

**Н.В. Сакова**

**Охрана труда и производственная санитария.**

**Задания для выполнения практических  
и лабораторных работ**

## **Практические занятия.**

### **Практическое занятие № 1.**

#### **Основные положения трудового права.**

1. Термины и определения в области охраны труда;
2. Государственные нормативные требования охраны труда;
3. Государственное управление охраной труда;
4. Обязанности и ответственность должностных лиц за соблюдение требований охраны труда;
5. Обязанности работодателя и работников по соблюдению требований охраны труда.
6. Трудовой договор;
7. Рабочее время и время отдыха;
8. Охрана труда женщин;
9. Охрана труда молодежи.

### **Практическое занятие № 2.**

#### **Определение класса условий труда работников по факторам среды и трудового процесса**

1. Выбрать вариант задания по указанию преподавателя. Определить класс условий труда по фактическим значениям для каждого из факторов.
2. Определить общий класс условий труда на рабочем месте, заполнить сводную таблицу.

### **Практическое занятие № 3.**

#### **Льготы и компенсации работникам за работу во вредных и опасных условиях. Обеспечение СИЗ.**

1. Изучить порядок предоставления льгот и компенсаций за работу во вредных и опасных условиях труда.
2. По результатам практического занятия № 2 определить необходимые на данном рабочем месте льготы и компенсации.
3. Изучить порядок обеспечения СИЗ.
4. По результатам практического занятия № 2 определить перечень необходимых СИЗ с указанием их количества.

### **Практическое занятие № 4.**

#### **Организация проведения медицинских осмотров**

1. Изучить порядок организации и проведения медицинских осмотров
2. Изучить перечень факторов и выполняемых работ, требующих проведения медицинских осмотров работающих.
3. По результатам выполнения практической работы № 2 определить факторы и выполняемые работы, необходимость и периодичность проведения медицинских осмотров.

### **Практическое занятие № 5.**

#### **Порядок расследования несчастных случаев на производстве.**

1. Перечень несчастных случаев, подлежащих учету и расследованию на производстве, легкие, тяжелые и групповые несчастные случаи.
2. Действия работодателя при возникновении несчастного случая.
3. Порядок оповещения органов государственной власти при несчастном случае, формы документов.
4. \Порядок расследования несчастных случаев на производстве.
5. Возмещение вреда пострадавшим на производстве.

### **Практическое занятие № 6.**

#### **Определение необходимого воздухообмена для систем вентиляции**

1. Изучить теоретические вопросы по организации систем производственной вентиляции.
2. Выбрать вариант индивидуального задания.
3. Провести обоснование выбора системы вентиляции и выполнить расчет производительности вентиляции.

### **Практическое занятие № 7.**

#### **Электробезопасность**

1. Основные правовые требования к организации электробезопасности на предприятии. Ответственный за электрохозяйство предприятия.
2. Электротехнический, электротехнологический и неэлектротехнический персонал.
3. Группы по электробезопасности, порядок присвоения групп, требования к персоналу. Порядок присвоения I группы по электробезопасности.
4. Порядок оказания первой помощи при поражении человека электрическим током.

## **Практическое занятие № 8.**

### **Проектирование освещения в производственном помещении**

1. Изучить теоретический материал.
2. Выбрать вариант задания (по указанию преподавателя).
3. Выбрать систему освещения.
4. Провести расчет и проектирование освещения.

## **Лабораторные работы**

### **Лабораторная работа № 1**

#### **Исследование условий труда на рабочих местах с ПЭВМ**

1. Произвести идентификацию вредных и опасных факторов на рабочем месте с ПЭВМ.
2. Определить нормативные требования по каждому фактору.
3. Произвести замеры уровней факторов.
4. Сделать вывод о соответствии фактических значений нормативным.
5. Определить класс условий труда.

### **Лабораторная работа № 2**

#### **Исследование микроклимата производственных помещений**

1. По указанию преподавателя выбрать помещение (аудитория, лаборатория) для оценки микроклимата.
2. Оценить вид выполняемой работы в помещении и период года.
3. Выбрать оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата.
4. Произвести замеры параметров.
5. Сделать вывод о соответствии параметров нормативным требованиям.
6. Предложить мероприятия по нормализации микроклимата.

### **Лабораторная работа № 3**

#### **Исследование параметров освещения на рабочем месте**

1. По указанию преподавателя выбрать несколько помещений (аудитория, лаборатория, столовая и т.д.) для оценки освещения.
2. Провести анализ системы освещения в помещениях.
3. Изучить требования нормативных документов.
4. Произвести замеры параметров освещения.
5. Сделать выводы о соответствии освещения нормативным требованиям.

## Производственное освещение

### Теоретические сведения

Ощущение зрения происходит под воздействием видимого излучения (света), которое представляет собой электромагнитное излучение с длиной волны 0,38–0,76 мкм. Чувствительность зрения максимальна к электромагнитному излучению с длиной волны 0,555 мкм (желто-зеленый цвет) и уменьшается к границам видимого спектра.

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  $d\Phi$ , исходящего от источника и равномерно распространяющегося внутри элементарного телесного угла  $d\Omega$ , к величине этого угла;  $J = d\Phi / d\Omega$ ; измеряется в канделах (кд);

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

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

Для качественной оценки условий зрительной работы используют следующие показатели

- **Фон** – это поверхность, на которой происходит различие объекта. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее световой поток. Фон характеризуют коэффициентом отражения  $\rho$ , который определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока  $\Phi_{отр}$  к падающему на нее световому потоку  $\Phi_{пад}$ ,  $\rho = \Phi_{отр} / \Phi_{пад}$ .

- **Контраст объекта с фоном  $\kappa$**  – характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (точки, линии, знака, пятна, трещины, риски или других элементов) и фона;  $\kappa = (L_{об} - L_{ф}) / L_{об}$ .

- **Коэффициент пульсации освещенности**  $\kappa_E$  – это критерий глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока  $\kappa_E = 100(E_{\max} - E_{\min}) / (2E_{\text{cp}})$ , где  $E_{\max}$ ,  $E_{\min}$ ,  $E_{\text{cp}}$  – максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период колебаний; для газоразрядных ламп  $\kappa_E = 25 \dots 65 \%$ , для обычных ламп накаливания  $\kappa_E = 7 \%$ , для галогенных ламп накаливания  $\kappa_E = 1 \%$ .

- **Видимость**  $V$  характеризует способность глаза воспринимать объект. Она зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется как  $V = k / k_{\text{пор}}$ , где  $k_{\text{пор}}$  – пороговый или наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым на этом фоне.

- **Показатель ослепленности**  $P_0$  – критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой,  $P_0 = 1000(V_1/V_2 - 1)$ , где  $V_1$  и  $V_2$  – видимость объекта различения соответственно при экранировании и наличии ярких источников света в поле зрения. Экранирование источников света осуществляется с помощью щитков, козырьков и т. п.

При освещении производственных помещений используют следующие системы освещения: **естественное** освещение, создаваемое прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняющимся в зависимости от географической широты, времени года и суток, степени облачности и прозрачности атмосферы; **искусственное** освещение, создаваемое электрическими источниками света, и **совмещенное** освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняют искусственным.

Конструктивно естественное освещение подразделяют на боковое (одно- и двустороннее), осуществляемое через световые проемы в наружных стенах; верхнее – через световые проемы в кровле и перекрытиях; комбинированное – сочетание верхнего и бокового освещения.

Искусственное освещение по конструктивному исполнению может быть двух видов – **общее** и **комбинированное**. Систему общего освещения применяют в помещениях, где по всей площади выполняются однотипные работы (литейные, сварочные, гальванические 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) и общее локали-

зованное освещение (с учетом расположения рабочих мест).

