

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» (ДГТУ)

Кафедра «Производственная безопасность»

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
по освоению дисциплины «Безопасность труда»
для обучающихся 3-ого курса направления
20.03.01 «Техносферная безопасность»
всех форм обучения

Ростов-на-Дону
2021

Составители:

ст. преподаватель Гапонова Е.Ю.
д.т.н., профессора Кузнецова Д.М.
ст. преподаватель Гапонов С.В.

УДК 504.05

Методические материалы по изучению дисциплины «Безопасность
труда» / ДГТУ, Ростов н/Д., 2021. — 83 с.

Предназначены для обучающихся 3-го курса направления 20.03.01 «Техносферная
безопасность» профиль «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» всех форм обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Рецензент кандидат технических наук, доц. А.Г. Хвостиков

Научный редактор доктор технических наук, профессор Гапонов В.Л.

© Издательский центр ДГТУ, 2021

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

На основании учебного плана направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность обучающиеся изучают дисциплину «Безопасность труда» и выполняют курсовую работу.

Обучающемуся необходимо внимательно ознакомиться с содержанием курса по рабочей программе дисциплины (РПД), изучив все разделы.

Выписать, изучить или скачать из соответствующей рабочей программы дисциплины:

- список рекомендованной литературы;
- наименования лекционных разделов курса;
- темы практических занятий;
- названия лабораторных работ;
- названия курсовой работы;

Рекомендации к лекционным занятиям (теоретическому курсу):

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала надо обратиться к основным литературным источникам, включая компьютерную версию. Если разобраться в материале опять не удалок сь, обратитесь к лектору по графику его консультаций или на практических и лабораторных занятиях;
- хотя бы бегло ознакомиться с содержанием очередной лекции по основным источникам литературы в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Рекомендации к практическим занятиям:

- до очередного практического занятия по конспекту (или литературе) проработать теоретический материал, соответствующий темы занятия;
- перед предстоящим занятием ознакомиться с основными задачами и литературой;
- обязательно иметь рекомендуемую литературу и собственный калькулятор;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- иметь при себе конспект лекций;
- пользуясь раздаточным материалом, внимательно изучить порядок их заполнения и оформить в соответствии с требованиями, изложенными в методических указаниях по выполнению практических работ;
- провести деловую игру, пользуясь методическими указаниями;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, в случае затруднений обращаться к преподавателю;
- все расчетные величины должны иметь соответствующую размерность, а форма записи расчетов должна иметь вид - символы, числа, результат. Такая форма записи поможет Вам быстро обнаружить неточность в расчетах и получить правильный результат.

Рекомендации к лабораторным работам:

- руководствоваться графиком лабораторных работ РПД;
- накануне перед очередной работой необходимо по конспекту или в методических указаниях к работе просмотреть теоретический материал работы;
- на лабораторном занятии, выполнив все опыты и расчеты, необходимо проанализировать окончательные результаты и убедиться в их достоверности;
- обратить внимание на оформление отчета, в котором должны присутствовать: цель работы, схема установки или ее математическая модель, журнал опытных и расчетных данных, реализация в опыте и расчетах цели работы, необходимые графические зависимости (при их наличии) и их анализ, результаты работы и выводы;
- при подготовке к отчету руководствоваться вопросами, приведенными в методических указаниях к данной работе, тестами на ЭВМ.

Рекомендации самостоятельной работы обучающихся

- руководствоваться графиком самостоятельной работы РПД;
 - выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, разбирать на практических занятиях, а также консультациях неясные вопросы;
 - использовать тесты на ЭВМ для освоения соответствующих разделов дисциплины, практических и лабораторных работ (ауд. 10-531);
 - выполнять курсовую работу необходимо исходя из рекомендованных сроков преподавателем, но не позже, чем за 15 дней до окончания семестра. Этот временной график согласуется с изучением на практических занятиях материалом, входящим в эти работы, что позволяет студенту быстро освоить материал и выполнить работу;
 - защита курсовой работы по дисциплине осуществляется на практических занятиях;
 - подготовка к текущему, промежуточному и рубежному контролю, осуществляется на практических занятиях, а также после занятий студента в аудитории 10-531 кафедры «ПБ»;
 - подготовка к экзамену проводится по вопросам теста всего курса дисциплины (ауд. 10-531).
- Все неясные моменты фиксируются и выносятся на плановую консультацию с преподавателем.

