

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра профильных гигиенических дисциплин

Е. В. Жукова, Г. В. Куренкова

**ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ОСВЕЩЕНИЯ. МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ И
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СВЕТОВОЙ СРЕДЫ НА
РАБОЧИХ МЕСТАХ**

Учебное пособие

Иркутск
ИГМУ
2021

УДК 613.645(075.8)
ББК 54.244.3я73
Ж86

Рекомендовано ЦКМС ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по образовательной программе высшего образования – программе специалитета по специальности Медико-профилактическое дело (протокол № 4 от 29.04.2021)

Авторы:

Е. В. Жукова – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры профильных гигиенических дисциплин ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России
Г. В. Куренкова – д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры профильных гигиенических дисциплин ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России

Рецензенты:

О. А. Макаров – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры общей гигиены ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России
М. И. Губина – канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России

Жукова, Е. В.

Ж86 Гигиенические основы производственного освещения. Методы обследования и гигиеническая оценка световой среды на рабочих местах : учебное пособие / Е. В. Жукова, Г. В. Куренкова ; Иркутский государственный медицинский университет, Кафедра профильных гигиенических дисциплин. – Иркутск : ИГМУ, 2021. – 51 с. – Текст : непосредственный.

В учебном пособии представлены сведения об основных гигиенических требованиях к производственному освещению, о видах и системах освещения на рабочих местах, источниках искусственного света, светильниках, нормировании и методах исследования показателей освещенности, создании гигиенически рациональных условий освещения на производстве. Для закрепления учебного материала пособие содержит теоретические вопросы, ситуационную задачу и тестовые задания с эталонами ответов.

Пособие иллюстрировано рисунками авторов и материалами, заимствованными из общедоступных ресурсов интернета, не содержащих указаний на авторов этих материалов и каких-либо ограничений для их заимствования.

Учебное пособие предназначено для самостоятельной работы студентов, обучающихся по программе специалитета по специальности Медико-профилактическое дело при изучении дисциплины «Гигиена труда».

УДК 613.646(075.8)
ББК 54.244.3я73

© Жукова Е. В., Куренкова Г.В., 2021
© ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОСНОВНЫЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ.....	6
2. ОСНОВНЫЕ ЗРИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ И ИХ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ОСВЕЩЕНИЯ.....	7
3. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ОСВЕЩЕНИЮ.....	10
4. ВИДЫ И СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ.....	13
4.1. Естественное освещение.....	13
4.2. Искусственное освещение.....	14
4.3. Совмещённое освещение.....	15
5. ИСТОЧНИКИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ.....	16
5.1. Современные требования к энергоэффективным разрядным источникам света и светодиодам.....	16
5.2. Риски влияния энергосберегающих ламп и светодиодов на функции глаза и здоровье человека.....	23
6. СВЕТИЛЬНИКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ.....	26
7. ВЛИЯНИЕ ЗРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОГО ТРУДА НА ОРГАН ЗРЕНИЯ.....	31
8. НОРМИРОВАНИЕ, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ОСВЕЩЁННОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.....	33
8.1. Основные нормативно-методические документы.....	33
8.2. Гигиенические требования к освещению рабочих мест, методы измерения и оценки.....	34
ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.....	40
СИТУАЦИОННАЯ ЗАДАЧА.....	40
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ.....	42
ЭТАЛОН ОТВЕТА К СИТУАЦИОННОЙ ЗАДАЧЕ.....	46
ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ.....	48
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	49

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

в т. ч.	– в том числе
ГОСТ	– Государственный стандарт
др.	– другое
и т. д.	– и так далее
и т. п.	– и тому подобное
К	– коэффициент
кд	– кандела
КЕО	– коэффициент естественной освещённости
КЛЛ	– компактные люминесцентные лампы
ЛБ	– лампы белого света
ЛД	– лампы дневного света
ЛДЦ	– лампы дневного света улучшенной цветопередачи
лк	– люкс
лм	– люмен
ЛТБ	– лампы тепло-белого света
ЛХБ	– лампы холодно-белого света
нм	– нанометр
ПЭВМ	– персональная электронно-вычислительная машина
Р	– руководство
СП	– свод правил
СанПиН	– санитарно-эпидемиологические правила и нормативы
табл.	– таблица
УФ-излучение	– ультрафиолетовое излучение
ЦНС	– центральная нервная система
ЭПРА	– электронный пускорегулирующий аппарат
МУК	– методические указания контроля
п.; п. п.	– пункт; пункты

ВВЕДЕНИЕ

Свет имеет гигиеническое и экономическое значение. Он является естественным условием жизнедеятельности человека, так как это один из основных факторов внешней среды, обладающий значительным биологическим действием и сопутствующий человеку в течение всей его жизни, ему принадлежит основная роль в регуляции жизненно важных функций организма. Свет необходим как для сохранения здоровья, так и для высокой производительности труда. Проведённые исследования показывают, что при неудовлетворительном качестве света снижается производительность труда, увеличивается количество несчастных случаев на производстве, ухудшается зрение и общее самочувствие работников.

Постоянный рост тонких и точных производственных операций в ряде отраслей промышленности, использование визуальных средств отображения информации увеличивают число работающих в условиях возрастающих требований к зрительной работе и функциям зрения. Под контролем зрения совершается до 80–90 % всех трудовых процессов. Многие зрительные операции выполняются на грани различительной способности глаза, часто с применением оптических приборов. Около 90 % основной информации об окружающем нас мире поступает через зрительный анализатор.

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

Целью изучения рассматриваемой темы является формирование у студентов способности и готовности к проведению гигиенической оценки освещения на рабочих местах: овладение инструментальными методами измерения освещённости, умение оценивать полученные данные, разрабатывать мероприятия для создания гигиенически рациональных условий освещения на производстве.

1. ОСНОВНЫЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Освещение – использование световой энергии солнца и искусственных источников света для обеспечения зрительного восприятия окружающего мира. По своей природе *свет* – это видимые глазом электромагнитные волны оптического диапазона длиной 380–760 нм. В этом диапазоне волн излучение определённой длины (монохроматический свет) вызывает цветовое ощущение. Чувствительность глаза к различному монохроматическому свету неодинакова. Глаз человека наиболее чувствителен к видимому излучению с длиной волны 555 нм (жёлто-зелёный свет).

Основными понятиями для характеристики света являются световой поток, сила света, освещённость и яркость.

Световой поток (Φ) – мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому ею зрительному ощущению. Единица измерения – люмен (лм).

Сила света – пространственная плотность светового потока (световой поток, распространяющийся внутри телесного угла, равного 1 стерadianу; стерadian – единица телесного угла, вырезающего на поверхности сферы площадь, равную квадрату её радиуса). Это лучистая энергия, вызывающая световое ощущение. Единица измерения – кандела (кд).

Освещённость – поверхностная плотность светового потока (определяется как отношение светового потока, падающего на поверхность, к площади данной поверхности), единица измерения – люкс (лк).

Зрительное восприятие определяется не освещённостью, а яркостью. *Яркость* – величина светового потока, исходящего от освещаемой или светящейся поверхности в сторону глаза. Это отношение силы света в каком-либо направлении к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к этому направлению. Единица измерения – кд/м².

Чрезмерная яркость, так называемая *блёскость* – явление нежелательное, так как она вызывает *слепимость*, то есть затруднённое видение. Блёскость – причина утомления глаза и снижение общей работоспособности. Слепящее

действие зависит не только от блёскости, но и от других световых условий, например, контраста детали и фона: чем он меньше, тем больше слепимость. Различают *блёскость прямую* (создаётся источниками света и осветительными приборами – светильники, окна), *периферическую* (от светящихся поверхностей, расположенных вдали от направления зрения), *отражённую* (от зеркальных поверхностей).

Светимость – величина полного светового потока, испускаемого единицей поверхности источника света. Единица измерения – лм/м².

Световой поток, падающий на поверхность, может частично отражаться, поглощаться или пропускаться сквозь освещаемое тело. Поэтому световые свойства освещаемой поверхности характеризуются коэффициентами (К) отражения, пропускания, поглощения.

Коэффициент отражения равен отношению отражённого телом светового потока к падающему, выраженному в процентах.

Коэффициент пропускания равен отношению светового потока, прошедшего через среду к падающему.

Коэффициент поглощения равен отношению поглощённого телом светового потока к падающему.

2. ОСНОВНЫЕ ЗРИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ И ИХ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ОСВЕЩЕНИЯ

При рассмотрении гигиенического значения видимого излучения в конечном итоге подразумеваются изменения функции зрительного анализатора. Зрительный анализатор – один из основных органов чувств. Он не только выполняет роль периферического рецепторного аппарата, но и имеет ведущее значение в объединении всех органов чувств в единую функциональную систему анализаторов.

Зрительный анализатор состоит из 3-х отделов:

– *периферического* (глаз), предназначенного для восприятия внешних раздражителей;

– *проводникового* (зрительный нерв и подкорковые нервные центры), передающего полученные раздражения и осуществляющего первичный их анализ;

– *центрального* (зрительная зона коры головного мозга), выполняющего основную аналитическую функцию.

