

# ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ. РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ.



*Производственное освещение* - неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда и качество выпускаемой продукции находятся в прямой зависимости от освещения.

*Видимый свет* - это электромагнитные волны с длиной волны от 380 до 770 нм. Он входит в оптическую область электромагнитного спектра, который ограничен длинами волн от 10 до 340000 нм. Видимый свет обеспечивает зрительное восприятие, дающее около 90% информации об окружающей среде, влияет на тонус центральной и периферической нервной системы, на обмен веществ в организме, его иммунные и аллергические реакции, на работоспособность и самочувствие человека.

Свет является возбудителем зрительного анализатора. Человеческий глаз различает семь основных цветов и более сотни их оттенков. Чувствительность глаза к излучениям различных волн неодинакова.

Приблизительные границы длин волн (нм) и соответствующие им ощущения (цвета) следующие:

- 380-455 - фиолетовый
- 455-470 – синий
- 470-500 – голубой
- 500-540 - зеленый
- 540-590 - желтый
- 590-610-оранжевый
- 610-770 - красный

Наибольшая чувствительность органа зрения человека приходится на излучение с длиной волны 555 нм (желто-зеленый цвет).

## Требования к производственному освещению.

Основной задачей *производственного освещения* является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы.

*Недостаточное освещение рабочего места* затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости. Слишком низкие уровни освещенности вызывают апатию, сонливость, а в некоторых случаях способствуют развитию чувства тревоги.

*Излишне яркий свет* слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. Воздействие чрезмерной яркости может вызывать фотоожоги глаз и кожи, катаракты и другие нарушения.

*К гигиеническим требованиям, отражающим качество производственного освещения, относят: равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающих предметах и ограничение теней; ограничение прямой и отраженной блеклости; ограничение или устранение колебаний светового потока.*

*Равномерное распределение яркости в поле зрения имеет важное значение для поддержания работоспособности человека. Перевод взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность вынуждает глаз переадаптироваться, что ведет к утомлению зрения и соответственно к снижению производительности труда.*

*Степень неравномерности освещенности определяется коэффициентом неравномерности, - отношением максимальной освещенности к минимальной. Чем выше точность работ, тем меньше должен быть коэффициент неравномерности. Равномерность освещенности достигается рациональной схемой размещения светильников, системой освещения.*

Производственное освещение должно обеспечить отсутствие в поле зрения работающего резких теней. Наличие теней создает резкую неравномерность освещения, особенно опасны движущиеся тени. Искажаются формы и размеры объектов и тем самым повышается утомляемость, снижается производительность труда, что может привести к травмам. Необходимо устранять или смягчать их, что достигается правильным выбором направления светового потока на рабочую поверхность, а также увеличением отраженной составляющей освещенности.

Для улучшения видимости объектов в поле зрения работающего должна отсутствовать *блэккость*. *Блэккость* - это повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т.е. ухудшение видимости объектов.

Различают *блеклость прямую* (создается источниками света и осветительными приборами - светильники, окна) и *отраженную* (от зеркальных поверхностей). Способом защиты от прямой блеклости является понижение яркости источника света с помощью отражателей и рассеивателей, правильный выбор защитного угла светильника и высоты его подвеса. Ослабление отраженной блеклости может быть достигнуто правильным выбором направления светового потока на рабочую поверхность, изменением угла наклона рабочей поверхности, устройством отраженного освещения, заменой блестящих поверхностей матовыми.

Причинами *колебаний светового потока* могут быть изменение напряжения в сети, подвижное крепление источников света и пульсации светового потока газоразрядных ламп. Это обуславливает переадаптацию глаза и приводит к значительному утомлению. Снижение колебаний светового потока достигается стабилизацией плавающего напряжения, жестким креплением светильников, применением специальных схем включения газоразрядных ламп (на три фазы сети, на две фазы сети, по опережающе-отстающей схеме и др.).

При организации производственного освещения следует выбирать необходимый *спектральный состав светового потока*. Это требование особенно существенно для обеспечения правильной цветопередачи, а в отдельных случаях для усиления цветовых контрастов.