При выполнении точных зрительных работ в местах, где оборудование создает глубокие, резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально, наряду с общим освещением применяют местное. Совокупность местного и общего освещения называют **комбинированным** освещением. Применение одного местного освещения внутри производственных помещений не допускается, поскольку образуются резкие тени, зрение быстро утомляется и создается опасность производственного травматизма.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на рабочее, аварийное и специальное, которое может быть охранным, дежурным, эвакуационным, эритемным, бактерицидным и др.

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

Аварийное освещение 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 и т. д. Минимальная освещенность рабочих поверхностей при аварийном освещении должна составлять не менее 2 лк.

Эвакуационное освещение предназначено для обеспечения эвакуации людей из производственного помещения при авариях и отключении рабочего освещения; организуется в местах, опасных для прохода людей: на лестничных клетках, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работают более 50 человек. Минимальная освещенность на полу основных проходов и на ступеньках при эвакуационном освещении должна быть не менее 0,5 лк, на открытых территориях – не менее 0,2 лк.

Охранное освещение устраивают вдоль границ территорий, охраняемых специальным персоналом. Наименьшая освещенность в ночное время 0,5 лк.

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

Условно к производственному освещению относят бактерицидное и эритемное облучение помещений. Бактерицидное облучение («освеще-

ние») создается для обеззараживания воздуха, питьевой воды, продуктов питания. Наибольшей бактерицидной способностью обладают ультрафиолетовые лучи с длиной волны 0,254–0,257 мкм. Эритемное облучение создается в производственных помещениях, где недостаточно солнечного света (северные районы, подземные сооружения). Максимальное эритемное воздействие оказывают электромагнитные лучи с длиной волны 0,297 мкм. Они стимулируют обмен веществ, кровообращение, дыхание и другие функции организма человека.

При проектировании систем освещения должны учитываться следующие требования.

- Освещенность должна соответствовать характеру зрительной работы.
- Яркость рабочей поверхности и окружающих предметов должна быть равномерной, в противном случае возникает утомление зрения и снижение производительности труда. Равномерному распределению яркости способствует светлая окраска потолка, стен, оборудования и применение системы комбинированного освещения.
- Отсутствие в поле зрения работающего резких теней. Наличие резких теней искажает размеры и формы объектов различения и тем самым повышает утомляемость. Особенно вредны движущиеся тени, которые могут привести к травмам.
- Отсутствие прямой и отраженной блескости. Блескость – это повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность). Блескость ограничивают уменьшением яркости источника света, правильным выбором и размещением светильника.
- Постоянство освещенности во времени, что достигается стабилизацией плавающего напряжения, жестким креплением светильников, применением специальных схем включения газоразрядных ламп.
- Правильный выбор спектрального состава ламп. Оптимальный спектральный состав обеспечивает естественное освещение. Для создания правильной цветопередачи применяют монохроматический свет, усиливающий одни цвета и ослабляющий другие.
- Осветительные установки должны быть удобны и просты в эксплуатации, долговечны, отвечать требованиям эстетики, электробезопасности, а также не должны быть причиной возникновения взрыва или пожара.



Источники света, применяемые для искусственного освещения делят на следующие группы – **газоразрядные лампы, лампы накаливания, светодиодные лампы.** Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Видимое излучение в них получается в результате нагрева электрическим ток от вольфрамовой нити. В газоразрядных лампах излучение оптического диапазона спектра возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металлов, а так же за счет явлений люминесценции, которое невидимое ультрафиолетовое излучение преобразует в видимый свет.

Источники света характеризуют следующими параметрами: номинальное напряжение питания (В); электрическая мощность лампы (Вт); световой поток, излучаемый лампой (лм), или максимальная сила света (кд); световая отдача (лм/Вт), т. е. отношение светового потока лампы к электрической мощности; срок службы лампы и спектральный состав света.

Благодаря удобству в эксплуатации, простоте в изготовлении низкой инерционности при включении, отсутствию дополнительных пусковых устройств, надежности работы при колебаниях напряжения и при различных метеорологических условиях окружающей среды лампы накаливания находят широкое применение в промышленности. Наряду с отмеченными преимуществами лампы накаливания имеют и существенные недостатки: низкая световая отдача (7–20 лм/Вт), сравнительно малый срок службы (до 2,5 тыс. ч), в спектре преобладают желтые и красные лучи, что сильно отличает их спектральный состав от солнечного света.

В последние годы все большее распространение получают галоидные лампы накаливания с йодным циклом. Наличие в колбе паров йода позволяет повысить температуру накала нити, т. е. световую отдачу лампы (до 40 лм/Вт). Пары вольфрама, испаряющиеся с нити накаливания, соединяются с йодом и вновь оседают на вольфрамовую спираль, препятствуя распылению вольфрамовой нити и увеличивая срок службы лампы до 3 тыс. ч. Спектр излучения галоидной лампы более близок к естественному.

Основным преимуществом газоразрядных ламп является большая световая отдача 40–110 лм/Вт. Они имеют значительно больший срок службы, который у некоторых типов ламп достигает 8–12 тыс. ч. От газоразрядных ламп можно получить световой поток любого желаемого спектра, подбирая соответствующим образом инертные газы, пары металлов, люминоформ. По спектральному составу видимого света различают лам-

пы дневного света (ЛД), дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ), холодного белого (ЛХБ), теплого белого (ЛТБ) и белого цвета (ЛБ).

Основным недостатком газоразрядных ламп является пульсация светового потока, что может привести к появлению стробоскопического эффекта, заключающегося в искажении зрительного восприятия. При кратности или совпадении частоты пульсации источника света и обрабатываемых изделий вместо одного предмета видны изображения нескольких, искажается направление и скорость движения, что делает невозможным выполнение производственных операций и ведет к увеличению опасности травматизма. К недостаткам газоразрядных ламп следует отнести также длительный период разгорания, необходимость применения специальных пусковых приспособлений, облегчающих зажигание ламп; зависимость работоспособности от температуры окружающей среды. Газоразрядные лампы могут создавать радиопомехи, исключение которых требует специальных устройств.

Среди преимуществ светодиодных ламп необходимо отметить низкое потребление энергии и длительный срок службы. В спектре излучения отсутствуют вредные инфракрасные и ультрафиолетовые излучения. Однако, с течением времени светодиоды имеют свойство «стареть» и «тускнеть». При этом изменяется в неблагоприятную для здоровья человека сторону спектральная характеристика светового излучения лампы. В спектре резко увеличивается количество синих цветов. В конце срока службы лампы практически не освещают поверхность. Кроме этого, светодиодные лампы изначально дают направленный свет. Для получения более равномерного освещения используются оптические устройства, при которых резко снижается световая отдача лампы. В настоящее время светодиодные лампы применяют для наружного освещения, художественного оформления, создания подсветки помещений и поверхностей. Для рабочего освещения использовать светодиодные лампы не разрешается.

**Электрический светильник** – это совокупность источника света и осветительной арматуры, предназначенной для перераспределения излучаемого источником светового потока в требуемом направлении, предохранения глаз рабочего от слепящего действия ярких элементов источника света, защиты источника от механических повреждений, воздействия окружающей среды и эстетического оформления помещения.

По распределению светового потока в пространстве различают светильники прямого, преимущественно прямого, рассеянного, отраженного

и преимущественно отраженного света. В зависимости от конструктивного исполнения различают светильники открытые, защищенные, закрытые, пыленепроницаемые, влагозащитные, взрывозащищенные, взрывобезопасные.