Для зрительного анализатора, как функциональной системы, конечным результатом действия является восприятие окружающего мира, которое возможно только при наличии света. Периферический отдел состоит из 3-х основных функциональных частей:

- светочувствительная и различительная (сетчатка);
- оптическая (зрачок, роговица, хрусталик, стекловидное тело);
- мышечная (мышца зрачка, хрусталика и глазного яблока).

Каждая из них имеет свои особенности и свойства. Сетчатка содержит светочувствительные элементы, которые распределены неравномерно: в центре преобладают колбочки, а по мере удаления к периферии – палочки. Палочками и колбочками – рецепторами сетчатки – и осуществляется зрительный процесс. Палочки обладают высокой степенью чувствительности к видимому излучению, действуют обычно при низкой освещённости (осуществляют сумеречное зрение) и не реагируют на цвета. Колбочки менее чувствительны к свету, действуют в дневное время и способны воспринимать цвета (осуществляют дневное зрение).

К функциям зрения, играющим наиболее важную роль в трудовом процессе, относятся: острота зрения, контрастная чувствительность, скорость зрительного восприятия, устойчивость ясного видения, цветовая чувствительность, способность адаптации к разным уровням освещённости.

Острота зрения – максимальная способность различать отдельные объекты (или способность глаза различать мелкие предметы). Нормальный глаз различает две точки, видимые под углом в 1° . В производственных условиях с ростом освещённости до определённого уровня растёт острота зрения.

Контрастная (различительная) чувствительность – способность глаза различать минимальные уровни яркости объекта (детали) и фона. Наличие в поле зрения очень больших яркостей не только вызывает временное ослепление, но и может приводить к повреждению светочувствительных элементов сетчатой оболочки.

Скорость зрительного восприятия – время, в течение которого глаз успевает рассмотреть мелкие предметы. Она необходима для успешного проведения работ, связанных с необходимостью различения мелких предметов и отдельных деталей в наикратчайший период. Эта функция также находится в прямой зависимости от уровня освещённости, как и острота зрения.

Устойчивость ясного видения – способность глаза удерживать отчётливое изображение рассматриваемой детали. Выражается как отношение времени ясного видения к общему времени рассматривания детали. При увеличении уровня освещённости наблюдается заметное повышение устойчивости ясного видения. В процессе работы наблюдается снижение устойчивости ясного видения в результате развития зрительного утомления.

При выполнении производственных операций, связанных с необходимостью цветоразличения, определённая роль принадлежит такой зрительной функции, как *цветоощущение*. Цвет оказывает влияние также на другие зрительные функции. Доказано, что острота зрения, скорость зрительного восприятия, устойчивость ясного видения имеют максимум в жёлтой зоне спектра и постепенно снижаются по направлению к краям, причём наиболее низкие показатели характерны для синего цвета.

Зрительная адаптация – приспособление глаза к изменившимся условиям освещения. Благодаря процессу адаптации зрительный анализатор обладает способностью работать в широком диапазоне освещённостей. Различают 2 вида адаптации – темновую и световую. *Световая адаптация* (при переходе от темноты к свету) – при повышении яркостей в поле зрения происходит быстро (в течение 5–10 минут). *Темновая адаптация* (при переходе от света к темноте) – приспособление глаза к более низким яркостям поля зрения, развивается медленнее (от 30 минут до 2 часов).

3. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ОСВЕЩЕНИЮ

Для создания гигиенически рациональных условий освещения на производстве к нему предъявляются определённые требования, отражающие как количественные, так и качественные характеристики световой обстановки. Количественным показателем освещения является яркость и освещённость. Освещённость рабочей поверхности должна быть достаточной. Достаточность освещённости достигается количеством источников света и их мощностью.

К гигиеническим требованиям, отражающим качество производственного освещения, относятся:

- равномерное распределение яркостей в поле зрения;
- ограничение (отсутствие) теней;
- ограничение прямой и отражённой блёскости;
- отсутствие пульсации светового потока;
- спектральный состав излучения источников.

Равномерность освещения имеет важное значение во избежание частой переадаптации (в результате перевода с одной освещённой поверхности, например, ярко освещённой, на другую, например, слабоосвещённую, или наоборот) и развития зрительного утомления. Равномерность освещения достигается рациональной схемой размещения светильников, системой освещения, запрещением применения только местного освещения.

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.

Блёскость источников света создаёт дискомфорт, который снижает зрительную работоспособность. Различают прямую, периферическую и отражённую блёскость. Прямая блёскость создаётся источниками света и осветительными приборами – светильники, окна. Способом защиты от прямой блёскости является понижение яркости видимой части источников света с

помощью специальной арматуры (отражателей, рассеивателей). Мерой защиты служат защитный угол светильника и высота его подвеса. Защитный угол осветительной арматуры образуется двумя линиями, исходящими от лампы, одна из которых проходит горизонтально, а другая – через край арматуры. На рисунке 1 изображён один из примеров, как образуется защитный угол.

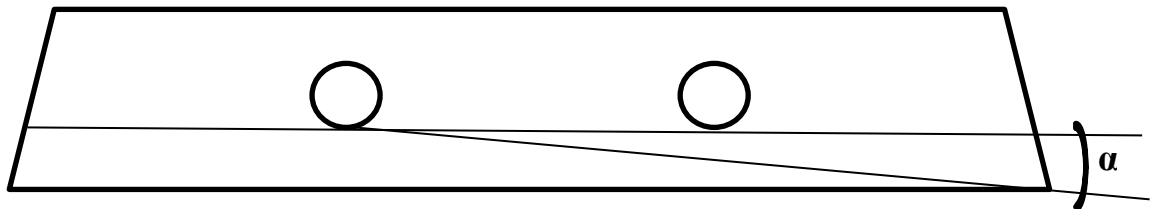


Рис. 1. Защитный угол осветительной арматуры (α). Светильник с люминесцентными лампами.

В люминесцентных светильниках борьба с блёкостью осуществляется не только с помощью защитного угла светильника, но и экранирующих решёток, рассеивателей из прозрачной пластмассы или стекла.

Периферическая блёкость – блёкость от светящихся поверхностей, расположенных вдали от направления зрения.

Отражённая блёкость – блёкость от зеркальных поверхностей – понижает контраст между деталью и фоном, вызывает ослеплённость, утомление и может привести к несчастным случаям. Ослабление отражённой блёкости может быть достигнуто правильным выбором направления светового потока, уменьшением яркости источников света, изменением угла наклона рабочей поверхности, заменой блестящих поверхностей матовыми.

Среди показателей качества световой среды особое место занимает пульсация светового потока. Коварность пульсации светового потока заключается в том, что глаз не ощущает колебания света, но они крайне отрицательно влияют на мозг. Негативное влияние отражается на деятельности центральной нервной системы (ЦНС) и проявляется в виде развития тормозных процессов, повышенной утомляемости. Особенно опасна пульсация света при наличии в поле зрения человека движущихся или вращающихся предметов, так как в этом случае может возникнуть стробоскопический эффект, что создаёт повышенную опасность травматизма.

Стробоскопический эффект – зрительное восприятие кажущегося изменения, прекращения вращательного движения или периодического колебания объекта, освещаемого светом, изменяющимся с близкой, совпадающей или кратной частотой. Причинами пульсации (или колебаний) светового потока могут быть изменения (колебания) напряжения в сети, пульсация светового потока газоразрядных ламп. Опасность стробоскопического эффекта при использовании газоразрядных ламп состоит в том, что вращающиеся части механизмов могут показаться неподвижными и стать причиной травмы. Пульсации освещённости вредны и при работе с неподвижными поверхностями, вызывая быстрое утомление зрения и головную боль. Для снижения колебаний светового потока следует иметь отдельно осветительную и силовую линии, специальные схемы включения газоразрядных ламп (на 3 фазы света, на 2 фазы света, по опережающе-отстающей схеме и др.). Для газоразрядных ламп пульсация светового потока ограничивается коэффициентом пульсации освещённости, для которого приняты допустимые значения в документах санитарного законодательства.

Коэффициент пульсации – критерий оценки относительной глубины колебаний освещённости в осветительной установке в результате изменения во времени светового потока источников света при их питании переменным током. Коэффициент пульсации освещённости учитывает пульсацию светового потока до 300 Гц. Пульсация освещённости свыше 300 Гц не оказывает влияния на общую и зрительную работоспособность. Соблюдение норм коэффициента пульсации освещённости позволяет предотвратить отрицательное влияние стробоскопического эффекта и снизить зрительное и общее утомление человека.

4. ВИДЫ И СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Для освещения производственных помещений и рабочих поверхностей используется три вида освещения: *естественное, искусственное, совмещённое*.

4.1. Естественное освещение

Естественное освещение – освещение помещений светом неба (источник света солнце: прямые солнечные лучи и диффузный свет небосвода). Естественное освещение может осуществляться через светопроёмы (окна) в наружных стенах – это *боковое* освещение; через световые фонари – *верхнее* освещение; через световые фонари и окна – *комбинированное* освещение. Верхнее и комбинированное естественное освещение применяют преимущественно в производственных многопролётных одноэтажных зданиях, боковое – в многоэтажных производственных зданиях. Боковое освещение бывает односторонним, двусторонним (естественное освещение помещения за счёт светопроёмов, расположенных в различных плоскостях двух стен), со сплошным одноярусным или многоярусным остеклением. Естественный солнечный свет имеет благоприятный спектр, к которому глаз наиболее привычен. Естественное освещение оказывает положительное психологическое влияние. Следует указать, что солнечный спектр содержит важные для здоровья человека ультрафиолетовые лучи, но они задерживаются при прохождении через обычное стекло и поэтому внутрь помещения практически не проникают. Естественное освещение верхним или комбинированным светом обеспечивает большую равномерность уровня освещённости, чем боковое (при боковом освещении вблизи окон создаётся высокая освещённость, а в глубине цеха – низкая).