*Осветительные установки* должны быть удобны и просты в эксплуатации, долговечны, отвечать требованиям эстетики, электробезопасности, а также не должны быть причиной возникновения взрыва или пожара.



## Основные светотехнические характеристики.

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями. К количественным показателям относятся:

*световой поток*  $\Phi$  - часть лучистого потока, воспринимаемая человеком как свет; характеризует мощность светового излучения, измеряется в люменах (лм);

*сила света*  $J$  - пространственная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока  $\Phi$ , исходящего от источника и равномерно распространяющегося внутри элементарного телесного угла (Ю, к величине этого угла;  $J = d\Phi/d$  измеряется в канделах (кд);

*освещенность*  $E$  - поверхностная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока  $d\Phi$ , равномерно падающего на освещаемую поверхность  $dS$  ( $m^2$ ), к ее площади:  $E = d\Phi/dS$ ; измеряется в люксах (лк);

*яркость*  $L$  поверхности под углом, а к нормали - это отношение силы света  $dJ_a$ , излучаемой, освещаемой или светящейся поверхностью в этом направлении, к площади  $dS$  проекции этой поверхности, на плоскость, перпендикулярную к этому направлению;  $L == d\Phi/(dS \cos \alpha)$ , измеряется в  $\text{кд} \times \text{м}^{-2}$ .

Для качественной оценки условий зрительной работы используют такие показатели как *фон, контраст объекта с фоном, коэффициент пульсации освещенности, показатель освещенности, спектральный состав света.*

*Фон* - это поверхность, на которой происходит различение объекта. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее световой поток. Эта способность (*коэффициент отражения*  $r$ ) определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока  $\Phi_{\text{отр}}$  к падающему на нее световому потоку  $\Phi_{\text{пад}}$ ;  $r = \Phi_{\text{от}} / \Phi_{\text{пад}}$ . В зависимости от цвета и фактуры поверхности значения коэффициента отражения находятся в пределах 0,02...0,95; при  $r > 0,4$  фон считается светлым; при  $r == 0,2...0,4$  - средним и при  $r < 0,2$  - темным.

## Виды производственного освещения.

В производственных помещениях используются 3 вида освещения: *естественное, искусственное и совмещенное* или *смешанное*.

Совмещенное освещение характеризуется одновременным сочетанием *естественного и искусственного освещения* и применяется в том случае, когда только естественное освещение не может обеспечить необходимые условия для выполнения производственных операций. Искусственное освещение в системе совмещенного может функционировать постоянно (в зонах с недостаточным освещением) или включаться с наступлением сумерек.

Естественное освещение создается природными источниками света - прямыми солнечными лучами и диффузным светом небосвода (от солнечных лучей, рассеянных атмосферой) и меняется в зависимости от географической широты, времени года и суток, степени облачности и прозрачности атмосферы.

На освещение оказывает влияние также местонахождение и устройство зданий, величина застекленной поверхности, форма и расположение окон, глубина помещения, расстояние между противоположными зданиями и др.

Естественное освещение по конструктивному исполнению бывает:

- а) боковое - через световые проемы (окна) в наружных стенах (одностороннее и двухстороннее);
- б) верхнее - через световые проемы, расположенные в верхней части (крыше) здания (аэрационные и зенитные фонари и т.д.);
- в) комбинированное - сочетание верхнего и бокового освещения.



Наиболее эффективно *комбинированное* *естественное* *освещение*, обеспечивающее большую равномерность уровня освещенности. При применении только бокового освещения создается высокая освещенность вблизи окон и низкая в глубине помещения и при этом возможно образование теней от оборудования больших размеров.

Условия гигиены труда требуют максимального использования *естественно* *освещения*, т.к. солнечный свет оказывает оздоравливающее действие на организм. Однако оно не может в полной мере обеспечить необходимую освещенность производственных помещений. Поэтому в практической деятельности широко используется искусственное освещение.

*Искусственное освещение* по конструктивному исполнению бывает двух видов: общее и комбинированное.

*Общее искусственное освещение* применяют в помещениях, где выполняются однотипные работы по всей площади при большой плотности рабочих мест (гальванические, литейные, сварочные цехи), а также в административных, конторских и складских помещениях.

