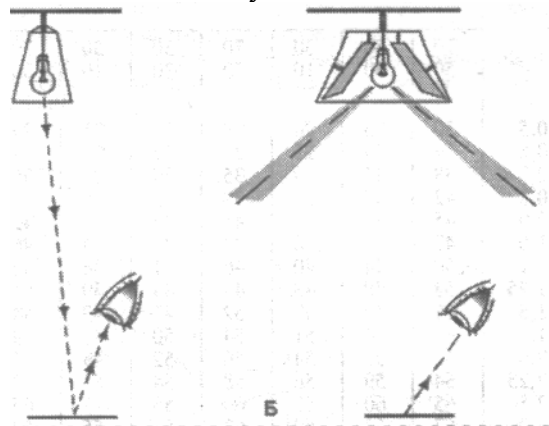


Рис. 18. Выбор конструкции светильника: А — неправильно (ослепление отраженными лучами); Б — правильно (исключение ослепления отраженными лучами)

Поэтому, если освещенность в помещении и коридоре, в который осуществляется выход из помещения, сильно различается, необходимо улучшить освещение в коридоре. Для снижения вероятности получения травмы указанные выше обстоятельства особенно важно учитывать на лестничных клетках и других травмоопасных местах.

важно:

правильная организация освещения и условий для выполнения зрительных работ - залог сохранения хорошего зрения на долгие годы; при большом контрасте требуется меньшая освещенность; поэтому на рабочем месте желательно обеспечить большой контраст между объектом и фоном, на котором расположен объект; с темными предметами лучше работать на светлом фоне, а со светлыми — на темном фоне. Это позволит при меньшем значении освещенности успешно выполнять работу и снизить зрительное утомление; если изменить контраст объекта с фоном; например, изменения коэффициента отражения фона нельзя, необходимо увеличивать освещенность на рабочем месте.

Психофизиологическое воздействие цвета на человека.

Известно, что поверхности голубых тонов, а также очень темные поверхности воспринимаются человеком как "отступающие", т. е. представляются расположенными дальше, чем в действительности. Это иногда ведет к кажущемуся увеличению размеров помещения. Красные тона, наоборот, представляются "выступающими". Некоторые цвета, например, светло-фиолетовые цвета оказывают на человека раздражающее действие и способствуют очень быстрому утомлению. Другие же, в частности зеленый, дают противоположный результат. Субъективное восприятие человеком таких внешних факторов внешней среды, как температура, шум и другие, даже запахи, в определенной степени зависит от цветности поверхностей, находящихся в поле зрения.

Психофизиологическое воздействие человека цветности источников излучения и цвета поверхностей помещения обязательно нужно учитывать при цветно-световом оформлении интерьера. Например, для спален лучше применять ЛН и цветовое оформление выполнять в мягких успокаивающих, например, желто-зеленых тонах. Наоборот, в помещениях которых должна осуществляться работа, лучше применять люминесцентные лампы, а цветовое оформление выполнять в светлых, бодрящих тонах, стимулирующих активную деятельность.

Следует обратить внимание на то, что психофизиологическое воздействие цвета на человека учитывается как весьма важный фактор, определяющий вопросы безопасности, например, окраска автомобилей, знаков безопасности, опасных участков, трубопроводов, баллонов и т. д. Следует обратить внимание на то, что цвет имеет также и субъективно индивидуальную сторону воздействия на эмоциональную сферу человека.

Расчет освещения

Искусственное освещение. Основным методом расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности является метод светового потока (коэффициента использования). Необходимый световой поток $\Phi_{л}$ (лм) от одной лампы накаливания или группы ламп светильника из люминесцентных ламп рассчитывают по формуле:

$$\Phi_{л} = \frac{E_{н} S z k}{N_{с} \beta \eta}$$

где $E_{н}$ — нормированная минимально допустимая освещенность, лк, которая определяется нормативом (см. СНиП 23-05—95); S — площадь освещаемого помещения, м²; z — коэффициент неравномерности освещения, который зависит от типа ламп (для ламп накаливания и дуговых ртутных ламп — 1,5, для люминесцентных ламп — 1,1); k — коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильников и снижение светоотдачи в процессе эксплуатации, зависящий от вида технологического процесса, выполняемого в помещении, и рекомендуемый в нормативах СНиП 23-05—95 (обычно $k = 1,3 \dots 1,8$); n — число светильников в помещении; β — коэффициент затенения, который вводится в расчет только при наличии крупногабаритного оборудования, затеняющего пространство; η — коэффициент использования светового потока лампы, учитывающий долю общего светового потока, приходящегося на расчетную плоскость, и зависящий от типа светильника, коэффициента отражения потолка $\rho_{п}$ и стен $\rho_{с}$, высоты подвеса светильников, размеров помещения, определяемых индексом I помещения, который определяется по формуле:

$$I = \frac{AB}{H_{с}(A+B)}$$

где A и B — длина и ширина помещения; $H_{с}$ — высота подвеса светильников над рабочей поверхностью.