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение.

Без естественного освещения допускается проектировать помещения с временным пребыванием людей, помещения, которые определены соответствующими сводами правил, строительными нормами и стандартами

организаций на проектирование зданий и сооружений, а также помещения, размещение которых разрешено в подвальных этажах зданий и сооружений.

4.2. Искусственное освещение

Искусственное освещение – освещение, при котором используются только искусственные источники света. Оно подразделяется на *рабочее, аварийное и дежурное*.

Рабочее освещение – освещение, обеспечивающее нормируемые световые условия (освещённость, качество освещения) в помещениях и местах производства работ вне зданий. Рабочее освещение может быть *общим, местным, комбинированным*.

Общее освещение – освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения и создают равномерное распределение освещённости на рабочих местах (*общее равномерное освещение*) или, применительно к расположению оборудования, – освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения непосредственно над оборудованием (*общее локализованное освещение*).

При выполнении точных зрительных работ (например, слесарных, токарных, контрольных) в местах, где оборудование создаёт глубокие, резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально (штампы, гильотинные ножницы), наряду с общим освещением применяют местное.

Местное освещение – освещение, которое создаётся светильниками, расположенными непосредственно над рабочей поверхностью. Применение одного местного освещения внутри производственных помещений не допускается, поскольку образуются резкие тени, орган зрения быстро утомляется и создаётся опасность получения производственной травмы.

Комбинированное освещение – сочетание общего и местного освещения.

На случай нарушения питания основного (рабочего) освещения предусматривается *аварийное освещение*, которое подключается к источнику питания, независимому от источника питания рабочего освещения.

Аварийное освещение должно включаться автоматически при пропадании питания основного освещения, а также по сигналам систем пожарной и аварийной сигнализации или вручную, если сигнализации нет или она не сработала.

Видом аварийного освещения является *резервное освещение*, предназначенное для продолжения работы в случае отключения рабочего освещения. Другим видом аварийного освещения является *эвакуационное освещение* – для эвакуации людей при возникновении аварий или завершения потенциально опасного процесса. Резервное освещение не должно использоваться для целей эвакуационного освещения.

Вдоль границ предприятия, а также на его охраняемой территории устанавливается *охранное освещение*.

Для оповещения работающего персонала о приближающейся опасности служит *сигнальное освещение*.

Также существуют такие виды производственного освещения, как *бактерицидное* (служит для обеззараживания различных поверхностей, воды и воздуха) и *эритемное* (применяется в производственных цехах, которые находятся вдали от солнца, например, сооружения, которые находятся глубоко под землёй).

4.3. Совмещённое освещение

Для большинства производственных работ естественное освещение не может быть единственным видом, так как оно резко меняется в течение дня, сезона и очень зависит от атмосферных условий. Поэтому в зданиях с недостаточным естественным освещением применяют *совмещённое освещение* – сочетание естественного и искусственного света. Это освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется в дневное время суток искусственным. Искусственное освещение в системе совмещённого может функционировать постоянно или включаться с наступлением сумерек. Как правило, совмещённое освещение используется в широких многоэтажных

или одноэтажных многопролётных зданиях, где не удаётся обеспечить достаточную освещённость, создаваемую дневным светом (естественным освещением).

Совмещённое освещение помещений производственных зданий следует предусматривать для производственных помещений, в которых выполняются зрительные работы наивысшей точности, очень высокой точности, высокой точности (разряды зрительной работы I–III).

5. ИСТОЧНИКИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

5.1. Современные требования к энергоэффективным разрядным источникам света и светодиодам

Для искусственного освещения следует использовать энергоэффективные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы, с учётом требований к цветоразличению. Для общего и местного освещения помещений следует использовать источники света с цветовой температурой от 2400 К (Кельвина) до 6800 К.

Для искусственного освещения производственных зданий используются *газоразрядные лампы, светодиоды, компактные люминесцентные лампы, лампы накаливания*. Применение ламп накаливания общего назначения для освещения ограничивается Федеральным законом от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» – с 01 января 2011 года не допускается применение для освещения ламп накаливания общего назначения мощностью 100 Вт и более. Применение ламп накаливания допускается в случаях, когда по условиям технологии, производственной среды использование других источников света невозможно или нецелесообразно.

Для общего освещения производственных помещений следует использовать энергоэффективные разрядные источники света и светодиоды.

Газоразрядные лампы генерируют свет на принципе люминесценции («холодное свечение»), то есть свет возникает в результате электрического разряда в газе, парах металлов или в смеси газа с парами.

Различают газоразрядные лампы низкого (люминесцентные) и высокого давления. *Люминесцентная лампа* – газоразрядный источник света, в котором электрический разряд в парах ртути генерирует ультрафиолетовое излучение (УФ), которое переизлучается в видимый свет с помощью люминофора (покрывающий внутренние стенки лампы). Подбирая определённый вид люминофора, можно изменять цветность света лампы.

Люминесцентные лампы в зависимости от распределения светового потока по спектру (цветопередача связана с составом люминофора) бывают:

- лампы белого света (ЛБ);
- лампы дневного света (ЛД);
- лампы дневного света улучшенной (правильной) цветопередачи (ЛДЦ);
- лампы холодно-белого света (ЛХБ);
- лампы тепло-белого света (ЛТБ) и др.

В основном применяются лампы ЛБ, так как они являются наиболее экономичными.

Газоразрядные лампы высокого давления позволяют создавать большие уровни освещённости (больше чем у люминесцентных и ламп накаливания) без значительных затрат на электроэнергию и применимы в высоких цехах при наличии пыли, дыма, копоти в воздухе (прокатные, сталелитейные и др. цехи). К газоразрядным лампам высокого давления, наиболее часто применяемых в осветительных системах на заводах, в цехах, там, где не предъявляются особенно высокие требования к качеству цветопередачи и где не так уж важна цветовая температура, относятся дуговые ртутные люминесцентные (ДРЛ). Однако имеются дуговые ртутные лампы с исправленной цветностью (ДРИ). ДРЛ представляет собой баллон, в центре которого установлена ртутно-кварцевая горелка в форме трубки, которая заполнена аргоном с добавлением

ртути. Электрический разряд в парах ртути и создаёт световой поток. Примерно 40 % излучения приходится на ультрафиолетовую часть спектра, и благодаря люминофору, которым покрыта изнутри колба лампы, излучение лампы приобретает характер видимого света.

Достоинства газоразрядных ламп:

- значительная светоотдача (создают высокие уровни освещённости: высокая светоотдача у люминесцентных ламп и очень высокая у газоразрядных ламп высокого давления);
- экономичность (срок службы 5000 час и более);
- благоприятный спектральный состав, особенно у люминесцентных ламп (спектр излучения близок к естественному);
- не вызывают тепловых излучений;
- создают равномерное излучение (без теней и бликов).

Недостатки газоразрядных ламп:

- стробоскопический эффект (своеобразное ощущение раздвоения и даже множественности движущихся и вращающихся предметов вследствие пульсации светового потока);
- шум дросселей (монотонный шум);
- слепящее действие;
- эффективность эксплуатации при температуре воздуха 15–25 °С;
- ограничение их применения в пожаро- и взрывоопасных производствах.

В лампах накаливания свечение возникает в результате нагрева нити накаливания до высоких температур. Ввиду низкой световой отдачи (так как основная часть энергии превращается в тепло) и преобладания в спектре желтовато-красных лучей (что искажает цветовое восприятие) применение их на производстве ограничено. Лампы накаливания на производстве практически вытеснились газоразрядными лампами и другими искусственными источниками света. В настоящее время они если и применяются, то в основном в бытовых и подсобных помещениях некоторых производств. Достоинством

ламп накаливания являются надёжность использования в качестве источника света в связи с элементарно простой схемой включения, работа вне зависимости от температуры воздуха и условий внешней среды. К основным недостаткам ламп накаливания относят тепловой эффект, искажение цветового восприятия.

Светодиодные источники света. Светодиод – источник света, основанный на испускании некогерентного излучения в видимом диапазоне длин волн при пропускании электрического тока через полупроводниковый диод. Под воздействием протекающего тока полупроводниковый диодный переход начинает излучать свет, его цвет всегда синий. Для получения оттенков свечения излучающие кристаллы покрывают слоем люминофора. Главное назначение применяемого в светодиодах люминофора – преобразование синего света, излучаемого р-п переходом в один или несколько цветных или белых оттенков. Белые светодиоды чаще всего изготавливаются на основе синего кристалла и жёлтого люминофора.