Различают: *общее равномерное освещение* (световой поток распределяется равномерно по всей площади без учета расположения рабочих мест); *общее локализованное освещение* (с учетом расположения рабочих мест).

При выполнении точных зрительных работ, наряду с общим освещением применяют местное.

*Комбинированное освещение* - это совокупность местного и общего. Применение одного местного освещения внутри помещений не допускает, поскольку образуются резкие тени, зрение быстро утомляется и создается опасность производственного травматизма.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на рабочее, аварийное и специальное.



*Рабочее освещение* предназначено для обеспечения нормального выполнения производственного процесса, прохода людей, движения транспорта и является обязательным для всех производственных помещений.

*Аварийное* - устраивают для продолжения работы в тех случаях, когда внезапное отключение рабочего освещения (при авариях) и связанное с этим нарушение нормального обслуживания оборудования могут вызвать взрыв, пожар, отравление людей, нарушение технологического процесса, нарушение обслуживания больных в операционных, нарушение режима детских учреждений.

*Минимальная освещенность рабочих поверхностей* должна составлять 5% нормальной освещенности рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри здания и 1 лк для территорий предприятия.



*Специальное освещение* может быть охранным, эвакуационным, сигнальным, бактерицидным и эритемным. Охранное освещение устраивают вдоль границ территорий, охраняемых специальным персоналом. Наименьшая освещенность в ночное время 0,5 лк.

*Эвакуационное освещение* предназначено для обеспечения эвакуации людей из производственного помещения при авариях и отключении рабочего освещения. Предусматривается: в местах, опасных для прохода людей; на лестничных клетках, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работают более 50 человек; в лестничных клетках жилых домов, высотой 6 и более этажей и других случаях по СНиП.

Минимальная освещенность на полу основных проходов и на ступеньках при эвакуационном освещении должна быть не менее 0,5 лк, а на открытых территориях не менее 0,2 лк.

*Сигнальное освещение* применяют для фиксации границ опасных зон; оно указывает на наличие опасности, либо на безопасный путь эвакуации.

*Бактерицидное освещение* применяется для обеззараживания воздуха производственных помещений, питьевой воды, продуктов питания. Наибольшей бактерицидной способностью обладает ультрафиолетовое излучение длиной волны 254...257 нм, создаваемое специальными лампами.

*Эритемное (искусственное ультрафиолетовое) излучение* создается в производственных помещениях, где недостаточно солнечного света (северные районы, подземные сооружения). Максимальное эритемное воздействие оказывают электромагнитные лучи с длиной волны 297 нм. Они стимулируют обмен веществ, кровообращения, дыхание и другие функции организма человека.

*Искусственное освещение* связано с затратами энергии, трудностью его монтажа, высокой стоимостью и требует постоянного наблюдения за эксплуатацией.

-

## *Источники света и осветительные приборы.*

*Источниками света* при искусственном освещении являются лампы накаливания и газоразрядные лампы. Основными характеристиками ламп являются:

- - номинальное напряжение питания  $U$  (В);
- - электрическая мощность ламп  $P$  (Вт);
- - световой поток, излучаемый лампой  $\Phi$  (лм) или максимальная сила света  $I$  (КА);
- - световая отдача  $\eta = \Phi/P$  (лм/ Вт), то есть отношение светового потока лампы к ее электрической мощности;
- - срок службы лампы;
- - спектральный состав лампы.

*Лампы накаливания* относятся к источникам света теплового излучения. Видимое излучение в них получается в результате нагрева электрическим током вольфрамовой нити, помещенной в стеклянную колбу, наполняемую при изготовлении инертным газом: аргоном, ксеноном, криптоном и их смесями.

К *преимуществам ламп накаливания* следует отнести простоту их изготовления, удобство в эксплуатации, отсутствие пусковых устройств, надежность работы при колебаниях напряжения и при различных метеорологических условиях окружающей среды.