Коэффициент использования светового потока лампы (η) определяют по таблицам, приводимым в СНиП 23-05—95 в зависимости от типа светильника, $\rho_{п}$, $\rho_{с}$ и Индекса I . Некоторые значения η приведены в табл. 2. По полученному в результате расчета по приведенной выше формуле световому потоку $\Phi_{л}$ по ГОСТ 2239—79* и ГОСТ 6825—91 выбирают ближайшую стандартную лампу и определяют ее необходимую мощность. Св Умножив электрическую мощность лампы на количество светильников $M_{с}$, можно определить электрическую мощность всего освещения помещения.

При выборе типа лампы допускается отклонение от расчетного светового потока лампы $\Phi_{л}$ до —10 % и +20 %. Если такую лампу не удалось

подобрать, выбирают другую схему расположения светильников, их тип и повторяют расчет.

Расчет освещения от светильников с люминесцентными лампами целесообразно выполнять, предварительно задавшись типом, электрической мощностью и величиной светового потока ламп. С использованием этих данных необходимое число светильников определяют по формуле:

$$N_c = \frac{E_n S z k}{N_p \Phi_a \eta \beta}$$

где N_p — число принятых рядов светильников.

Для поверочного расчета общего локализованного и комбинированного освещения, освещения наклонных и вертикальных поверхностей и для проверки расчета равномерного общего освещения горизонтальных поверхностей, когда отраженным световым потоком можно пренебречь, применяют точечный метод.

В основу точечного метода положена формула (расчетная схема изображена на рис. 19):

$$E_n < \frac{I_a \cos^2 \gamma}{k H^2}$$

где I_a — сила света в направлении от источника света к расчетной точке А рабочей поверхности, кд (определяется по светотехническим характеристикам источника света и светильника); H — высота светильника над рабочей поверхностью, м; γ — угол между нормалью к рабочей поверхности и направлением светового потока от источника.

При необходимости расчета освещенности в точке, создаваемой несколькими светильниками, подсчитывают освещенность от каждого из них, а затем полученные значения складывают. Должно выполняться условие $E_n < E^{\wedge}$.

Естественное освещение. Целью расчета естественного освещения является аналитическое определение значения КЕО. Это необходимо для правильной расстановки оборудования,

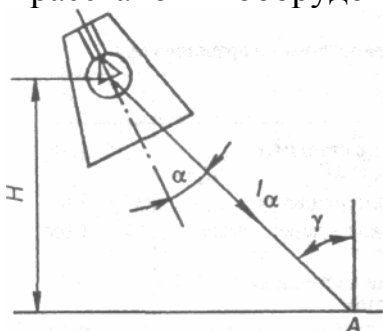


Рис. 19. Схема расчета освещения точечным методом Данюлика

Заключение

Таким образом, правильная организация освещения на производстве и в быту — залог здоровья, высокой производительности труда, комфортного эмоционального и психологического состояния человека. Правильная организация освещения предусматривает не только соблюдение нормативных требований по уровню освещенности и ряду других показателей, но и учет ряда качественных показателей — световой насыщенности, равномерности и однородности освещения, тенеобразования, цветовой гаммы световой среды и т. д.

Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте 3.7. Освещение

3.7.1. Естественное освещение

3.7.1.1. Естественное освещение в производственных, вспомогательных и бытовых помещениях должно соответствовать требованиям действующих строительных норм и правил.

Помещения для хранения АТС, складские помещения, а также другие помещения, постоянного пребывания работников в которых не требуется, могут быть без естественного освещения.

3.7.1.2. Окна, обращенные на солнечную сторону, должны быть оснащены устройствами, обеспечивающими защиту от прямых солнечных лучей.

Не допускается загораживать окна и другие световые проемы материалами, оборудованием и т.п.

3.7.1.3. Световые проемы верхних фонарей должны быть застеклены армированным стеклом, или под фонарем должны быть подвешены металлические сетки для защиты от возможного выпадения стекол.

3.7.1.4. Очистка от загрязнений остекления светопроемов и фонарей должна проводиться регулярно: при значительном загрязнении - не менее 4 раз в год, а при незначительном - не менее 2 раз в год.