Сегодня всё чаще промышленное освещение выполняется с использованием светодиодных светильников. Промышленное светодиодное освещение значительно снижает расходы на потребление электроэнергии и при этом улучшает качество освещённости, цветопередачи, способствует повышению эффективности работы в производственных помещениях.

Производственное освещение с использованием светодиодов идеально для эксплуатации в неблагоприятных условиях – при повышенной влажности, запылении, перепадах температур, вибрации, в химически агрессивной среде. Светодиодные источники света не имеют вредного ультрафиолетового излучения, они не мерцают и не бликуют, благодаря чему создаются комфортные условия для глаз. Светодиоды подходят для освещения производственных помещений с мощностью от 50 Вт до 200 Вт при высоте потолков от 3 до 16 метров соответственно. Они обладают ещё одним ценным преимуществом перед аналогами с газоразрядными лампами – минимальным коэффициентом пульсации ($< 1\%$), исключающим возможность возникновения стробоскопического эффекта.

При сравнении люминесцентных ламп со светодиодами необходимо отметить следующее:

1) цветовая составляющая спектра люминесцентной лампы менее качественна, её свет кажется ненатуральным. Диаграмма имеет резкие пики в основных цветах спектра, поэтому люминесцентные лампы неправильно передают некоторые оттенки света. Светодиодные же лампы имеют спектр наиболее близкий к естественному свету, и их спектр представляет более сглаженную кривую;

2) люминесцентная лампа нагревается до 60°C , при неисправностях пускорегулирующей аппаратуры может произойти сильнейший нагрев вплоть до 200°C . Светодиодная лампа является абсолютно пожаробезопасной. Максимальный нагрев её корпуса составляет $40\text{--}50^{\circ}\text{C}$ и за время работы остаётся постоянным. Поэтому её можно смело использовать рядом с легковоспламеняющимися материалами;

3) все люминесцентные лампы испускают ультрафиолетовое излучение, содержат пары ртути. Светодиодные лампы не содержат никаких ядовитых веществ, способных причинить вред человеку. В их работе отсутствует ультрафиолетовое излучение, поэтому светодиодная лампа считается экологичным источником освещения;

4) коэффициент полезного действия (эффективность преобразования энергии в свет) у светодиодной лампы достигает $90\text{--}95\%$, у люминесцентной – $20\text{--}25\%$ в результате неоднократного преобразования электроэнергии;

5) люминесцентная лампа обычно зажигается через $0,5\text{--}1$ сек. К тому же при температуре ниже 10°C яркость люминесцентной лампы значительно снижается из-за уменьшения давления в ней газа. При низких температурах ртуть становится не такой летучей и требуется длительное время для набора яркости. Повышенная влажность окружающего воздуха также вредит люминесцентной лампе и вызывает образование плёнки на её поверхности, которая негативно влияет на зажигание лампы. Светодиодная лампа включается моментально и работает в диапазоне температур от -20 до $+40^{\circ}\text{C}$;

б) светодиоды, в отличие от люминесцентных ламп, не подвержены выходу из строя по причине частых включений–выключений.

Таким образом, люминесцентные лампы проигрывают светодиодным источникам.

В последнее время существенно увеличился спрос на светодиодные лампы с тепло-белым светом (это диоды с цветовой температурой 2700 К и ниже), напоминающим свет традиционных светильников.

Энергосберегающие компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). Принцип работы КЛЛ такой же, как у обычных люминесцентных ламп.

Главное достоинство КЛЛ – это светоотдача с единицы мощности, составляющая 50–80 лм/Вт, к примеру, для ламп накаливания 10–15 лм/Вт. Разница этих значений и определяет их способность к энергосбережению. В среднем светоотдача компактных люминесцентных ламп в 5 раз больше, чем у ламп накаливания. К достоинству энергосберегающих ламп относится и возможность выбора цвета излучаемого света. Если свет лампы накаливания находится в температурном диапазоне 2500–3000 К, то КЛЛ может иметь 2700 К (мягкий белый (желтоватый) свет), 4200 К (дневной свет) и 6400 К (холодный белый свет) и т. д.

Срок службы компактных люминесцентных ламп 5000–15000 часов, наиболее распространённым является 8000–10000 часов. Для качественных ламп и правильных условий эксплуатации, срок службы не должен иметь прямой зависимости от режима работы (за исключением очень частого включения–выключения).

Общее понятие, характеризующее влияние спектрального состава источника света на зрительное восприятие цветных объектов, сознательно или бессознательно сравниваемое с восприятием тех же объектов, освещённых стандартным источником света, называется *цветопередачей*. Она характеризуется тем, насколько естественно виден цвет окружающих нас предметов, освещённых, в данном случае, компактной люминесцентной лампой. Численно эта характеристика имеет значение от 0 до 100 или от 0 до 10

и называется *индексом цветопередачи* (Ra). Чем ближе значение Ra к 100 или к 10, тем естественнее передаётся цвет. Для разных моделей энергосберегающих ламп (КЛЛ) индекс цветопередачи серьёзно варьируется. Низкая цветопередача создаёт неприятное ощущение «искусственности» света и вызывает споры о влиянии её на здоровье человека.

Многие КЛЛ оснащены системами плавного запуска. Такая лампа в первые секунды работы выдаёт световой поток, достаточный для устранения «полной темноты». При этом переход на полную яркость, для некоторых моделей, может продолжаться до 1–2 минут. Эта система необходима для плавного прогрева электродов, тем самым выводя лампу в нормальный режим эксплуатации. КЛЛ менее требовательны к величине напряжения. Некоторые модели могут работать при напряжении 160–260 вольт (для сравнения: для многих ламп накаливания диапазон 230–240 вольт). Однако, они крайне негативно реагируют на кратковременные скачки напряжения выше заданного: обычно это заканчивается выходом из строя электронного пускорегулирующего аппарата (ЭПРА).

КЛЛ предполагается использовать в различных цехах, в производственных зданиях, где светильники практически никогда не выключаются. Идеальным решением было бы использование КЛЛ для освещения рабочих мест, поскольку тогда свет будет качественным, ярким и не резким, что очень важно для плодотворной и эффективной работы.

Со временем КЛЛ уменьшают световой поток по причине выгорания слоя люминофора, светодиодные лампочки также постепенно вырабатывают свой ресурс.

Для аварийного освещения следует применять светодиодные источники света, люминесцентные лампы, лампы накаливания (при невозможности использования других источников света).

5.2. Риски влияния энергосберегающих ламп и светодиодов на функции глаза и здоровье человека

Светодиодные светильники занимают более 87 % рынка. Несмотря на это, результаты их испытаний не были использованы при подготовке нормативных документов. Это касается проблемы, связанной с воздействием на сетчатку глаза человека большой доли синего в общем спектре белого светодиода. Проведённые исследования (В. А. Капцов, В. Н. Дейнего, 2016) обозначают проблему, но не вскрывают глубинные причинно-следственные связи воздействия синего света на функции глаза и здоровье человека.

Для оценки воздействия спектра энергосберегающих и светодиодных ламп на функции глаза и здоровье человека одним из центральных показателей является диаметр зрачка глаза. Он характеризует оптимальную освещённость сетчатки и её энергетическую освещённость. Поэтому управление зрачком глаза должно быть адекватно поражающей дозе синего света в спектре. Чем больше доза синего в спектре, тем меньше должен быть диаметр зрачка. Эти особенности изменения размера зрачка глаза необходимо учитывать при оценке фотобиологической безопасности источника света и его влияния на глаза и здоровье человека.

Светодиоды белого света представляют опасность и для сетчатки глаза человека, так как высокоинтенсивный точечный источник света содержит большую долю синего света в своём спектре. Избыточное излучение в синей области спектра может приводить к фотохимическому повреждению сетчатки глаза. В реальных условиях эксплуатации белых светодиодов доля синего растёт.

В настоящее время проводятся исследования моделей восприятия света меланопсином, который содержится в ганглиозных клетках сетчатки глаза. Эти клетки имеют большое разнообразие типов. Изучены ганглиозные клетки с меланопсином типа МІ. Установлено, что меланопсин МІ Brn3b^+ влияет на центр управления зрачком, а МІ Brn3b^- на центр управления мелатонином и биологическими часами человека. При этом меланопсины разного типа имеют

свои области максимальной фоточувствительности: для $MI\ Vrn3b^-$ на 460 нм, для $MI\ Vrn3b^+$ на 480 нм. Синий свет через ганглиозные клетки и центры гипоталамуса воздействует на эпифиз, в котором синтезируется мелатонин, далее на гипофиз и надпочечники, которые вырабатывают кортизол и более 50 различных стероидных гормонов. Дополнительное и бесконтрольное воздействие синим светом на гормональную систему человека, которая создаёт его индивидуальный гормональный фон, может иметь непредсказуемые последствия как для человека, так и для популяции в целом (особенно опасна такая гормональная разбалансировка для детей и подростков).

В результате проведённых исследований установлено, что свет длиной волны 440 нм воздействует на белок криптохром, 450–460 нм – вызывает окислительный стресс сетчатки, 460–480 нм – через меланопсин ганглиозных клеток сетчатки глаз управляют гормональной системой и диаметром зрачка соответственно. Эти процессы и есть новые риски, которые требуют тщательного изучения и последующего нормирования для гигиенической оценки спектров новых энергосберегающих источников света.