*Основные недостатки:* низкая световая отдача (в три-шесть раз меньшая по сравнению с газоразрядными лампами), небольшой срок службы (около 2,5 тысяч часов), неблагоприятный спектральный состав, искажающий светопередачу. В них видимое излучение преобладает в желтой и красной частях спектра при недостатке в синей и фиолетовой его частях по сравнению с дневным естественным светом. Лампы накаливания обладают большой яркостью, но не дают равномерного распределения светового потока. Чтобы исключить прямое попадание света в глаза и вредное воздействие большой яркости на зрение, нить накаливания лампы необходимо закрывать. Помимо этого, при применении открытых ламп почти половина светового потока не используется для освещения рабочих поверхностей, поэтому лампы накаливания устанавливают в осветительной арматуре.

Для освещения производственных помещений в настоящее время используют лампы накаливания следующих типов: вакуумные (НВ), газонаполненные биспиральные (НБК), рефлекторные (НР), являющиеся лампами-светильниками (часть колбы такой лампы покрыта зеркальным слоем). Все большее распространение получают лампы накаливания с йодным циклом - галоидные лампы, которые имеют лучший спектральный состав света и хорошие экономические характеристики.

В связи с необходимостью экономии электроэнергии и сокращения выброса углекислого газа в атмосферу во многих странах введён или планируется к вводу запрет на производство, закупку и импорт ламп накаливания с целью вынуждения замены их на энергосберегающие (компактные люминесцентные, светодиодные, индукционные и др.) лампы.

*Газоразрядные лампы* дают свет в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов, паров металла и их смесей, а также за счет явления люминесценции ("холодное свечение"), которое невидимое ультрафиолетовое излучение преобразует в видимый свет.

За этим типом ламп закрепилось некорректное название энергоэффективные, энергосберегающие или экономичные лампы.

Они имеют следующие *преимущества по сравнению с лампами накаливания*: высокую светоотдачу, в несколько раз большую, чем у ламп накаливания; спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света; весьма продолжительный срок службы (8-12тыс. ч); относительная экономичность.

*К недостаткам газоразрядных ламп* надо отнести:

- содержание внутри лампы паров ртути (лампу нельзя выбрасывать в мусор, после выхода из строя требуется дорогостоящая утилизация);
- высокая стоимость;
- большие размеры;
- высокая чувствительность к сбоям в питании и скачкам напряжения;

- невозможность работы на любом роде тока;
- наличие мерцания и гудения при работе на переменном токе промышленной частоты;
- прерывистый спектр излучения;
- относительно сложную схему включения и необходимость специальных пусковых приспособлений (характерно не для всех моделей);
- довольно продолжительный период разгорания;
- возможность дать стробоскопический эффект, выражающийся в искажении зрительного восприятия, когда быстродвижущийся или вращающиеся детали могут казаться неподвижными. (Это явление возникает в результате пульсации светового потока, которая к тому же может вызывать помехи радиопередач. Наличие стробоскопического эффекта в большинстве производственных помещений недопустимо. Устранить его можно, пользуясь специально разработанными дорогостоящими схемами включения люминесцентных ламп.)

Выделяют люминесцентные, ртутные и ксеноновые лампы. Последние в осветительных установках промышленных предприятий не применяются, в основном используются для освещения территорий.

Люминесцентные лампы представляют собой стеклянную прозрачную трубку или колбу (реже сильно изогнутую трубку), наполненную дозированным количеством ртути и инертного газа, а по концам впаяны электроды. Внутренняя поверхность трубки покрыта тонким слоем люминофора, в зависимости от вида которого создается та или иная цветность излучения. Промышленность выпускает люминесцентные лампы: белого цвета (ЛБ), теплого белого света (ЛТБ), холодного белого света (ЛХБ), дневного света (ЛД), с исправленной цветопередачей (ЛДЦ).

Освещение люминесцентными лампами следует применять в помещениях, в которых необходимо создать особо благоприятные условия для зрения. Например, при выполнении точных работ, требующих значительного зрительного напряжения, или при выполнении работы, связанной с различением цветовых оттенков, а также в помещениях с постоянными пребыванием людей при недостаточном или вообще отсутствующем естественном освещении.