3.7.1.5. Для обеспечения безопасности при очистке остекления светопроемов следует использовать специальные приспособления (лестницы-стремянки, подмости и т.п.).

3.7.2. Искусственное освещение

3.7.2.1. Помещения и рабочие места должны обеспечиваться искусственным освещением, достаточным для безопасного выполнения работ, пребывания и передвижения людей в соответствии с требованиями действующих строительных норм и правил.

3.7.2.2. Чистка светильников должна производиться в сроки, указанные в действующих строительных нормах и правилах.

3.7.2.3. Устройство и эксплуатация системы искусственного освещения должны соответствовать требованиям действующих нормативных правовых актов.

3.7.2.4. Светильники должны быть расположены так, чтобы была обеспечена возможность их безопасного обслуживания.

3.7.2.5. Для электропитания светильников общего освещения в помещениях применяют, как правило, напряжение не выше 220 В. В помещениях без повышенной опасности указанное напряжение допускается для всех стационарных светильников независимо от высоты их установки.

3.7.2.6. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при установке светильников напряжением 220 В общего освещения с лампами накаливания и газоразрядными лампами на высоте менее 2,5 м необходимо применять светильники, конструкция которых исключает возможность доступа к лампе без применения инструмента. Электропроводка, подводимая к светильнику, должна быть в металлических трубах, металлорукавах или защитных оболочках. Кабели и незащищенные электропровода можно использовать лишь для питания светильников с лампами накаливания напряжением не выше 50 В.

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

3.7.2.7. Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Конструкция светильников местного освещения

должна предусматривать возможность изменения направления света.

Для электропитания светильников местного стационарного освещения должно применяться напряжение: в помещениях без повышенной опасности - не выше 220 В, а в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных - не выше 50 В.

Штепсельные розетки напряжением 12-50 В должны отличаться от штепсельных розеток напряжением 127-220 В, а вилки 12-50 В не должны подходить к розеткам 127-220 В.

3.7.2.8. При использовании для общего и местного освещения люминисцентных и газоразрядных ламп должны быть приняты меры для исключения стробоскопического эффекта.

3.7.2.9. В помещениях сырых, особо сырых, жарких и с химически активной средой применение люминисцентных ламп для местного освещения допускается только в арматуре специальной конструкции.

3.7.2.10. Освещение осмотровых канав светильниками напряжением 127-220 В, допускается при соблюдении следующих условий:

вся электропроводка должна быть внутренней (скрытой), имеющей надежную электро- и гидроизоляцию;

осветительная аппаратура и выключатели должны иметь электро- и гидроизоляцию;

светильники следует закрывать стеклом или ограждать защитной решеткой;

металлические корпуса светильников должны заземляться (зануляться).

3.7.2.11. Аварийное освещение должно обеспечивать необходимую освещенность для продолжения работ или безопасного выхода людей из помещений при внезапном отключении рабочего освещения.

3.7.2.12. Светильники аварийного освещения должны присоединяться к электросети, независимой от рабочего освещения, автоматически включаться при внезапном выключении рабочего освещения.

3.7.2.13. В помещениях для хранения АТС, работающих на КПП, а также в помещениях для их технического обслуживания, ремонта и проверки технического состояния должно предусматриваться аварийное освещение в соответствии с требованиями действующих нормативных актов.

В этих помещениях электропитание аварийной вентиляции, аварийного освещения, а также системы контроля газовой среды должно предусматриваться по первой категории надежности электроснабжения.

3.7.2.14. Для электропитания переносных светильников в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных необходимо применять напряжение не выше 50 В.

3.7.2.15. При наличии особо неблагоприятных условий, когда опасность поражения электрическим током усугубляется теснотой, неудобным положением работника, соприкосновением с заземленными (запуленными) поверхностями (работа в котлах, емкостях и т.п.), для питания переносных светильников применяют напряжение не выше 12 В.

3.7.2.16. Во взрывоопасных помещениях должны применяться светильники во взрывозащищенном исполнении, а в пожароопасных - светильники во влагонепроницаемом и пыленепроницаемом, закрытом исполнении.

3.7.2.17. Помещение для ацетиленового генератора должно иметь наружное электрическое освещение через закрытые наглухо фрамуги окон.

Список литературы

1. Кнорринг Г, М., Феди Р.ЛМ., Сидоров В. Н. Справочная книга по организации электрического освещения. 2-е изд., исправ. и доп. СПб: Энергоатомвдиат, 1992;
2. Справочная книга по светотехнике / Под ред. К.Б. Айзенберга. 2-е изд., перераб. и доп, М.: Энергоатомиздат, 1995.
3. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Естественное и искусственное освещение. М.: Информрекламиздат, 1995.