Критерии оценки знаний обучающегося:

Экзамен в тестовой форме ставится обучающемуся, выполнившему тестовые вопросы дисциплины (отметка «отлично» – 91 % правильных ответов, отметка «хорошо» – 76 % правильных ответов, отметка «удовлетворительно» – более чем на 61 % каждый), выполнившему практические работы и курсовую работу, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

Рекомендации по выполнению курсовой работы:

Студенты направления подготовки 20.03.01 всех форм обучения обязаны выполнить курсовую работу по дисциплине «Безопасность труда».

Основные этапы работы студента над курсовой работой:

- 1) подбор и изучение литературы и нормативной документации по теме работы;
- 2) написание работы по предложенному плану;
- 3) оформление курсовой работы в целом;
- 4) проверка курсовой работы и подготовка к экзамену.

1-ый этап: Подбор и изучение литературы по теме работы.

Начинать работу нужно с подбора необходимой научной литературы и нормативной документации по соответствующей теме. В первую очередь, это должны быть учебники и учебные пособия. Надо придерживаться списка рекомендуемой кафедрой литературы, так как он соответствует программе курса. Наряду с учебниками при написании курсовой работы можно пользоваться и периодическими изданиями, так как они необходимы для анализа современного состояния вопроса. Список основной и дополнительной литературы, рекомендованной кафедрой, приведен в Рабочей программе по дисциплине «БТ». Вся рекомендуемая литература имеется в НТБ ДГТУ.

2-ой этап: Написание курсовой работы по предложенной теме. Курсовая работа пишется техническим языком, не допускается использование бытовых речевых оборотов, разговорной речи, а также дословное переписывание материала из литературных источников. Обязательным является использование современных аналитических и статистических материалов, Интернет-сайтов международных организаций и компаний и пр. Текстовая часть работы должна содержать четкий и развернутый ответ на теоретический вопрос. По мере необходимости текстовый материал дополняется графиками, формулами и таблицами. Целесообразно показать особенности того или иного явления в современных условиях (для этого используйте статьи из периодических изданий). Объем текстовой части курсовой работы должен занимать не менее 40 страниц.

3-ий этап: Оформление курсовой работы. Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с приказом № 242 от 16.12.2020 г. «ПРАВИЛА оформления письменных работ обучающихся для технических направлений подготовки».

Номер варианта для выполнения курсовой работы равен порядковому номеру зачетной ведомости.

4-ый этап: Проверка курсовой работы и допуск к экзамену. Выполненная работа отмечается в деканате и сдается на кафедру «ПБ» преподавателю. К экзамену студент должен освоить все темы программы курса. Примерный перечень вопросов к экзамену представлен в Рабочей программе дисциплины «БТ». Экзаменационный билет содержит 3 вопроса по темам курса, на которые студент должен ответить. Поскольку темы дисциплины взаимосвязаны, студент должен быть готов и к ответу на сопряженные и другие дополнительные вопросы. Поэтому при подготовке к экзамену тщательно проработайте лекционный и учебный материал и, если возникают какие-либо затруднения, – обратитесь за консультацией к преподавателю (и сделать это нужно до рубежного контроля).

КУРС ЛЕКЦИЙ
дисциплины «Безопасность труда»

**ТЕМА ЛЕКЦИИ № 1: «ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ, СОЗДАНИИ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ И ОБОРУДОВАНИЯ»**

Вопросы лекции:

1. Безопасность производств на стадиях создания и эксплуатации производства, при разработке технологического процесса, проектной документации, технических условий и документации, выборе и изготовлении надежных видов оборудования, средств контроля, управления и противоаварийной защиты.
2. Общие требования к выбору и конструированию оборудования; требования обеспечения безопасности оборудования: износ оборудования, его влияние на безопасность труда: защитные устройства (средства защиты) производственного оборудования.

ВВЕДЕНИЕ

Опасным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого приводит к травме или другому резкому ухудшению здоровья.

Вредным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

К опасным факторам относятся: открытые токоведущие части оборудования, движущиеся части машин и механизмов, раскаленные части машин и механизмов, раскаленные тела, возможность падения с высоты самого работающего или инструментов, наличие ёмкостей со сжатыми и вредными веществами.

К вредным факторам относятся: вредные примеси в воздухе, неблагоприятные метеорологические условия, лучистая теплота, недостаточное освещение, вибрация, шум, ионизирующие излучения, электромагнитные поля, наличие вредных микроорганизмов или насекомых.