Кроме люминесцентных газоразрядных ламп (низкого давления), в производственном освещении применяют газоразрядные лампы высокого давления: лампы ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные); галогенные лампы ДРИ (дуговые ртутные с йодидами); натриевые лампы ДНаТ (дуговые натриевые трубчатые), используемые для освещения цехов с большой высотой (в частности, многих литейных цехов). Световая отдача люминесцентных и ртутных ламп примерно одинаковая. Срок их службы около 5 тыс.ч.

Светодиодные лампы в качестве источника света используют светодиоды, применяются для бытового, промышленного и уличного освещения. *Светодиодная лампа* является наиболее экологически чистым источником света. В составе светодиодной лампы нет токсичных компонентов, например, ртути, поэтому они не представляют опасности в случае выхода из строя или разрушения. В настоящее время промышленностью (зарубежной) выпускаются самые разнообразные модели светодиодных ламп, способных удовлетворить практически любым требованиям.

### *Достоинства светодиодных ламп:*

отсутствие токсичных компонентов; длительный срок эксплуатации (в 50 раз больше по сравнению с номинальным сроком службы ламп накаливания и в 4-16 раз больше, чем у большинства люминесцентных ламп); высокая светоотдача, по сравнению с лампами предыдущих поколений (дуговых, накаливаемых и газоразрядных); возможность получать различные спектральные характеристики без применения светофильтров; направленное излучение без применения рефлектора, а так же возможность изменения угла излучения при помощи линз; отсутствие инерционности при включении и выключении; отсутствие значительного тепловыделения.

*К основным недостаткам светодиодных ламп можно отнести:*

высокая цена (основной недостаток мешающий широкому применению); невозможность работы при высоких (более 90 градусов) температурах окружающей среды; непривычный спектр; наличие стробоскопического эффекта (у бюджетных моделей); высокая требовательность к системам охлаждения (у мощных устройств); невозможность применять распространенные системы регулирования яркости (диммеры для ламп накаливания); низкая светоотдача у дешевых моделей (соответствует люминесцентным лампам); практический ресурс большинства светодиодных ламп в 1,5-2 раза ниже заявленных производителем (связано с нестабильностью напряжения в реальной сети, однако средний срок службы все равно выше чем у люминесцентных ламп).

При выборе источников света для производственных помещений необходимо руководствоваться общими рекомендациями: отдавать предпочтение светодиодным и газоразрядным лампам как энергетически более экономичным и обладающим большим сроком службы; для уменьшения первоначальных затрат на осветительные установки и расходов на их эксплуатацию необходимо по возможности использовать лампы наибольшей мощности, но без ухудшения при этом качества освещения.

Для создания в производственных помещениях качественного и эффективного освещения применяют светильники.

*Электрический светильник* - это совокупность источника света и осветительной арматуры, - предназначен для правильного распределения светового потока и защиты глаз от чрезмерной яркости источника света

Арматура защищает источник света от загрязнения и механических повреждений, обеспечивает крепление и подключение к источнику питания.

Важной характеристикой светильника является коэффициент полезного действия - отношения светового потока светильника к световому потоку лампы, помещенной в светильник.

Устранение слепящего действия источника света обеспечивается конструкцией светильника и характеризуется защитным углом, т.е. углом между горизонталью и линией, касательной с светящемуся телу лампы и краю отражателя (рис.1).