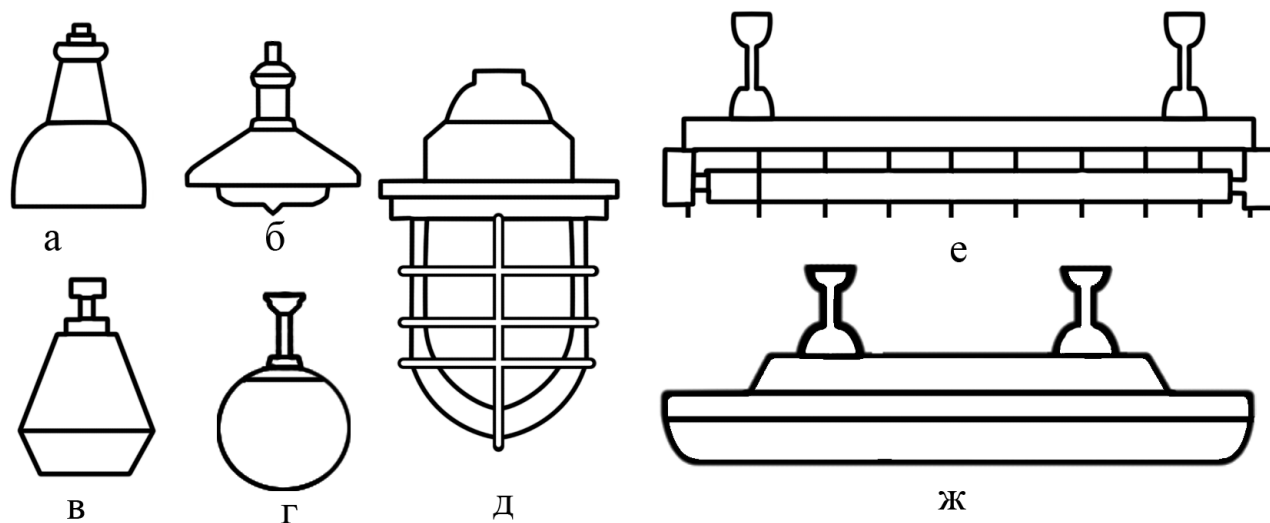


Рис. 4. Основные типы светильников:

а – «Универсаль»; б – «Глубокоизлучатель»; в – «Люцета»; г – «Молочный шарик»; д – взрывобезопасный типа ВЗГ; е – типа ОД; ж – типа ПВЛП

#### Светильники для ламп накаливания.

«Универсаль» (У) – для ламп до 500 Вт. Основной светильник для нормальных помещений при небольших (400) и небольших (до 400) значений

$$E \cdot k \cdot h^2,$$

где  $E$  – норма освещенности;  $k$  – коэффициент;  $h$  – высота подвеса.

Применим для общего и местного освещения «Глубокоизлучатель» со средней концентрацией поток (ГС) – для ламп 500, 1000, 1500 Вт. Светильник устойчив к среде с повышенной химической активностью, требует регулярной чистки, рекомендуется в цехах типа прокатных.

«Кососвет» (КС) – предназначен для освещения вертикальных поверхностей при локализованном общем и местном освещении.

«Шар молочного стекла» (ШМ) – для ламп до 1000 Вт, рекомендуется для нормальных помещений с большим отражением потолка и стен (помещения точной сборки, конструкторские).

«Промышленный уплотненный светильник» (ПУ) у – для ламп до 300 Вт, предусмотрен для сырых и пыльных помещений.

«Светильник для химически активной среды» (СХ) – для ламп до 500 Вт.

Взрывозащитные светильники Н4Б–300, В4А–300, ВЗГХ.

### Светильники для люминесцентных ламп.

Открытые двухламповые ОД, ОДОР – для нормальных помещений с хорошим отражением потолков и стен при умеренной влажности и запыленности.

Светильники МЛ – для местного освещения с увеличенным защитным углом, мощность ламп  $2 \cdot 20$  Вт.



Светильник ПВ – I является пылевлагозащитным, мощность ламп  $2 \cdot 40$  Вт, пригоден для помещений класс П-II, П-IIIА.

Светильник НОГЛ является взрывозащитным, мощность ламп  $1 \cdot 40$ Вт,  $1 \cdot 80$  Вт.

Для ДРЛ могут применяться те же светильники, что и для ламп накаливания, т.к. формы их колб сходны. Кроме того выпускаются специальные светильники для ДРЛ, например, С34ДРЛ – зеркальный, мощностью до 1000 Вт.

## *Современное световое оборудование*

### Светильники направленного света с галогенными лампами

Разнообразие форм и дизайна светильников направленного света позволяет использовать их для освещения общественных, жилых, торговых, выставочных помещениях и помещениях музеев. Благодаря простой системе установки, с помощью пружинных или сдвижных клипс они легко устанавливаются в подвесной потолок. Достоинством, устанавливаемых в данные светильники галогенных ламп являются неизменно яркий свет, великолепная цветопередача, обеспечивающая красивые, "сочные" оттенки и возможность создания любых световых эффектов. Галогенные лампы – компактные источники света, с высокой световой отдачей. В отличие от обычных ламп накаливания в этих лампах применяется специальный газ, позволяющий им сиять ярче без сокращения срока службы. Применяя лампы с различным углом рассеивания отражателя можно добиться требуемого результата.



### Светильники направленного света с металлогалогенными лампами

Светильники с металлогалогенными лампами наибольшее применение нашли в освещении торговых и выставочных площадей, офисов и даже музеев. Светильники легко монтируются в подвесной потолок и световой поток, благодаря специальному устройству

может быть ориентирован (для поворотных моделей) в нужном направлении и имеют самые разнообразные варианты дизайна. В этих осветительных приборах используются металлогалогенные лампы, световой поток которых формируется с разным углом рассеивания специальными, входящими в состав светильников отражателями. Металлогалогенные лампы обладают высокой энергетической эффективностью и надежностью в течение длительного срока.



#### Светильники с компактными люминесцентными лампами

Компактная люминесцентная лампа находит все больше применение в освещении помещений. Благодаря длительному сроку службы, эффективности и энергосберегающим качествам эти источники света являются оптимальным решением для оснащения общим освещением как больших, так и малых площадей. Светильники, представленные в этой группе также относятся к светильникам направленного света, т.к. оснащены отражателями и просты в установке и обслуживании.

#### Светильники для подвесных потолков

Семейство наиболее распространенных светильников устанавливаемых в подвесные, модульные потолки и потолки грильято. Светильники этой группы представлены несколькими типами: светильники для потолков грильято, растровые светильники, светильники отраженного и комбинированного света, светильники с асимметричным рассеивателем и рассеивателями. В данных используются линейные люминесцентные лампы T8, в наиболее современных долях применяются люминесцентные лампы T5.



#### Люминесцентные светильники для линейных ламп T8

Семейство наиболее популярных светильников под люминесцентную лампу T8, диаметром 26 мм с цоколем G13. Представленные модели выполнены в разном стиле и с помощью различных материалов с открытыми и закрытыми рассеивателями лампами, но объединяет их все наличие электронного ПРА. Именно с помощью электронного пускорегулирующего устройства, которое заменяет прежние дроссель, конденсатор и стартер, возможно, добиться наибольшего качества света, экономии энергии и увеличения срока службы лампы. Светильники этой группы находят самое разное применение и в интерьерах помещений и даже в мебели.



### Люминесцентные светильники для линейных ламп Т4

Производство более компактных линейных люминесцентных ламп, по сравнению с лампами Т8, а также использование электронных ПРА позволило производителям сделать светильник еще меньше и дополнить его различными устройствами, что существенно расширило его использование в мебели и мебельных конструкциях. Благодаря установленным на торцах разъемам, появилась возможность соединять несколько светильников в единую линию, подключая только с одной стороны. Установленные же на светильниках микровыключатели существенно упростили эксплуатацию. Корпус светильников выполнен из термостойкого пластика и изготавливается с открытой, либо закрытой специальным рассеивателем лампой.