Между опасными и вредными факторами часто нельзя провести черту.

Несчастный случай на производстве – случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении трудовых обязанностей.

Воздействие на человека вредного производственного фактора может привести к профессиональному заболеванию (силикоз у шахтёра) встречающиеся только на производстве, а острое расператорное заболевание может возникнуть из-за неблагоприятных метеорологических условий, как на производстве, так и в быту.

Результатом несчастного случая является травма – нарушение анатомической целостности и физиологических функций человека.

По признакам взаимодействия с человеком факторы делятся на 3 группы (ГОСТ 12.0.003-2015):

- активные;
- пассивные;
- пассивно – активные.

К активным относятся:

- а) механические факторы, характеризующиеся кинетической и потенциальной энергией и механическим влиянием на человека (кинетическая энергия движущихся частей и механизмов, потенциальная энергия тел и людей, находящихся на высоте, вибрации, ускорения, шумы);

б) термические факторы, характеризующиеся тепловой энергией (t нагретых тел и охлаждённых предметов, t открытого огня, пожара, хим. реакций);

в) электрические факторы (электрический ток, статическое электричество, ионизирующие излучения, электрическое поле);

г) химические факторы (едкие, ядовитые, взрывоопасные вещества);

д) биологические факторы (микро- и макроорганизмы, продукты жизнедеятельности людей);

е) психофизиологические (утомление, стресс).

К пассивным относятся факторы (коррозия металла, накипь, недостаточная прочность конструкций).

К активно – пассивной группе относятся факторы, активизирующиеся за счет энергии, носителем

Требования безопасности к производственному оборудованию

Требования к безопасности производственного оборудования и производственных процессов установлены в системе стандартов безопасности труда (ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.2.049-80, ГОСТ 12.2.061-81, ГОСТ 12.2.064-81 и др.), а также в строительных нормах и правилах (СНиП).

Для того, чтобы обеспечить безопасность человека, надежность и удобство эксплуатации производственного оборудования необходимо:

- обеспечивать безопасность работающих при монтаже, вводе в эксплуатацию и эксплуатации оборудования (как в случае его автономного использования, так и в составе технологических комплексов);
- использовать органы управления и отображения информации, соответствующие эргометрическим требованиям и расположенные таким образом, чтобы не вызывать повышенную утомляемость и негативно психологическое воздействие;
- использовать систему управления оборудованием, обеспечивающую надежное и безопасное ее функционирование на всех режимах работы и при всех внешних воздействиях в условиях эксплуатации оборудования.

Надежность (вероятность нарушения нормальной работы) оборудования обеспечивается выбором прочных конструктивных элементов, безопасных параметров рабочих процессов и конструктивных решений, а также использованием контрольно-измерительных приборов, регуляторов, автоматики и средств защиты людей.

Контроль учета требований безопасности в документации на проектирование новых машин и технологий производится при ее экспертизе, которая проводится Минтруда РФ с участием Санэпиднадзора РФ и независимых общественных организаций как на этапе проектирования, так и перед производством и внедрением нового оборудования или технологических процессов.

Безопасность оборудования и технологических процессов

Нормативным документом «ГОСТ 12.2.003-2015 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» установлено, что безопасность обеспечивается:

- выбором более безопасного оборудования;
- применением в конструкции средств защиты, механизации, автоматизации и дистанционного управления;
- соблюдением эргономических требований.

Оборудование должно быть безопасным как при нормальных условиях, так и при воздействии различных факторов окружающей среды (высоких и низких температур и влажности воздуха, агрессивных веществ, микроорганизмов, грибов, солнечной радиации и др.).

Используемое оборудование не должно загрязнять окружающую природную среду выше установленных норм, быть пожаро- и взрывобезопасным.

Требования к производственному оборудованию, обеспечивающие его безопасную эксплуатацию, определены положением «ПОТ Р О-14000-002–98. Обеспечение безопасности производственного оборудования».

Безопасность производственных процессов определяется в соответствии с «ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности» и обеспечивается:

- безопасностью производственного оборудования;
- выбором более безопасного технологического процесса;
- устранением непосредственного контакта работающих с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими вредное действие;
- выбором производственной площадки и производственных помещений;
- применением средств защиты работающих;
- профессиональным отбором, инструктированием, обучением и проверкой знаний по охране труда.