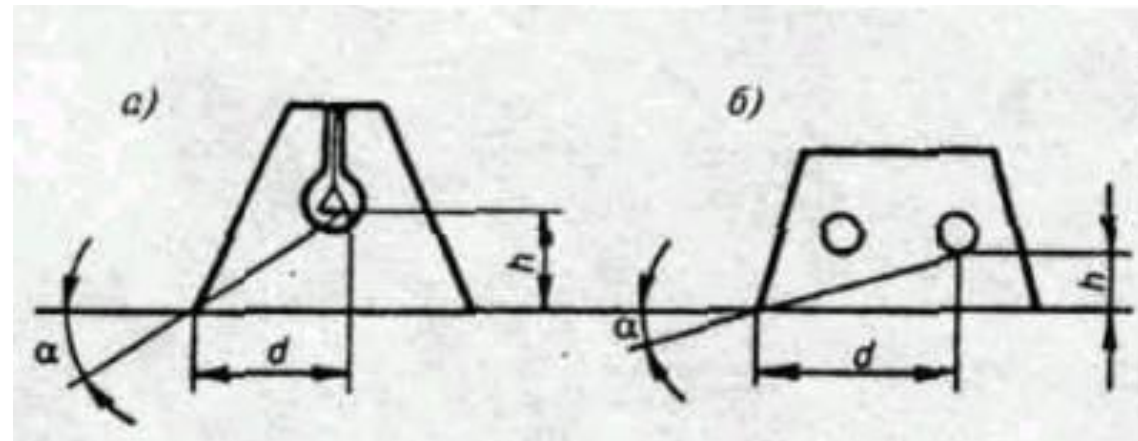


Рис. 1. Защитный угол светильника (а):

а - лампой накаливания; б - с люминесцентными лампами;

д - расстояние от края отражателя; h - глубина утопления лампы.

Светильники классифицируются:

по назначению - для общего и местного освещения;

по конструктивному исполнению - открытые, защищенные закрытые, пыленепроницаемые, влагозащищенные, взрывозащищенные и взрывобезопасные;

по распределению светового потока - прямого света, преимущественно прямого света, рассеянного, отраженного и преимущественно отраженного света (рис. 2).

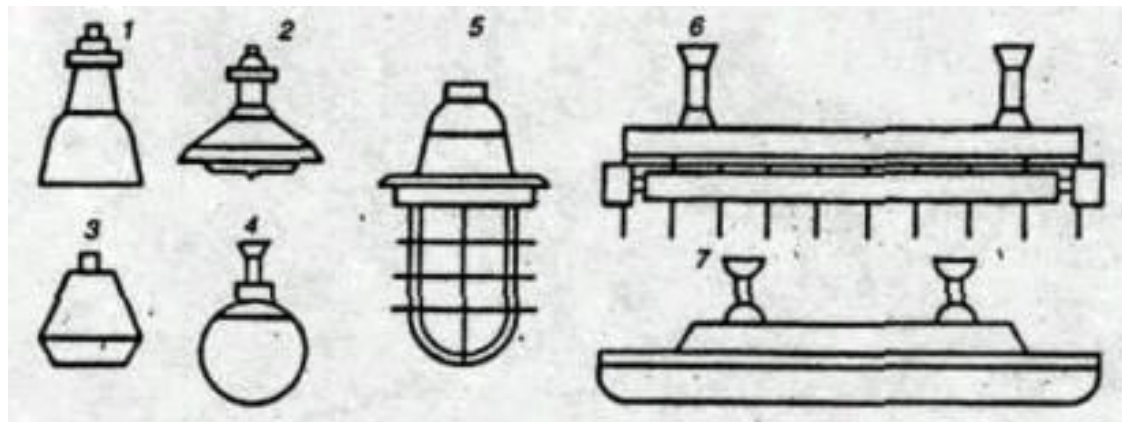


Рис. 2. Основные типы светильников:

1 - "Универсаль"; 2 - "Глубокоизлучатель"; 3 - "Люцетта"; 4 - "Молочный шар"; 5 - взрывобезопасный типа ВЗГ; 6 - типа ОД; 7 - типа ПВЛП.

Особую группу осветительных приборов составляют прожекторы, в которых с помощью системы линз и зеркал свет концентрируется узким лучом. Прожекторы широко используются для освещения открытых пространств, карьеров, территорий предприятий, строительных площадок, складов и др.

В последние годы для освещения помещений получили широкое применение осветительные приборы встроенного вида: светящиеся панели и потолки, а также подвесные потолки. Такое освещение позволяет создать равномерную освещенность помещений и благоприятно влияет на трудоспособность человека.

При эксплуатации осветительных установок производственного освещения необходимо проводить регулярную очистку остекленных проемов и светильников от загрязнений, своевременную замену перегоревших ламп; контроль напряжений в осветительной сети, систематический ремонт элементов светотехнической и электрической частей осветительной установки. Сроки очистки светильников и, остекление зависят от степени запыленности помещения: для помещений с незначительными выделениями пыли - 2 раза в год; со значительным выделением пыли - 4-12 раз в год. Проверка уровня освещенности в контрольных точках помещения или на отдельных рабочих местах производится не реже 1 раза в год. Основным прибором для измерения освещенности является фотоэлектрический люксметр. Освещенность и эксплуатация осветительных систем контролируется на предприятиях ведомственными органами надзора.