### Светильники с высокой степенью защиты для линейных люминесцентных ламп



Группа специальных светильников. Производственные помещения, склады, прачечные, больницы, промышленные кухни, душевые и другие помещения в повышенной влажностью и запыленностью, именно здесь рекомендовано использование светильников с более высокой степенью защиты. Защита светильника препятствует проникновению влаги и пыли благодаря специальным уплотнителям и соединениям деталей светильника, а также благодаря специальной муфте защищающей отверстие для питающего кабеля. Светильники могут устанавливаться непосредственно на потолок, на магистральные короба и на специальные подвесные конструкции.



**Нормирование освещения.** Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 23-05-95 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном. Характеристика зрительной работы определяется наименьшим размером объекта различения (например, при работе с приборами – толщиной линии градуировки шкалы, при чертежных работах – толщиной самой тонкой линии). В зависимости от размера объекта различения все виды работ, связанные со зрительным напряжением, делятся на восемь разрядов, которые, в свою очередь, в зависимости от фона и контраста объекта с фоном делятся на четыре подряда.

Искусственное освещение нормируется количественными (мини-

мальной освещенностью  $E_{\min}$ ) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности). Принято раздельное нормирование искусственного освещения в зависимости от применяемых источников света и системы освещения. Нормативное значение освещенности для газоразрядных ламп при прочих равных условиях из-за их большей светоотдачи выше, чем для ламп накаливания. При комбинированном освещении доля общего освещения должна быть не менее 10 % нормируемой освещенности. Эта величина должна быть не менее 150 лк для газоразрядных ламп и 50 лк для ламп накаливания.

При освещении производственных помещений газоразрядными лампами, питаемыми переменным током промышленной частоты 50 Гц, глубина пульсаций не должна превышать 10–20 % в зависимости от характера выполняемой работы.

При определении нормы освещенности следует учитывать также ряд условий, вызывающих необходимость повышения уровня освещенности, выбранного по характеристике зрительной работы. Увеличение освещенности следует предусматривать, например, при повышенной опасности травматизма или при выполнении напряженной зрительной работы I–IV разрядов в течение всего рабочего дня.

В качестве критерия оценки естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественной освещенности КЕО. КЕО – это отношение освещенности в данной точке внутри помещения  $E_{\text{вн}}$  к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности  $E_{\text{н}}$ , выраженное в процентах, т. е.  $\text{КЕО} = 100 E_{\text{вн}} / E_{\text{н}}$ . Принято раздельное нормирование КЕО для бокового и верхнего естественного освещения. При боковом освещении нормируют минимальное значение КЕО в пределах рабочей зоны, которое должно быть обеспечено в точках, наиболее удаленных от окна; в помещениях с верхним и комбинированным освещением – по усредненному КЕО в пределах рабочей зоны. Нормированное значение КЕО

$$e_{\text{н}} = \text{КЕО} \cdot m, \quad (10)$$

где КЕО – коэффициент естественной освещенности для 1 группы административных районов, определяется в зависимости от характеристики зрительной работы и системы освещения;

$m$  – коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от района расположения здания на территории страны и от ориентации здания относительно сторон света.

Ленинградская область относится к 3 группе административных районов.

Коэффициенты светового климата (m) для зданий со световыми проемами в наружных стенах

Номер группы административных районов	"m" при световых проемах, ориентированных по сторонам горизонта		
	север, северо-запад, северо-восток	запад, восток	юг, юго-запад, юго-восток
3	1,1	1,1	1

Совмещенное освещение допускается для производственных помещений, в которых выполняются зрительные работы I-го и II-го 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.

В процессе эксплуатации осветительных установок необходимо предусматривать регулярную очистку от загрязнений светильников и остекленных проемов, своевременную замену отработавшей свой срок службы лампы, контроль напряжений питания осветительной сети, регулярную и рациональную окраску стен, потолка, оборудования.

Сроки очистки светильников и остекления зависят от степени запыленности помещения: для помещений с незначительными выделениями пыли – 2 раза в год; со значительным выделением пыли – 4... 12 раз в год. Для удобства и безопасности очистки осветительных установок применяют передвижные тележки, телескопические лестницы, подвесные люльки. При высоте подвеса светильников до 5 м допускается обслуживание их с приставных лестниц и стремянок. Очищать светильники следует при отключенном питании.



Нормы искусственного освещения для образовательных учреждений (выдержка из СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03)

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Искусственное освещение				
		освещенность, лк			показатель дискомфорта, М, не более	коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
		при комбинированном освещении		при общем освещении		
		всего	от общего			
34. Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории в техникумах и высших учебных заведениях	Г-0,8	-	-	400	40	10
35. Кабинеты информатики и вычислительной техники	Г-0,8	500	300	400	15	10
	Экран дисплея: В-1	-	-	200	-	-
37. Лаборантские при учебных кабинетах	Г-0,8	500	300	400	15	10
41. Спортивные залы	Г-0,0	-	-	200	60	20
	В-2,0 с обеих сторон на продольной оси помещения	-	-	75	-	-
44. Актовые залы, киноаудитории	Г-0,0	-	-	200	75	-
46. Кабинеты и комнаты преподавателей	Г-0,8	-	-	300	40	15
47. Рекреации	Г-0,0	-	-	150	90	-

Нормы естественного и совмещенного освещения для образовательных учреждений (выдержка из СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03)

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение	
		КЕО е, % н		КЕО е, % н	
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
34. Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории в техникумах и высших учебных заведениях	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7
35. Кабинеты информатики и вычислительной техники	Г-0,8 Экран дисплея: В-1	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -
37. Лаборантские при учебных кабинетах	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7
41. Спортивные залы	Г-0,0 В-2,0 с обеих сторон на продольной оси помещения	2,5 -	0,7 -	1,5 -	0,4 -
44. Актовые залы, киноаудитории	Г-0,0	-	-	-	-
46. Кабинеты и комнаты преподавателей	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6
47. Рекреации	Г-0,0	2,0	0,5	1,2	0,3

## 2. Расчет и проектирование систем искусственного освещения

Задача расчета искусственного освещения – определение потребной мощности электрической осветительной установки для создания в производственном помещении заданной освещенности.

При проектировании осветительной установки необходимо решить следующие вопросы.

1. Определить нормированное значение освещенности на рабочем месте.
2. Выбрать тип источника света.
3. Определить систему освещения.
4. Выбрать тип светильников с учетом характеристик светораспределения.
5. Определить количество светильников и распределить их.
6. Подсчитать потребную мощность осветительной установки.

Для расчета осветительных установок применяют метод светового потока и точечный метод.

### 2.1. Метод светового потока

*Метод светового потока* (метод коэффициента использования светового потока) применяется для расчета общего освещения при горизонтальной рабочей поверхности. Расчет производится по формуле:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100 \cdot E_{\text{н}} \cdot S \cdot Z \cdot k}{N \cdot \eta}, \quad (2.1.)$$

где  $E_{\text{н}}$  – выбранная по табл. 2 освещенность, лк;  $S$  – площадь помещения;  $Z$  – коэффициент минимальной освещенности принимается в пределах 1,1 – 1,5;  $k$  – коэффициент запаса применяется по специальной таблице, для условий лаборатории  $k = 1,5$  при люминесцентных лампах,  $k = 1,3$  при лампах накаливания;  $N$  – число ламп в помещении, принимается из предварительного решения;  $\eta$  – коэффициент использования светового потока ламп относительно данной плоскости (в долях единицы).

Величина коэффициента  $\eta$  зависит от коэффициента полезного действия светильника, коэффициентов отражения рабочих поверхностей  $\rho_p$ , стен  $\rho_c$ , потолка  $\rho_n$  и индекса помещения, определяемого по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)},$$

где А, В,  $H_p$  – соответственно длина, ширина помещения и высота подвеса светильника.