Необходимо отметить, что энергосберегающие и светодиодные лампы имеют резкий спад (большой провал) в спектре на 480 нм. При сравнении спектров распространенных источников света в диапазоне максимальной чувствительности меланопсина, 460–480 нм (солнечный свет, лампа накаливания, люминесцентная, светодиодная, энергосберегающая лампы), установлено, что спектральные характеристики светодиодных ламп и ламп накаливания пересекаются, образуя крест, который назван «меланопсиновым крестом». Эффект «меланопсинового креста» наглядно виден из сравнения спектров ламп накаливания и светодиодной лампы с цветовой температурой 3000 К. Избыточная доля синего света в спектре светодиода превышает на 55 % долю синего света в спектре лампы накаливания.

Схема защиты сетчатки глаза сформировалась в условиях солнечного света. При спектре солнечного света происходит адекватное управление диаметром зрачка глаза на закрытие, что приводит к уменьшению дозы

солнечного света, попадающего на клетки сетчатки. Уменьшение диаметра зрачка глаза приводит к уменьшению площади световой проекции изображения, которая не превышает площади жёлтого пятна в центре сетчатки. Защита клеток сетчатки от синего света осуществляется пигментом жёлтого пятна (с максимумом поглощения 460 нм), формирование которого имеет свою эволюционную историю. Управление диаметром зрачка и «жёлтое пятно» являются естественной защитой от синей части спектра рассеянного солнечного света.

При большой дозе синего в спектре меланопсин $MI\ Brn3b^+$ (он влияет на центр управления зрачком) формирует сигнал на уменьшение диаметра зрачка и тем самым уменьшает энергетическую освещённость сетчатки глаза, защищая её от воздействия синего света. При светодиодном освещении в его спектре есть провал. И при большой дозе синего в спектре меланопсин $MI\ Brn3b^-$ не формирует сигнал на уменьшение диаметра зрачка. Тем самым большая часть синего света светодиода попадает на сетчатку глаза.

Учитывая эффект «меланопсинового креста» ряд фирм (SORAA, «Electrospell LED», ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ») разработали новое поколение светодиодов, спектр которых адаптирован для глаз человека, аналогичен спектрам ламп накаливания и приближен к спектру солнечного света.

В нормативных документах по гигиене труда нормы освещённости для люминесцентных ламп распространены на светодиодное освещение, при этом не учтены особенности спектров светодиодов, эффект «меланопсинового креста» и вновь открытые свойства меланопсина по управлению зрачком. При освещении белыми светодиодами, которые имеют провал в спектре на 480 нм, происходит неадекватное управление диаметром зрачка глаза.

6. СВЕТИЛЬНИКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Светильники – источники света, заключённые в арматуру – предназначены для перераспределения направления светового потока в сторону рабочих поверхностей, защиты глаз от блёскости светящейся поверхности лампы, защиты лампы от загрязнения дымом, пылью и копотью, защиты от влаги, электро-, взрыво- и пожаробезопасности.

Выбирая типы светильников для производственных помещений, нужно учесть множество факторов. Они должны обеспечивать: соблюдение требований к качеству освещения, создание нормированной освещённости при наименьших затратах, надёжность крепления устройств, удобный доступ к ним для обслуживания, безопасность.

По светораспределению различают *светильники прямого, отражённого и рассеянного света*. Светильники прямого света более 80 % светового потока направляют в нижнюю полусферу. Светильники отражённого света, наоборот, основную часть (более 80 %) светового потока направляют вверх, а светильники рассеянного света световой поток направляют более или менее равномерно в обе полусферы, но одни из них преимущественно вниз, другие – вверх. Освещение только отражённым светом, то есть световым потоком, направленным в сторону потолка и далее отражаемым от него вниз на рабочее место, имеет несомненные гигиенические достоинства (равномерность, отсутствие блёскости и др.), но в производственных условиях встречается очень редко, так как таким путём не удаётся достичь высоких уровней освещённости, имеется значительная потеря световой энергии, требуется чистота воздуха высокой степени, непрерывно поддерживаемый коэффициент отражения потолка и др. Светильники для люминесцентных ламп имеют преимущественно прямое светораспределение.

На выбор светильников влияют такие условия окружающей среды, как содержание пыли, влажности, химически агрессивной среды, пожаро- и взрывоопасных участков, строительные характеристики здания (различная перепланировка, высота помещения, отражающие характеристики стен,

потолочных перекрытий, пола и рабочих мест), указания к качественным характеристикам освещённости. Подбор того или иного светильника производится на основании конструктивного исполнения, распределения светового потока и снижения слепящего эффекта, экономической обоснованности.

По конструктивному исполнению светильники подразделяют в зависимости от их назначения: *открытые, закрытые, пыленепроницаемые, влагозащищённые, взрывозащищённые*. Для защиты от химических агрессивных веществ светильники изготавливаются из некоррозируемых материалов.

Разработаны промышленные серии светильников для использования в системах освещения производственных цехов, складских помещений, строительных площадок, шахт и т. п.

Светодиодные светильники долговечны и не требуют специального ухода или обслуживания. Они имеют высокий запас прочности, так как колба изготовлена из полимерного материала, и потому подходят для сложных условий эксплуатации. Следует, однако, отметить, что прямое излучение ярких светодиодных источников света не должно попадать в поле зрения находящихся в данных помещениях.

В зависимости от конструкции существуют *линейные модели* светодиодных светильников и *модели для установки в патроны*. По способу крепления выделяют *накладные, подвесные, встраиваемые* светодиодные светильники.

К промышленным подвесным приборам относятся *купольные светильники* (рис. 2), предназначенные для больших промышленных объектов (цехов, складских комплексов, ангаров) с потолками высотой более 4 метров. Помимо купольного исполнения, для них характерно удобное крепление с функцией поворота отражателя. Конфигурация купола определяет, под каким углом рассеивания будут распространяться лучи. Купольные модели имеют пыле- и влагозащищённый корпус, функционируют в температурном диапазоне от -40 до +50 °С и работают в среднем около 75 тысяч часов.



Рис. 2. Купольный светодиодный светильник.

Промышленные потолочные светильники (рис. 3) крепятся непосредственно к потолку и создают рассеянный свет, равномерно освещая весь цех, склад или другое здание. По способу крепления бывают *накладные, подвесные, встраиваемые*. Потолочные светильники просты в обслуживании, экономичны и, в том числе, используются для организации аварийного освещения.



Рис. 3. Потолочный светодиодный светильник.

Если цех, склад или другое здание имеет вытянутую форму, в нём разумно установить линейные потолочные приборы (рис. 4).



Рис. 4. Линейный потолочный светодиодный светильник.

Применяются также прямоугольные потолочные установки (рис. 5).



Рис. 5. Прямоугольный потолочный светодиодный светильник

Потолочные диодные светильники промышленного назначения производители изготавливают без декоративных излишеств, такие лампы имеют строгую форму.

Чтобы максимально выделить рабочую область сотрудников, акцентировать внимание на деталях или обеспечить выполнение правил техники безопасности, применяют *индивидуальную подсветку*. Имеет смысл оснастить ею место оператора на конвейерной ленте или за станком. Здесь будут уместны точечные светодиодные светильники с ярким направленным пучком, попадающим на рабочее место одного или двух-трёх работников. Для организации локального светового потока подходят купольные решения.

Если в производственное помещение попадает естественный свет, работа искусственного источника должна подстраиваться под него. Эта задача решается ручным включением и выключением осветительных приборов или использованием датчиков и таймеров, которые срабатывают автоматически на всей площади или в отдельных секторах.

Светодиодные светильники, благодаря широкому ассортименту, могут использоваться в любых производственных помещениях и цехах. Следует, однако, отметить, что прямое излучение ярких светодиодных источников света не должно попадать в поле зрения находящихся в данных помещениях. Для этого световые приборы для общего и местного освещения со светодиодами должны иметь защитные углы или рассеиватели, исключающие попадание в поле зрения работающего прямого излучения.

Размещение светильников. С помощью соответствующего размещения светильников создаётся система освещения. *Общее освещение* может быть *равномерным* (светильники располагаются в прямоугольном или шахматном порядке) или *локализованным* (для обеспечения на ряде рабочих мест освещённости в заданной плоскости).

Общее размещение светильников для создания рациональной освещённости устраивают по всему помещению при выполнении однотипных работ, при большой плотности рабочих мест. Необходимо соблюдать определённые расстояния между светильниками и высоту подвеса над рабочей поверхностью и от потолка.

Общее локализованное размещение светильников устраивают для обеспечения на ряде рабочих мест освещённости в заданной плоскости, а также при наличии затеняющего оборудования и при выполнении в одном цехе различных по характеру работ. Для этого около каждого из таких рабочих мест устанавливается дополнительный светильник.

Местное освещение предназначено только для освещения рабочей поверхности. Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящие элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах. Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения. Местные светильники устанавливают на шарнирных кронштейнах, чтобы можно было при необходимости менять направление светового потока.

В комбинированных системах освещения используются светильники общего и местного освещения.