## *Нормирование производственного освещения.*

Нормы предусматривают наименьшую требуемую освещенность рабочих поверхностей производственных помещений, исходя из условий зрительной работы. Характеристика зрительной работы определяется наименьшим размером объекта различения. Объект различения - рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, который требуется воспринимать глазом в процессе работы.

В зависимости от размера объекта различения все виды работ, связанные со зрительным напряжением, делятся на 8 разрядов (I-VIII), которые в свою очередь в зависимости от фона и контраста объекта с фоном делятся на 4 подразряда (а, б, в, г).

Уровни освещенности установлены для каждого подразряда работ. При этом освещенность тем выше, чем темнее фон, меньше размер детали и контраст ее с фоном.

Для работ высших разрядов (от I до V) значения освещенности устанавливаются в зависимости от системы общего или комбинированного освещения. Для остальных низших разрядов (Vв - VIIIв) работ малой точности или грубых нормируется освещенность только системы общего освещения. Местное освещение при таких работах нецелесообразно или невозможно.

Нормативное значение освещенности для газоразрядных ламп при прочих равных условиях из-за их большой светоотдачи выше, чем для ламп накаливания.

Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности). Следует отметить, что в ряде случаев СНИП предусматривают как повышение, так и понижение уровней освещенности в зависимости от характера работы.

Увеличение освещенности предусматривается при повышенной опасности травматизма или при выполнении напряженной зрительной работы в течение всего рабочего дня. Понижается освещенность при кратковременном пребывании людей в помещении и наличии оборудования, не требующего постоянного наблюдения.



*Естественное освещение* характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в зависимости от времени суток, года, метеоусловий. Поэтому нормируемым параметрам естественного освещения принята относительная величина - *коэффициент естественной освещенности КЕО* - это отношение освещенности в данной точке внутри помещения ( $E_v$ ) к одновременному значению наружной ( $E_n$ ) горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода.

КЕО выражается в процентах и определяется по формуле:

$$КЕО = \frac{E_v}{E_n} \cdot 100$$

Нормы естественного освещения помещений установлены отдельно для бокового и верхнего расположения светопроемов.

При боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО ( $e_{\min}$ ). При одностороннем - в точке расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, при двустороннем - в точке посередине помещения. При верхнем и комбинированном освещении нормируется среднее значение КЕО ( $e_{\text{ср}}$ ) (рис. 3.).