Таблица 5

Коэффициент использования светового потока ламп,  $\eta$

Лампы люминесцентные																		
Тип светильника	ОД			ДР и ПВЛ-6			ОДО			ОДОР			ШОД			ШЛП		
$r_{П}, \%$	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30
$r_{С}, \%$	50	50	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	50	30	50	50	30
$i$	Значение коэффициента использования, %																	
0,5	30	25	20	28	24	21	29	21	26	26	20	17	22	16	14	22	20	17
0,6	34	29	25	32	27	24	32	26	30	30	24	20	28	21	18	27	25	21
0,7	38	33	29	35	30	27	36	29	34	34	28	23	32	24	21	30	28	24
0,8	41	36	33	38	33	29	40	33	37	37	31	26	35	27	24	33	30	27
0,9	45	39	35	41	36	32	42	36	40	40	33	28	38	30	27	35	32	29
1,0	47	42	38	44	38	34	46	38	42	42	35	30	41	32	29	37	34	31
1,1	50	44	40	46	41	36	48	41	45	45	37	33	43	34	31	39	36	32
1,25	53	48	43	48	44	39	51	44	48	48	40	35	46	37	34	42	38	34
1,5	57	52	47	52	47	43	54	48	51	51	43	38	50	40	37	45	40	37
1,75	60	54	51	54	50	46	59	51	54	54	46	41	53	43	40	47	42	40
2,0	62	57	54	56	52	49	61	53	56	56	48	43	55	45	42	48	44	42
2,25	64	59	56	58	54	51	63	55	58	58	50	45	57	47	44	50	46	43
2,5	65	60	57	60	55	52	65	56	59	59	51	46	59	48	45	51	47	44
3,0	67	63	60	62	58	55	67	59	61	61	53	48	61	50	48	53	49	46
3,5	69	65	62	63	59	57	69	61	63	63	55	50	63	52	50	55	51	48
4,0	70	66	64	64	61	58	70	62	64	64	56	51	65	54	51	56	52	49
5,0	72	69	66	65	62	60	72	65	66	66	58	53	67	56	53	58	53	51

По рассчитанному световому потоку  $\Phi$  выбирают тип лампы по табл. 6 из группы стандартных (типовых) источников света.

Таблица 6

Типовые источники света

Параметры ламп							
Лампы накаливания, 220 В		Люминесцентные лампы					
Тип и мощность	Световой поток, лм	Тип	$\Phi$ , лм	Тип	$\Phi$ , лм	Тип	$\Phi$ , лм
В-15	105	ЛДЦ 15-4	475	ЛДЦ 30-4	1375	ЛДЦ 65-4	2900
В-25	220	ЛД 15-4	650	ЛД 30-4	1560	ЛД 65-4	3390
Б-40	400	ЛХБ 15-4	640	ЛХБ 30-4	1605	ЛХБ 65-4	3630
БК-40	460	ЛТБ 15-4	665	ЛТБ 30-4	1635	ЛТБ 65-4	3780
Б-60	715	ЛБ 15-4	720	ЛБ 30-4	1995	ЛБ 65-4	4320
БК-60	790	ЛДЦ 20-4	780	ЛДЦ 40-4	1995	ЛДЦ 80-4	3380
Б-100	1350	ЛД 20-4	870	ЛД 40-4	2225	ЛД 80-4	3865
Г-150	2000	ЛХБ 20-4	890	ЛХБ 40-4	2470	ЛХБ 80-4	4220
Г-200	2800	ЛТБ 20-4	925	ЛТБ 40-4	2450	ЛТБ 80-4	4300
Б-200	2920	ЛБ 20-4	1120	ЛБ 40-4	2850	ЛБ 80-4	4960
Г-300	4600					ЛБ 80	5220
Г-500	8300					ЛД 80	4070
Г-750	13100						
Г71000	18600						

Порядок расчета:

1. На основании данных варианта из табл. 8 определить норму освещенности  $E_H$  по табл. 2.

2. Выбрать источник света (люминесцентные лампы, лампы накаливания или ДРЛ) и тип лампы (ЛДЦ, ЛБ, ЛД, ЛХБ) на основании рекомендаций, приведенных выше.

3. Выбрать светильник для установленного вида источника света и типа лампы, исходя из выше приведенных рекомендаций выбора.

4. Вычертить в масштабе план помещения.

5. Принять решение по размещению светильников на плане (при общем равномерном освещении светильники с люминесцентными лампами можно располагать рядами, параллельными стенам с окнами, с лампами накаливания и ДРЛ в шахматном порядке или по углам прямоугольников как показано на рис. 2.1.).

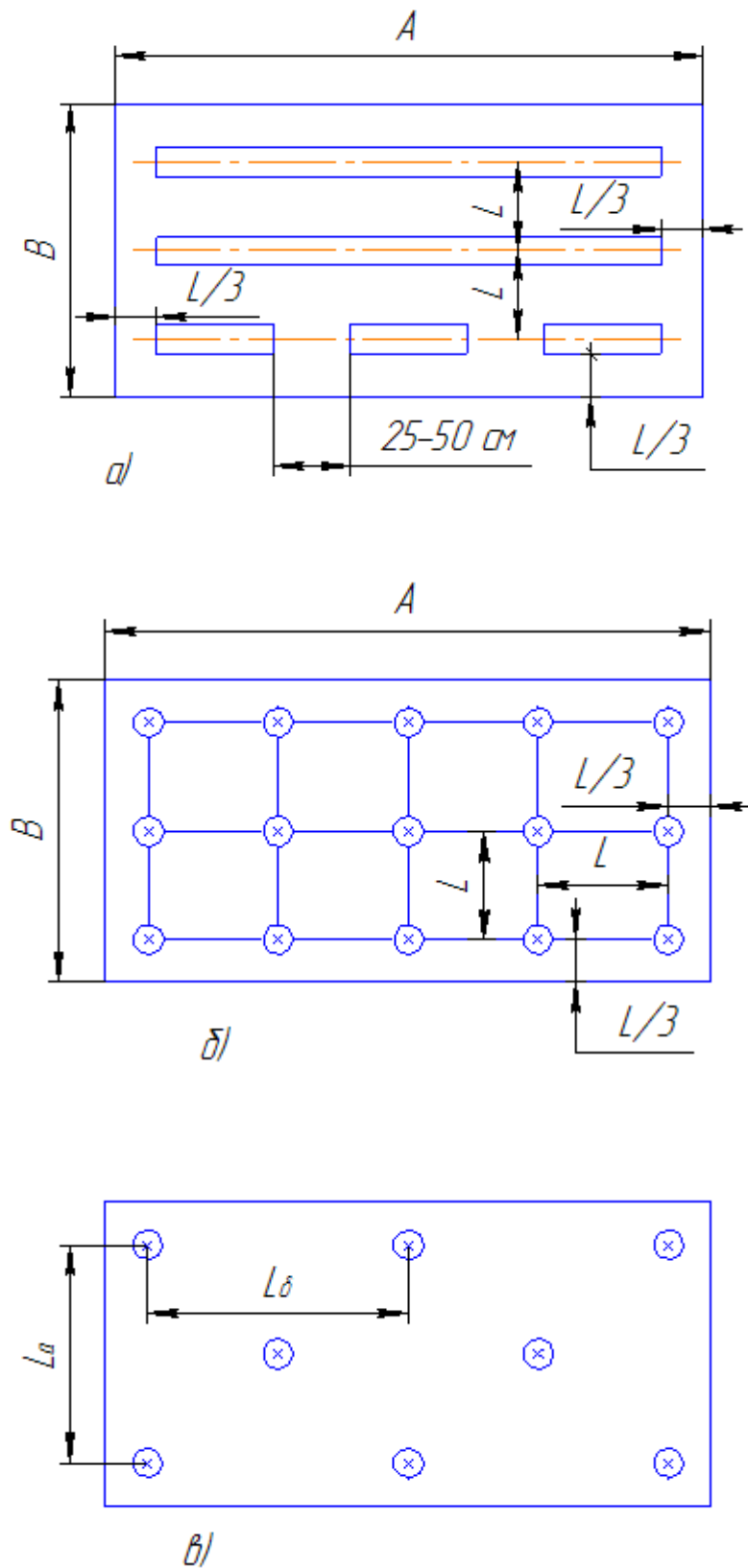


Рис. 2.1 План помещения с размещением:  
 а) люминесцентных ламп;  
 б) ламп накаливания или ДРЛ по углам квадрата;  
 в) в шахматном порядке.