7. ВЛИЯНИЕ ЗРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОГО ТРУДА НА ОРГАН ЗРЕНИЯ

Отечественными исследователями накоплен обширный материал, касающийся изучения функционального состояния зрительного анализатора при выполнении зрительных работ различного характера: от сборки домов до сборки часов. Уровень зрительных функций колеблется в процессе выполнения зрительной работы различной степени сложности и точности. Эти изменения тем значительнее, чем более неблагоприятны условия освещения, при которых проводится эта зрительная работа.

О степени напряжённости зрительной работы в определённой мере можно судить по характеру её точности. Один из количественных показателей напряжённости зрительной работы – размер объекта различения, другой – занятость точной зрительной работой в течение рабочего дня.

К специальностям и профессиям, связанным с напряжением зрения, относят:

- профессии, связанные с выполнением точных операций,
- механическая обработка мелких деталей, их сортировка, сборка механических конструкций из них,
- работа с оптическими приборами (часовая и ювелирная промышленность, точная механика, оптика, микроэлектроника и др.),
- работа, связанная с использованием ПЭВМ (операторы, программисты, экономисты, бухгалтеры, банковские служащие и др.).

Число людей, занятых выполнением точной зрительной работой, растёт. Всё это приводит к раннему развитию *пресбиопии* (это медленное ослабление рефракции в связи с изменением хрусталика, связанным с уменьшением его эластичности, что сказывается не только на снижении работоспособности, но и может приводить к потере профессиональной пригодности; уменьшается объём

аккомодации). Пресбиопия возникает раньше у лиц, профессиональная деятельность которых связана с рассматриванием мелких объектов при малом контрасте их с фоном, особенно при пониженных уровнях освещённости.

Неблагоприятные условия зрительной работы могут приводить к раннему развитию (до 40-летнего возраста) *старческой дальнозоркости* (когда хрусталик теряет свою эластичность).

У рабочих некоторых профессий (сборщики электронной аппаратуры, часовщики и др.) может развиваться так называемая *ложная близорукость*. Развивается спазм аккомодации, при котором глаз становится близоруким, но эта близорукость (ложная) проходит при отдыхе глаза. Если работа продолжается в тех же условиях, то ложная близорукость может перейти в *истинную близорукость*. Такие дефекты зрения могут развиваться при неблагоприятной световой обстановке.

В последнее время в офтальмологии появился новый термин – *компьютерный зрительный синдром*. «Зрительные» жалобы – затуманивание зрения, замедленная перефокусировка с ближних предметов на дальние, двоение предметов, быстрое утомление при чтении; «глазные» жалобы – жжение в глазах, чувство песка в глазах, боли в области глазниц и лба, дискомфорт при движении глаз, покраснение глаз, появляется и общее утомление, чувство разбитости. Развивается комплекс зрительных функциональных расстройств, которые принято называть *астенопией* (это патологическое (хроническое) зрительное утомление, приводящее к снижению работоспособности). Ряд профилактических мер приводит к устранению астенопии или уменьшению степени её выраженности. С целью профилактики развития астенопии необходим профессиональный отбор при приёме на работу (на этапе предварительного медицинского осмотра) и при проведении периодических медицинских осмотров.

Для профилактики утомления эффективно использование *динамического освещения* (т. е. изменяющегося в течение рабочего дня) по интенсивности или по спектру излучения.

При низких уровнях освещённости снижается производительность труда и растёт травматизм, в том числе и глазной травматизм.

В современной световой среде тесно переплелись вопросы её гигиены и возрастающие риски заболевания глаз от воздействия света от искусственных источников. Воздействие света на глаза зависит от величины диаметра зрачка и качества спектра света. В настоящее время световую среду обитания человека определяют энергосберегающие источники и устройства отображения информации.

8. НОРМИРОВАНИЕ, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ОСВЕЩЁННОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

8.1. Основные нормативно-методические документы

Гигиенические исследования и оценка параметров световой среды на рабочих местах проводятся в соответствии со следующими нормативно-методическими документами:

1. ГОСТ 24940-2016 «Здания и сооружения. Методы измерения освещённости»;

2. МУК 4.3.2812-10 «Инструментальный контроль и оценка освещения рабочих мест»;

3. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (п. п. 82–87, табл. 5.22–5.25);

4. Свод правил СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»:

– таблица 4.3. «Коэффициенты эксплуатации для естественного и искусственного освещения»;

– приложение Д «Эксплуатационные группы светильников»;

– приложение И «Рекомендуемые источники света для производственных помещений»;

5. Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»:

- раздел 4 «Общие принципы гигиенической классификации условий труда»;
- раздел 5.6. «Световая среда».

8.2. Гигиенические требования к освещению рабочих мест, методы измерения и оценки

Нормы освещённости и качественные характеристики освещения регламентируются СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». При проектировании и реконструкции промышленных зданий учитывают требования свода правил СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*». Свод правил устанавливает нормы естественного, искусственного и совмещённого освещения зданий и сооружений, а также нормы искусственного освещения селитебных территорий, площадок предприятий и мест производства работ вне зданий.

Нормы предусматривают наименьшую требуемую освещённость рабочих поверхностей производственных помещений в зависимости от характеристики зрительной работы по её разрядам и подразрядам с учётом наименьшего размера объекта различения, величины контраста объекта с фоном и характеристики фона.

Объект различения – рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего. *Фон* – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. *Контраст объекта различения с фоном*, относительные единицы – определяется отношением

абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона.

Освещённость тем выше, чем темнее фон, меньше размер объекта различения и контраст его с фоном.

Свод правил устанавливает гигиенические требования к проектированию освещения помещений промышленных предприятий.

К нормативным показателям световой среды относятся:

а) *Средняя освещённость на рабочей поверхности.* Является отношением светового потока, падающего на элемент поверхности, к площади этого элемента, определяется в люксах (лк). Рабочая поверхность – поверхность, на которой производится работа и нормируется или измеряется освещённость. Условной рабочей поверхностью является условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

б) *Коэффициент пульсации освещённости.* Является критерием оценки относительной глубины колебаний освещённости в результате изменения во времени светового потока источников света при питании их переменным током, выражающийся формулой:

$$K_{\text{п}} = 100 \% (E_{\text{макс}} - E_{\text{мин}}) / 2E_{\text{ср}}, \text{ где}$$

$E_{\text{макс}}$ и $E_{\text{мин}}$ – максимальное и минимальное значения освещённости за период её колебания, лк;

$E_{\text{ср}}$ – среднее значение освещённости за тот же период, лк.

в) *Объединённый показатель дискомфорта, UGR.* Является критерием оценки дискомфортной блёскости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения. Объединённый показатель дискомфорта UGR рассчитывается инженерным методом с помощью программных средств на основе фотометрических данных светильников и расположения их в помещении, не имеет инструментальных методов контроля. Объединённый показатель дискомфорта оценивается только при наличии жалоб работающих на наличие посторонних ярких источников света в поле зрения.

г) *Коэффициент естественной освещённости, КЕО.* Является отношением естественной освещённости, создаваемой в расчётной точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражений), к одновременному значению наружной горизонтальной освещённости, создаваемой светом полностью открытого небосвода.

КЕО – относительная величина, показывающая во сколько раз освещённость внутри помещения меньше наружной. Выражается в процентах.

$$КЕО = \frac{E_v}{E_n} \times 100\%, \text{ где}$$

величина КЕО в %; E_v и E_n – уровни одновременно замеренной освещённости внутри и снаружи здания.

Коэффициент естественной освещённости не зависит от времени дня и изменчивости естественного освещения. На величину КЕО влияет размер и конфигурация помещения, размеры и расположение светопроёмов, отражающая способность внутренних поверхностей помещения и затеняющих его объектов.

Уровень естественной освещённости в помещениях может снижаться в результате загрязнения остеклённых поверхностей, поэтому в своде правил СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*» нормируются количество чисток остекления светопроёмов в год (табл. 4.3).

В соответствии с санитарными правилами СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» проёмы и поверхности окон, арматура освещения должны очищаться от пыли и копоти не реже одного раза в три месяца (п. 4.24).

Коэффициент естественной освещённости определяет достаточность естественного освещения. Помещения, в которых работник находится большую часть (более 50 %) или более 2 часов непрерывно своего рабочего времени, должны иметь естественное освещение. Помещение, в котором коэффициент естественной освещённости ниже нормируемого, называется помещением с недостаточным естественным светом. Помещение, в котором коэффициент естественной освещённости ниже 0,1 %, называется помещением без

естественного света.

Минимальная освещённость на рабочих местах не должна отличаться от нормируемой средней освещённости в помещении более чем на 10 %.

Рекомендуемые источники света для производственных помещений при системах общего и комбинированного освещения приведены в «Приложении И» (таблицы И.1 и И.2) СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*».

При измерении уровней освещённости в промышленных помещениях используют ГОСТ 24940-2016 «Здания и сооружения. Методы измерения освещённости». При измерении уровней освещённости на отдельных рабочих поверхностях используют методические указания МУК 4.3.2812-10 «Инструментальный контроль и оценка освещения рабочих мест».