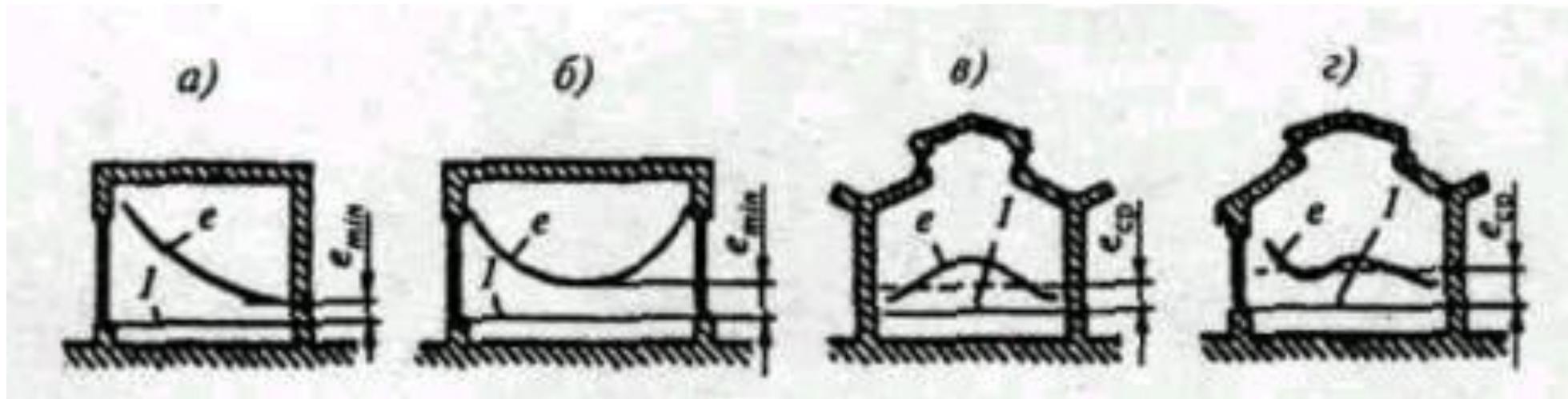


Рис. 3. Схемы распределения КЕО по характеру разреза помещения:  
а - одностороннее боковое освещение; б - двустороннее боковое освещение; в - верхнее освещение; г - комбинированное освещение; 1 - уровень рабочей поверхности.

Совмещенное освещение допускается для производственных помещений, в которых выполняются зрительные работы I и II разрядов; для производственных помещений, строящихся в северной климатической зоне страны; для помещений, в которых по условиям технологии требуется выдерживать стабильными параметры воздушной среды. При этом общее искусственное освещение помещений должно обеспечиваться газоразрядными лампами, а нормы освещенности повышаются на одну ступень.

*Освещенность определяется люксметром.* Он состоит из селенового элемента и миллиамперметра. При попадании света на селеновый фотоэлемент возникает фототок, который в миллиамперметре воздействует на стрелку прибора, показывающую освещенность рабочей поверхности по шкале прибора, проградуированной в люксах. При отсутствии люксметра для определения освещенности на практике руководствуются нормами электрического освещения, выраженными в ваттах на 1 кв.м.

## Цветовое оформление производственного помещения.

Освещение и цветовое оформление производственных помещений при правильном решении и удачном сочетании оказывают благоприятное влияние на настроение и работоспособность человека, рост производительности труда и снижении числа и тяжести производственных травм.

Психофизиологическое воздействие цвета есть первый и наиболее важный фактор, учитываемый при выборе цветового решения. Установлено, что красные и оранжевые цвета действуют на человека возбуждающе. Желтый - теплый цвет, располагает к хорошему настроению. Зеленый - успокаивающе действует на нервную систему. Синие и голубые цвета успокаивают и уменьшают зрительную утомляемость, под их воздействием уменьшается физическое напряжение. Черный цвет - мрачный и тяжелый, резко снижает настроение. Белый цвет - холодный, способный вызвать апатию.

При работе, требующей постоянной сосредоточенности или однообразных действий предпочтительнее оттенки холодных цветов - зеленого, синего, т.к. взгляд на эти цвета вызывает чувство облегчения. При работе, периодически требующей интенсивности умственной или физической нагрузки, рекомендуются оттенки теплых цветов, которые вызывают активность.

При выборе цвета окраски помещений и оборудования следует пользоваться "Указаниями по рациональной цветовой отделке производственных помещений и технологического оборудования промышленных предприятий". При окраске помещений учитывается их назначение, климат, расположение помещений (ориентация по сторонам света).

*Движущееся оборудование* окрашивают в красный цвет с желтыми или черными полосами. Опасные в отношении травматизма части машин и агрегатов рекомендуется покрывать красным или оранжевым цветом. Эти же цвета используют для выделения кнопок и рукояток управления.

Поддержание рациональной цветовой гаммы в производственных помещениях достигается правильным выбором осветительных установок, обеспечивающих необходимый световой спектр.

Цвет также используется для профилактики безопасности труда. Согласно ГОСТ 12.4.026-76 "Цвета сигнальные и знаки безопасности", устанавливаются характеристики сигнальных цветов, форму, размеры и цвета знаков безопасности, а также порядок их применения.

Сигнальные цвета применяются для поверхностей конструкций; приспособлений и элементов производственного оборудования, которые могут служить источниками опасности для работающих, поверхностей ограждений и других защитных устройств, а также пожарной техники.

Знаки безопасности должны быть установлены в местах, пребывание в которых связано с возможной опасностью для работающих, а также на производственном оборудовании, являющемся источником такой опасности.