Расстояние между лампами накаливания при размещении по углам прямоугольника лучше принимать равным ( $L_a = L_\delta$ ), при расположении ламп в шахматном порядке ( $L_\delta = \sqrt{3}$ ). Величину  $L$  для люминесцентных ламп и ламп накаливания определить из оптимального отношения

$$\lambda = \frac{L}{h},$$

где  $h$  – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, минимальные значения приведены в табл.7, при расчете освещенности принимать  $h = H - (h_p + h_c)$ ; где  $H$  – высота помещения;  $h_p$  – высота рабочей поверхности ( $\approx 0,8$ м);  $h_c$  – расстояние от потолка до светильника ( $\approx 0,2$ м);  $\lambda$  – оптимальное отношение расстояния, различают оптимальное светотехническое расстояние ( $\lambda_c$ ) и энергетическое ( $\lambda_\varepsilon$ ), их значение принимать по табл.7, в зависимости от принятого светильника. Расстояние от стен до светильников принимать  $\frac{1}{3} L$ .

Светильники с люминесцентными лампами рекомендуется размещать или сплошными рядами или с разрывом 0,25 – 0,5м (рис. 2.1.). В каждом ряду располагается по одному или два светильника. Длина люминесцентных ламп зависит от их мощности: 20 Вт – 920мм; 40,65 Вт – 1300 мм; 80 Вт – 1530 мм.

6. Определить количество светильников на плане N.

7. Принятые предварительно решения проверить расчетом, при котором определяется нужный световой поток одной лампы (методом светового потока) по формуле (1).

8. В соответствии с полученным значением подбирают ближайшую стандартную лампу по табл. 6. При этом допускается отклонение светового потока выбранной лампы от расчетного на – 10 % и + 20 %. В противном случае меняется схема расположения и число ламп, т.е. расчет повторяется.

9. Определить мощность всей осветительной установки по формуле:

$$P_\Sigma = P_{\text{л}} \cdot n^1,$$

где  $P_{\text{л}}$  – мощность одной принятой лампы, Вт;  $n^1$  – общее число ламп.

## Характеристики светильников с условной лампой

Тип светильника													
	I	ГС	КС		ШМ	ПУ с отр.	СХ	Н4Б-300 с отраж.	В4Б-200 с отраж.	ОД	ОДОР	ПВЛ-I	СЗ-ДРЛ
			В продоль- ной плоскости	В поперечной плоскости						В попереч. плоскости			
КПД, %	75	84	7	70	67	75	80	60	48	65	68	68	–
Защит. угол	15	30	–	–	15	15	15	15	15	15	15	–	–
Высота подвеса	3–4	3–4	–	–	2,5 – 3	3	4	3	4	3,5	3,5 – 4	–	3,5–4,5
$\lambda_c$	1,5	0,9	–	–	2,0	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	–
$\lambda_{\Sigma}$	1,9	1,1	–	–	2,8	1,8	1,8	1,8	1,8	–	–	–	–



Таблица 2

Норма освещенности Е при искусственном освещении  
по СНиП 23-05-95 (извлечение)

Характеристики зрительной работы	Наим. размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Под-разряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристики фона	Искусственное освещение	
						При комбинированном освещении	При общем освещении
						Освещенность, лк	
1	2	3	4	5	6	7	8
Наивысшей точности	менее 0,15	I	a	малый	темный	5000	1500
			б	малый средний	Средний темный	4000	1250
			в	малый средний большой	светлый средний темный	2500	750
			г	средний большой	светлый средний	1500	400
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,3	II	a	малый	темный	4000	1250
			б	малый средний	средний темный	3000	750
			в	малый средний большой	светлый средний темный	2000	500
			г	средний большой	светлый средний	1000	300
Высокой точности	Свыше 0,3 до 0,5	III	a	малый	темный	2000	500
			б	малый средний	средний темный	1000	700
			в	малый средний большой	светлый средний темный	750	300
			г	средний большой	светлый средний	400	200
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	a	малый	темный	750	300
			б	средний малый	темный средний	500	200
			в	малый средний большой	светлый средний темный	400	200
			г	средний большой	светлый средний	300	150

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	а	малый	темный	300	200
			б	малый средний	средний темный	200	150
			в	малый средний большой	светлый средний темный	-	150
			г	средний большой	светлый средний	-	100
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	-	Независимо от фона и контраста		-	150
Работа со светящимися материалами или изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	-	Независимо от фона и контраста		-	200
Общее наблюдение за ходом производственного процесса:							
Постоянное		III	а	Независимо от характеристики фона, контраста объекта с фоном		-	75
периодическое при постоянном пребывании			б	Независимо от характеристики фона, контраста объекта с фоном		-	50
периодическое при периодическом пребывании				Независимо от характеристики фона, контраста объекта с фоном		-	30



*Вентиляцией* называется организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу на его место свежего.

По способу перемещения воздуха различают системы естественной и механической вентиляции. Система вентиляции, перемещение воздушных масс в которой осуществляется благодаря возникающей разности давлений снаружи и внутри здания, называется *естественной вентиляцией*. Разность давлений обусловлена разностью плотностей наружного и внутреннего воздуха (гравитационное давление или *тепловой напор*) и *ветровым напором*, действующим на здание. Расчетный тепловой напор (Па)

$$\Delta P_T = gh(\rho_n - \rho_v), \quad (5)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $h$  – вертикальное расстояние между центрами приточного и вытяжного отверстий, м;  $\rho_n$ ,  $\rho_v$  – плотность наружного и внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

При действии ветра на поверхностях здания с подветренной стороны образуется избыточное давление, на наветренной стороне – разрежение. Распределение давлений по поверхности зданий и их значения зависят от направления и силы ветра, а также от взаиморасположения зданий. Ветровой напор (Па)

$$\Delta P_v = \kappa_{\Pi} \omega^2 \rho_n / 2, \quad (6)$$

где  $\kappa_{\Pi}$  – коэффициент аэродинамического сопротивления здания;  $\omega$  – скорость ветрового потока, м/с.

Неорганизованная естественная вентиляция – *инфильтрация* или *естественное проветривание*, – осуществляется сменой воздуха в помещениях через неплотности в ограждениях и элементах строительных конструкций благодаря разности давлений снаружи и внутри помещения.

Организованная естественная вентиляция может быть вытяжной без организованного притока воздуха (канальная) и приточно-вытяжной с организованным притоком воздуха (канальная и бесканальная аэрация). Канальная естественная вытяжная вентиляция без организованного притока воздуха широко применяется в жилых и административных зданиях. При расчете сети воздуховодов прежде всего производят ориентировочный подбор их сечений, исходя из допустимых скоростей движения воздуха в каналах верхнего этажа 0,5–0,8 м/с, в каналах нижнего этажа и сборных каналах верхнего этажа – 1,0 м/с и в вытяжной шахте – 1– 1,5 м/с.

Для увеличения располагаемого давления в системах естественной вентиляции на устье вытяжных шахт устанавливают насадки-дефлекторы. Наибольшее распространение получили дефлекторы типа ЦАГИ (рис. 1). Поток ветра, обтекая обечайку, создает вокруг большей части ее периметра разрежение обеспечивающее подсос воздуха из вытяжного патрубка.