Перед проведением измерений производится сбор данных об особенностях освещения рабочего места по следующим показателям:

- 1) наличие или отсутствие естественного освещения;
- 2) система искусственного освещения;
- 3) тип светильников;
- 4) параметры размещения светильников;
- 5) состояние светильников (загрязнение, укомплектованность отражателями, решётками, рассеивателями, уплотнителями и т. д.);
- 6) тип источников света, их цветовая температура и параметры цветопередачи;
- 7) сведения о «расфазировке» светильников и типе пускорегулирующего агрегата люминесцентных ламп;
- 8) наличие и состояние светильников местного освещения;
- 9) число неисправных ламп;
- 10) состояние остеклений светопроемов, стен, потолков и др. по показателям, которые могут оказать влияние на результаты оценки измерений, в т. ч. определяют необходимость поправок нормативного значения;
- 11) особенности условий труда, включая хронометраж работы,

освещения, характер рабочей поверхности, характеристики объектов работы и особенности зрительной работы, возрастные характеристики работников, влияющие на требования к проведению измерений и оценку их результатов.

Контроль условий освещения проводится 1 раз в год, а также при наличии жалоб на освещение.

Перед измерениями искусственной освещённости и КЕО выбирают контрольные точки и наносят на план помещения или освещаемого участка с указанием размещения светильников. Для измерения коэффициента естественной освещённости выбирают дни со сплошной облачностью, покрывающей весь небосвод. Искусственное освещение в помещениях на период измерений выключают.

Размещение контрольных точек, проведение измерений и обработка результатов измерений подробно представлены в разделах 5, 6 и 7 ГОСТ 24940-2016 и МУК 4.3.2812-10. Оценка освещения рабочих мест осуществляется по всем нормируемым показателям. В качестве нормативного документа используется СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», где представлены все требования к параметрам световой среды на рабочих местах.

Для измерения освещённости следует использовать средства измерений – люксометры с измерительными преобразователями излучения, имеющими предел допускаемой относительной погрешности не более 10 %. Люксометры должны быть проверены и иметь действующие свидетельства о поверке средств измерений. Современные средства измерения параметров световой среды, как правило, комбинированные и позволяют одновременно проводить замеры всех контролируемых параметров одномоментно. Например, люксометр-яркомер-пульсметр «Эколайт-01», люксометр-пульсметр типа «Аргус-07», люксометр-яркомер «Аргус-12», люксометр типа ТКА-ПКМ, люксометр типа «Аргус-01» и другие.

Отнесение условий труда к тому или иному классу вредности и опасности

по показателям световой среды осуществляется в соответствии с Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (табл. 12, 13, 14).

Критерии, по которым, в зависимости от оценки параметров световой среды, условия труда по естественному и искусственному освещению относят к определённому классу вредности и опасности приведены в таблице.

Таблица

Классы условий труда в зависимости от параметров световой среды

Фактор, показатель	Класс условий труда			
	допустимый	Вредный – 3		
		1 степени	2 степени	
1	2	3,1	3,2	
	2	2	4	
Естественное освещение:				
Коэффициент естественной освещённости КЕО, %	$\geq 0,5^*$	0,1 – 0,5*	$< 0,1$	
Искусственное освещение:				
Освещённость рабочей поверхности (Е, лк) для разрядов зрительных работ:	I–III, А, Б1	E_n^{**}	$0,5 E_n \leq - < E_n$	$< 0,5 E_n$
	IV–XIV, Б2, В, Г, Д, Е, Ж	E_n^{**}	$< E_n$	
Прямая блёскость***	Отсутствие	Наличие		
Коэффициент пульсации освещённости (КП, %)	$K_{пн}^{**}$	$> K_{пн}$		
<p>* Независимо от группы административных районов по ресурсам светового климата. ** Нормативные значения: освещённости – E_n, коэффициента пульсации освещённости – $K_{пн}$ в соответствии с действующими нормативно-техническими, отраслевыми и ведомственными документами по освещению. *** Контроль прямой блёскости проводится визуально. При наличии в поле зрения работников слепящих источников света, ухудшения видимости объектов различения и жалоб работников на дискомфорт зрения условий труда по данному показателю относят к классу 3.1.</p>				

По показателям освещённости, в отличие от других факторов производственной среды, установлены только допустимый класс условий труда и вредный класс 2-х степеней.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Роль освещения в жизнедеятельности человека.
2. Основные светотехнические понятия освещения и единицы измерения.
3. Как влияет освещение на основные зрительные функции?
4. Перечислите гигиенические требования к производственному освещению.
5. Назовите виды и системы производственного освещения.
6. Какие источники света искусственного освещения используются на производстве? Дайте им сравнительную характеристику.
7. Объясните эффект «меланопсинового креста».
8. Что такое светильники? Какие бывают промышленные светильники (по светораспределению, конструктивному исполнению и т. д.)? Влияние зрительно напряжённого труда на орган зрения.
9. Назовите нормативные показатели световой среды, принципы их гигиенического нормирования.
10. Какими приборами можно измерить показатели световой среды?
11. Меры профилактики по улучшению условий труда работающих, касающихся световой среды.

СИТУАЦИОННАЯ ЗАДАЧА

Трудовая деятельность гравировщиков заключается в нанесении рисунка на полированные цинковые и медные валы, которые используются в ситцепечатном производстве при раскрашивании тканей. Минимальный размер различения (штрих от резца) – менее 0,15 мм, контраст объекта с фоном – малый, фон – средний.

Искусственное освещение общее, равномерное, осуществляется люминесцентными лампами белого цвета. Светильники типа ОДО. Их чистка производится один раз в 2 года (пылевыведения составляют менее 0,5 мг/м³).

Уровень освещённости на рабочих местах гравировщиков достигает 420–480 лк, коэффициент пульсации – 20 %, объединённый показатель дискомфорта – 25.

Задания

1. Дать гигиеническую оценку освещения.
2. Выставить класс условий труда по параметрам световой среды.
3. Разработать мероприятия по улучшению условий труда (освещённости).

Алгоритм решения ситуационной задачи

1. Оценка искусственного освещения в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21:
 - 1.1. Определить разряд зрительной работы, исходя из условия задачи.
 - 1.2. Дать оценку уровню освещённости.
 - 1.3. Оценить коэффициент пульсации.
 - 1.4. Оценить объединённый показатель дискомфорта.
2. Оценка количества чисток светильников в год согласно СП 52.13330.2016.
3. Классификация условий труда по степени вредности и опасности по Руководству Р 2.2.2006-05.
4. Мероприятия по улучшению условий труда (освещения) гравировщиков:
 - 4.1. Назвать причины неблагоприятной световой среды на рабочих местах гравировщиков.
 - 4.2. Обосновать и предложить мероприятия по улучшению освещённости рабочих мест гравировщиков.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВОСПРИНИМАЮТСЯ ЗРИТЕЛЬНЫМ АНАЛИЗАТОРОМ В ВИДЕ СВЕТА С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ

- 1) 280–400 нм
- 2) 400–760 нм
- 3) 760 нм и выше

2. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ОСВЕЩЕННОСТИ

- 1) люкс
- 2) кд/м²
- 3) люмен
- 4) кандела

3. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ЯРКОСТИ

- 1) люкс
- 2) кд/м²
- 3) люмен
- 4) лм/м²

4. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА

- 1) люкс
- 2) кд/м²
- 3) люмен
- 4) кандела

5. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ СВЕТА

- 1) люкс
- 2) кд/м²
- 3) люмен
- 4) кандела

6. КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ НАЗЫВАЮТ СПОСОБНОСТЬ ГЛАЗА

- 1) различать минимальные уровни яркости объекта и фона
- 2) различать детали в наикратчайший период
- 3) удерживать отчётливое изображение рассматриваемого объекта

7. УСТОЙЧИВОСТЬЮ ЯСНОГО ВИДЕНИЯ НАЗЫВАЮТ СПОСОБНОСТЬ ГЛАЗА

- 1) различать минимальные уровни яркости объекта и фона
- 2) различать детали в наикратчайший период
- 3) удерживать отчётливое изображение рассматриваемого объекта

8. СКОРОСТЬЮ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ НАЗЫВАЮТ СПОСОБНОСТЬ ГЛАЗА

- 1) различать минимальные уровни яркости объекта и фона
- 2) различать детали в наикратчайший период
- 3) удерживать отчётливое изображение рассматриваемого объекта

9. НАИБОЛЕЕ РАЦИОНАЛЬНАЯ С ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ

- 1) общее освещение
- 2) местное освещение
- 3) комбинированное освещение

10. НАИБОЛЕЕ ПРИБЛИЖЕН К ЕСТЕСТВЕННОМУ СВЕТУ СПЕКТР

- 1) ламп накаливания
- 2) газоразрядных ламп низкого давления
- 3) газоразрядных ламп высокого давления

11. В УСЛОВИЯХ ДНЕВНОГО ЗРЕНИЯ НАИБОЛЕЕ ВЫРАЖЕНА ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВИДИМОСТЬ К СЛЕДУЮЩЕЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

- 1) к области красных лучей (660 нм)
- 2) к области голубых лучей (500 нм)
- 3) к области зелёных лучей (510 нм)
- 4) к области жёлто-зелёных лучей (555 нм)

12. ПРОЦЕССОМ ТЕМНОВОЙ АДАПТАЦИИ НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) постепенное повышение световой чувствительности при переходе глаза от яркости к темноте
- 2) снижение уровня световой чувствительности при переходе глаза от полной темноты к некоторой яркости