*Аэрацией* называется организованная естественная общеобменная вентиляция помещений в результате поступления и удаления воздуха через открывающиеся фрамуги окон и фонарей. Воздухообмен в помещении регулируют различной степенью открывания фрамуг (в зависимости от температуры наружного воздуха, скорости и направления ветра). Как способ вентиляции аэрация нашла широкое применение в промышленных зданиях, характеризующихся технологическими процессами с большими тепловыделениями (прокатных цехах, литейных, кузнечных). Поступление наружного воздуха в цех в холодный период года организуют так, чтобы холодный воздух не попадал в рабочую зону. Для этого наружный воздух подают в помещение через проемы, расположенные не ниже 4,5 м от пола (рис. 2), в теплый период года приток наружного воздуха ориентируют через нижний ярус оконных проемов ( $h = 1,5-2$  м).

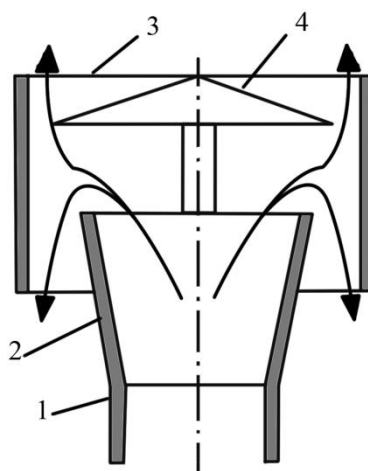


Рис. 1. Дефлектор ЦАГИ.

1 – патрубок, 2 – диффузор, 3 – обечайка, 4 - зонт

При расчете аэрации определяют требуемую площадь проходного сечения проемов и аэрационных фонарей для подачи и удаления необходимого количества воздуха.

Основным достоинством аэрации является возможность осуществлять большие воздухообмены без затрат механической энергии, недостатком аэрации следует отнести то, что в теплый период года эффективность аэрации может существенно падать вследствие повышения температуры наружного воздуха и того, что поступающий в помещение воздух не очищается и не охлаждается.

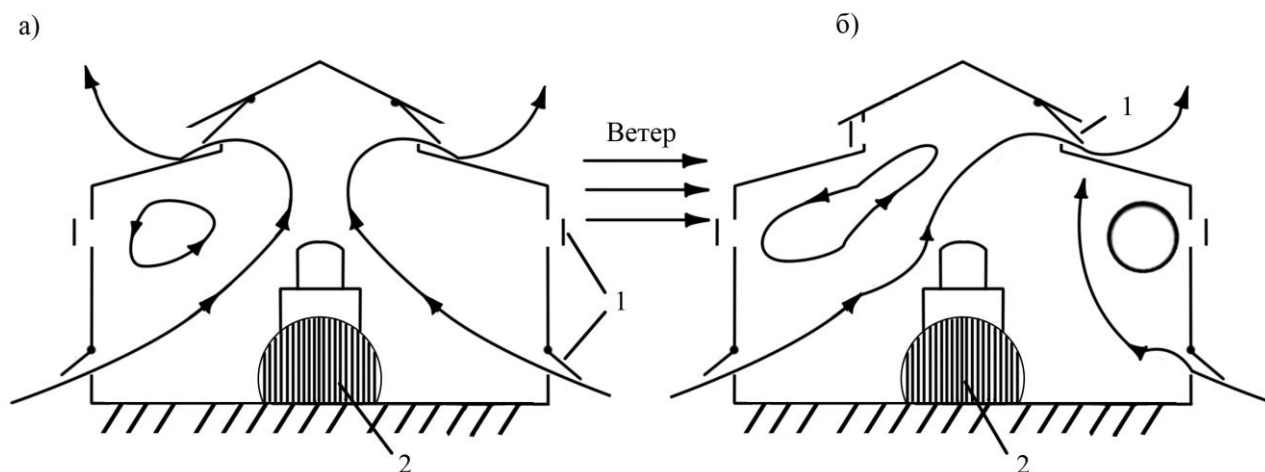


Рис. 2. Схема естественной вентиляции здания  
 а — при безветрии; б — при ветре; 1 — вытяжные и приточные отверстия;  
 2 — производственное оборудование.

*Искусственная (механическая) вентиляция* устраняет недостатки естественной вентиляции. При механической вентиляции воздухообмен осуществляется за счет напора воздуха, создаваемого вентиляторами (осевыми и центробежными); воздух в зимнее время подогревается, в летнее – охлаждается и кроме того очищается от загрязнений (пыли и вредных паров и газов). Механическая вентиляция бывает приточной, вытяжной, приточно-вытяжной, а по месту действия – общеобменной и местной.

При приточной системе вентиляции производится забор воздуха извне с помощью вентилятора через калорифер, где воздух нагревается и при необходимости увлажняется, а затем подается в помещение. Количество подаваемого воздуха регулируется клапанами или заслонками, устанавливаемыми в ответвлениях. Загрязненный воздух выходит через двери, окна, фонари и щели неочищенным.

При вытяжной системе вентиляции загрязненный и перегретый воздух удаляется из помещения через сеть воздуховодов с помощью вентилятора. Загрязненный воздух перед выбросом в атмосферу очищается. Чистый воздух подсасывается через окна, двери, неплотности конструкций.

Приточно-вытяжная система вентиляции состоит из двух отдельных систем – приточной и вытяжной, которые одновременно подают в помещение чистый воздух и удаляют из него загрязненный. Приточные системы вентиляции также возмещают воздух, удаляемый местными отсосами и расходуемый на технологические нужды: огневые процессы, компрессорные установки, пневмотранспорт и др.

Для определения требуемого воздухообмена для общеобменной вентиляции необходимо иметь следующие исходные данные: количество вредных выделений (тепла, влаги, газов и паров) за 1 ч, предельно допустимое количество (ПДК) вредных веществ в 1 м<sup>3</sup> воздуха, подаваемого в помещение.

Для помещений с выделением вредных веществ воздухообмен рассчитывается как

$$L = \frac{G_{\text{вр}}}{(C_{\text{уд}} - C_{\text{пр}})}, \quad (7)$$

где  $G_{\text{вр}}$  – интенсивность выделения вредных веществ, мг/ч;  
 $C_{\text{уд}}, C_{\text{пр}}$  – концентрация вещества в удаляемом воздухе и приточном, мг/м<sup>3</sup>.

Для помещений с теплоизбытками воздухообмен определяется как

$$L = \frac{Q_{\text{изб}}}{(t_{\text{уд}} - t_{\text{пр}})c_{\text{в}}\rho_{\text{пр}}}, \quad (8)$$

где  $Q_{\text{изб}}$  – избытки явного тепла,  
 $t_{\text{уд}}, t_{\text{пр}}$  – температура удаляемого воздуха и приточного,  
 $c_{\text{в}}, \rho_{\text{пр}}$  – теплоемкость и плотность приточного воздуха.

Воздухообмен для удаления избыточной влаги

$$L = \frac{G_{\text{вп}}}{(d_{\text{уд}} - d_{\text{пр}})\rho_{\text{пр}}}, \quad (9)$$

где  $G_{\text{вп}}$  – количество водяного пара, выделяющегося в помещении;  
 $d_{\text{уд}}, d_{\text{пр}}$  – влагосодержание удаляемого воздуха и приточного.

Для качественной оценки эффективности воздухообмена применяют понятие кратности воздухообмена  $k$  – отношение количества воздуха, поступающего в помещение в единицу времени  $L$  (м<sup>3</sup>/ч), к объему вентилируемого помещения  $V_n$  (м<sup>3</sup>). При правильно организованной вентиляции кратность воздухообмена должна быть значительно больше единицы.

При нормальном микроклимате и отсутствии вредных выделений количество воздуха при общеобменной вентиляции принимают в зависимости от объема помещения, приходящегося на одного работающего. В производственных помещениях с объемом воздуха на каждого работающего менее 20 м<sup>3</sup> расход воздуха на одного работающего должен быть не менее 30 м<sup>3</sup>/ч. В помещениях объемом 20–40 м<sup>3</sup> расход воздуха должен превышать 20 м<sup>3</sup>/ч на человека. В случае отсутствия естественной вентиляции (герметичные кабины) расход воздуха на одного работающего должен составлять не менее 60 м<sup>3</sup>/ч.

С помощью *местной вентиляции* необходимые метеорологические параметры создаются на отдельных рабочих местах. Наиболее широкое распространение находит местная вытяжная локализирующая вентиляция. Основным методом борьбы с вредными выделениями заключается в устройстве и организации отсосов от укрытий.

Конструкции местных отсосов могут быть полностью закрытыми, полуоткрытыми или открытыми (рис. 3). Наиболее эффективны закрытые отсосы (рис. 3 а). К ним относятся кожухи, камеры, герметично или плотно укрывающие технологическое оборудование. Если такие укрытия устроить невозможно, то применяют отсосы с частичным укрытием или открытые: вытяжные зонты, отсасывающие панели, вытяжные шкафы, бортовые отсосы и др.

Один из самых простых видов местных отсосов — вытяжной зонт (см. рис. 3, ж). Он служит для улавливания вредных веществ, имеющих меньшую плотность, чем окружающий воздух. Зонты устанавливают над ваннами различного назначения, электро- и индукционными печами и над отверстиями для выпуска металла и шлака из вагранок. Зонты делают открытыми со всех сторон и частично открытыми с одной, двух и трех сторон. Эффективность работы вытяжного зонта зависит от размеров, высоты подвеса и угла его раскрытия. Чем больше размеры и чем ниже установлен зонт над местом выделения веществ, тем он эффективнее. Наиболее равномерное всасывание обеспечивается при угле раскрытия зонта не менее  $60^\circ$ .

Отсасывающие панели (см. рис. 3, в) применяют для удаления вредных выделений при таких операциях, как электросварка, пайка, газовая сварка, резка металла и т. п. Вытяжные шкафы (см. рис. 3, е) — наиболее эффективное устройство по сравнению с другими отсосами, так как почти полностью укрывают источник выделения вредных веществ. Не закрытыми в шкафах остаются лишь проемы для обслуживания, через которые воздух из помещения поступает в шкаф. Форму проема выбирают в зависимости от характера технологических операций.



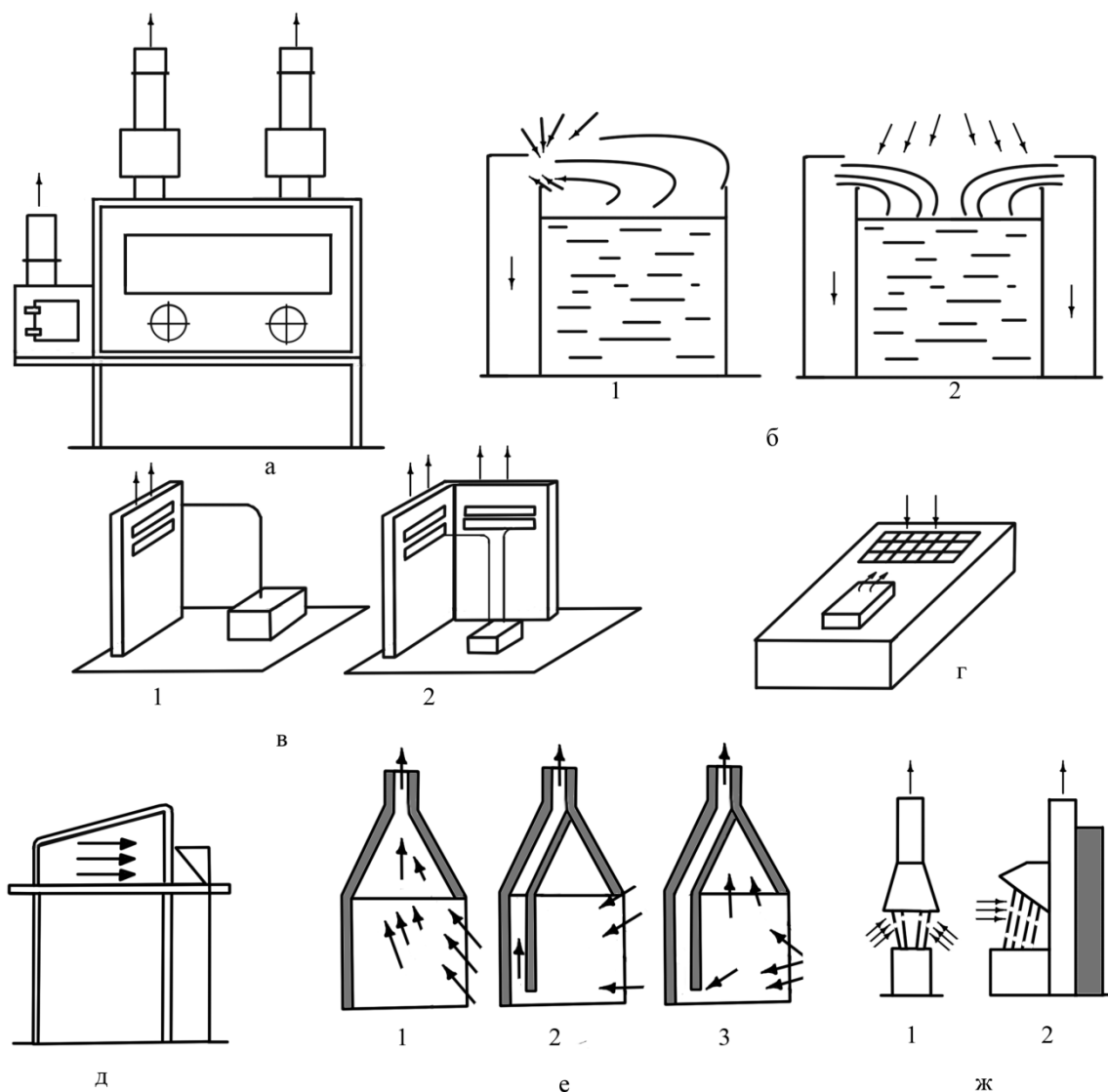


Рис. 3. Устройства местной вытяжной вентиляции

Необходимый воздухообмен в устройствах местной вытяжной вентиляции рассчитывают, исходя из условия локализации примесей, выделяющихся из источника образования. Требуемый часовой объем отсасываемого воздуха определяют как произведение площади приемных отверстий отсоса  $F$  ( $\text{м}^2$ ) на скорость воздуха в них. Скорость воздуха в проеме отсоса  $v$  ( $\text{м/с}$ ) зависит от класса опасности вещества и типа воздухоприемника местной вентиляции ( $v = 0,5 \dots 5 \text{ м/с}$ ).

*Аварийная вентиляция* предусматривается в тех производственных помещениях, в которых возможно внезапное поступление в воздух большого количества вредных или взрывоопасных веществ. Система аварийной вентиляции должна включаться автоматически при достижении ПДК вредных выделений или при остановке одной из систем общеобменной или местной вентиляции.

Для создания оптимальных метеорологических условий в производственных помещениях применяют наиболее совершенный вид промышленной вентиляции – кондиционирование воздуха. *Кондиционированием воздуха* называется его автоматическая обработка с целью поддержания в производственных помещениях заранее заданных метеорологических условий независимо от изменения наружных условий и режимов внутри помещения. При кондиционировании автоматически регулируются температура воздуха, его относительная влажность и скорость подачи в помещение в зависимости от времени года, наружных метеорологических условий и характера технологического процесса в помещении. В ряде случаев помимо обеспечения санитарных норм микроклимата воздуха в кондиционерах производят специальную обработку: ионизацию, дезодорацию, озонирование и т. п.