13. ПРОЦЕССОМ СВЕТОВОЙ АДАПТАЦИИ НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) постепенное повышение световой чувствительности при переходе глаза от яркости к темноте
- 2) снижение уровня световой чувствительности при переходе глаза от полной темноты к некоторой яркости

14. НАИБОЛЕЕ РАВНОМЕРНАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ РАБОЧЕГО ПОМЕЩЕНИЯ БУДЕТ ОБЕСПЕЧЕНА ПРИ

- 1) боковой системе освещения
- 2) верхней системе освещения
- 3) комбинированной системе освещения

15. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСКУССТВЕННОМУ ОСВЕЩЕНИЮ

- 1) достаточность
- 2) равномерность
- 3) использование только местного освещения
- 4) спектральный состав излучения источников
- 5) применение открытых ламп
- 6) отсутствие пульсации

16. ПРИЗНАКИ ЗРИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ, КОТОРЫЕ ЯВЛЯЮТСЯ ОСНОВНЫМИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НЕОБХОДИМОГО УРОВНЯ ИСКУССТВЕННОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

- 1) размер объекта различения
- 2) продолжительность инсоляции
- 2) контраст между фоном и объектом
- 3) характер фона

17. СПОСОБНОСТЬ ГЛАЗА РАЗЛИЧАТЬ МИНИМАЛЬНЫЕ УРОВНИ ЯРКОСТИ ОБЪЕКТА (ДЕТАЛИ) И ФОНА НАЗЫВАЮТ

- 1) контрастной чувствительностью
- 2) устойчивостью ясного видения
- 3) скоростью зрительного восприятия

18. ОКРАСКА СТЕН В ЦЕХЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ С УЧЕТОМ СЛЕДУЮЩИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ

- 1) характер производства
- 2) ориентация по сторонам света
- 3) времени работы
- 4) размера объекта различения

19. ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ТКАЦКОГО ЦЕХА НАИБОЛЕЕ ЖЕЛАТЕЛЬНОМ ЯВЛЯЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

- 1) общей
- 2) комбинированной

20. ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ЦЕХА ХУДОЖЕСТВЕННОЙ РАЗРИСОВКИ ПОСУДЫ (ФИКСИРОВАННЫЕ РАБОЧИЕ МЕСТА) ЖЕЛАТЕЛЬНОМ ЯВЛЯЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

- 1) общей
- 2) комбинированной

21. УРОВНИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ИЗМЕРЯЮТСЯ

- 1) в КЕО, %
- 2) в люменах
- 3) в люксах

22. МИНИМАЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ПУЛЬСАЦИИ У

- 1) люминесцентных ламп
- 2) газоразрядных ламп высокого давления
- 3) светодиодов

23. РЕЖИМ ГОРЕНИЯ НАХОДИТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ У

- 1) газоразрядных ламп низкого давления
- 2) газоразрядных ламп высокого давления
- 3) ламп накаливания
- 4) светодиодов

24. СТРОБОСКОПИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ВОЗМОЖЕН ДЛЯ

- 1) светодиодов
- 2) газоразрядных ламп низкого давления
- 3) газоразрядные лампы высокого давления
- 4) ламп накаливания

25. ОСВЕЩЕННОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫМ СВЕТОМ НОРМИРУЕТСЯ

- 1) по КЕО
- 2) по световому коэффициенту
- 3) по величине освещённости в рабочем помещении

ЭТАЛОН ОТВЕТА К СИТУАЦИОННОЙ ЗАДАЧЕ

1. Оценка искусственного освещения в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (п. п. 82–87, табл. 5.22–5.25).

1.1. Определяем разряд зрительной работы гравировщиков, исходя из условия задачи.

Минимальный размер различения (штрих от резца) составляет менее 0,15 мм, контраст объекта с фоном – малый, фон – средний, следовательно, разряд зрительной работы гравировщиков I, подразряд «б».

1.2. Даём оценку уровню освещённости.

По условию задачи уровень освещённости на рабочих местах гравировщиков достигает 420–480 лк. Согласно табл. 5.25 СанПиН 1.2.3685-21 для зрительных работ I разряда подразряда «б» уровень освещённости при системе общего освещения (согласно условию задачи) должен составлять не менее 1250 лк. То есть уровень освещённости на рабочих местах гравировщиков недостаточный.

1.3. Оцениваем коэффициент пульсации.

Коэффициент пульсации на рабочих местах гравировщиков составляет 20 %, что превышает нормативное значение (10 %) в 2 раза.

1.4. Оцениваем объединённый показатель дискомфорта.

Объединённый показатель дискомфорта на рабочих местах гравировщиков равен 25 при нормируемой величине 22.

2. Оценка количества чисток светильников в год согласно СП 52.13330.2016.

Используемые светильники люминесцентного освещения ОДО (светильники для общего освещения диффузные с отверстиями в верхней части отражателя) согласно Приложения «Д» СП 52.13330.2016 относятся к первым четырём эксплуатационным группам и, в соответствии с табл. 4.3. СП 52.13330.2016, в производственных помещениях с воздушной средой,

содержащей в рабочей зоне менее 1 мг/м^3 пыли, должны очищаться 4 раза в год, вместо одного раза в два года указанного в задаче.

3. Классификация условий труда по степени вредности и опасности по Руководству Р 2.2.2006-05.

Согласно табл. 12 Руководства Р 2.2.2006-05 по уровню освещённости рабочей поверхности для I разряда зрительной работы класс условий труда гравировщиков по степени вредности и опасности 3.2 (вредный 2 степени), т. к. уровни освещённости ниже нормируемых значений более чем в 2 раза ($0,5 < E_n$).

По коэффициенту пульсации класс условий труда 3.1 (вредный 1 степени), потому что его значение больше нормируемого.

Объединённый показатель дискомфорта является критерием оценки дискомфорта блёскости. На рабочих местах гравировщиков этот показатель превышает нормируемое значение, следовательно, условия их труда по показателю дискомфорта относят к классу 3.1 (вредному 1 степени) согласно Р 2.2.2006-05.

Общий класс условий труда гравировщиков в зависимости от параметров световой среды вредный 2 степени – 3.2.

4. Мероприятия по улучшению условий труда (освещения) гравировщиков.

4.1. Назвать причины неблагоприятной световой среды на рабочих местах гравировщиков.

Причинами неблагоприятной световой среды на рабочих местах гравировщиков являются: а) недостаточные уровни освещённости; б) высокий коэффициент пульсации; в) превышающий нормируемое значение объединённый показатель дискомфорта; г) недостаточное количество чисток светильников в год.

4.2. Обосновать и предложить мероприятия по улучшению освещённости рабочих мест гравировщиков.

Для увеличения уровней освещённости согласно СП 52.13330.2016 необходимо предусмотреть систему комбинированного освещения, так как

предусматривать систему общего освещения для I разряда зрительных работ разрешается только при технической невозможности применения системы комбинированного освещения.

Довести коэффициент пульсации и показатель дискомфорта до требуемых величин в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21.

Проводить чистку светильников согласно СП 52.13330.2016 4 раза в год.

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ

1 – 2	2 – 1	3 – 2	4 – 3	5 – 4
6 – 1	7 – 3	8 – 2	9 – 3	10 – 2
11 – 4	12 – 1	13 – 2	14 – 3	15 – 1, 2, 4, 6
16 – 1, 3, 4	17 – 1	18 – 1, 2	19 – 1	20 – 2
21 – 3	22 – 3	23 – 1	24 – 2	25 – 1

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. Гигиена труда : учебник / под ред. Н. Ф. Измерова, В. Ф. Кириллова. 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 480 с. – Текст : непосредственный.

2. Гигиена труда : учебник / Н. Ф. Измеров, В. Ф. Кириллов – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – Текст : электронный // Консультант студента : электронная библиотека медицинского вуза. – URL : <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970436912.html> (дата обращения: 30.01.2021). – Режим доступа : по подписке.

3. Гигиена труда. Руководство к практическим занятиям : учебное пособие / В. А. Кирюшин, А. М. Большаков, Т. В. Моталова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 400 с. – Текст : непосредственный.

4. Гигиена труда. Руководство к практическим занятиям : учебное пособие / В. А. Кирюшин, А. М. Большаков, Т. В. Моталова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. – Текст : электронный // Консультант студента : электронная библиотека медицинского вуза. – URL : <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970418444.html> (дата обращения: 30.01.2021). – Режим доступа : по подписке.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. Труд и здоровье / Н. Ф. Измеров [и др.]. – М. : Литтерра, 2014. – 416 с. – Текст : непосредственный.

2. Физические факторы, эколого-гигиеническая оценка и контроль : Руководство : [Монография] / [Редкол.: Пред.: Н. Ф. Измеров и др.]. – М. : Медицина, 1999. – Т. 1. – 490 с. – Текст : непосредственный.

Учебное издание

Жукова Елена Викторовна
Куренкова Галина Владимировна

**ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ОСВЕЩЕНИЯ. МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ И
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СВЕТОВОЙ СРЕДЫ НА
РАБОЧИХ МЕСТАХ**

Учебное пособие