Безопасность должна обеспечиваться уже на стадиях составления технического задания, при проектировании и разработке проекта.

Необходимо обеспечивать герметизацию оборудования, применение дистанционного управления, систем контроля и предупреждающей сигнализации при возникновении опасных ситуаций.

Производственные процессы должны быть пожаро- и взрывобезопасны, не должны загрязнять окружающую природную среду.

При необходимости предъявляются дополнительные требования к персоналу: по возрасту; медицинскому осмотру; обучению и др.

Необходимо при производстве работ, особенно повышенной опасности, учитывать и требования «ГОСТ 12.2.012-2013 ССБТ. Приспособления по обеспечению безопасного производства работ», определяющий требования к настилам, ограждениям, лестницам и др.

Планирование работ по техническому обслуживанию и ремонту

Типовая система не может быть осуществлена без планирования:

- загрузки оборудования, т. е. режима работы (сменности) каждого станка (машины) и использования календарного и эффективного фонда времени работы, обусловливаемых производственной программой предприятия;

- объемов работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, определяемых его использованием, с разбивкой по исполнителям (ЦРБ и КРБ, РМЦ, СРЗ и др.);

- простоев оборудования в связи с ремонтом и техническим обслуживанием;

- трудоемкости планируемых объемов работ;

- численности рабочих, необходимой для выполнения планируемых объемов работ;

- рабочему не приступать к работе на неисправном оборудовании;

- строго выполнять инструкцию по уходу и эксплуатации оборудования и не превышать режимы резания, указанные в карте технологического процесса.

При учете аварий станков с ЧПУ следует учитывать специфику работы электронных систем управления. Выход из строя какого-либо электронного элемента системы управления аварией не считается.

Частота выхода из строя электронных элементов определяется сложностью схемы и конструктивными особенностями системы управления и обычно задается в паспортных данных на систему в виде среднего времени наработки на отказ.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

Основными требованиями безопасности, предъявляемыми к конструкции машин и механизмов, являются: безопасность для здоровья и жизни человека, надежность, удобство эксплуатации. Общие требования безопасности к производственному оборудованию установлены ГОСТ 12.2.003—2015. Их выполнение делает машины и механизмы безопасными не только при эксплуатации, но и при монтаже, ремонте, транспортировании и хранении. Согласно этому стандарту безопасность производственного оборудования должна обеспечиваться:

- выбором принципов действия, конструктивных схем, безопасных элементов конструкции и т. п.;

- применением в конструкции средств механизации, автоматизации и дистанционного управления;

- применением в конструкции средств защиты;

- выполнением эргономических требований;

- включением требований безопасности в техническую документацию по монтажу, эксплуатации, ремонту, транспортированию и хранению;

- применением в конструкции соответствующих материалов.

Выполнение указанных требований в полном объеме возможно лишь в том случае, когда их учет производится на этапе проектирования. Поэтому у нас в стране принят соответствующий порядок постановки продукции на производство, в соответствии с которым во всех видах проектной документации должны быть предусмотрены требования безопасности. Они содержатся в специальном разделе технического задания, технических условий и стандартов на выпускаемое оборудование (ГОСТ Р 15.301-2016).

Электропривод при наличии его в агрегате должен выполняться с учетом «Правил устройства электрических установок». При использовании рабочих тел, работающих под давлением, не равном атмосферному, должны соблюдаться «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» Госгортехнадзора. Для безопасного подъема и передвижения узлов и агрегатов при монтаже, демонтаже и ремонте отдельные крупногабаритные части машин должны иметь специальные устройства (петли, лапы и др.), которые располагают с учетом положения центра масс груза.

На этапе проектирования все указанные устройства и узлы рассчитывают на прочность с учетом их жесткости и вида воздействующих нагрузок (статические, динамические). При этом большую роль играет правильный выбор запаса прочности. Его значения зависят от условий эксплуатации, наличия при работе машин усталостных напряжений и ряда других факторов.

Выбор конструкционных материалов машин и механизмов также производится с учетом потенциально возможных опасных и вредных факторов. В оборудовании для производств, где возможно образование взрывоопасных сред, не должны использоваться искрящие материалы. Обычные конструкционные материалы не должны использоваться в установках, работающих под давлением, на агрессивных рабочих телах или в условиях особо низких температур. Выбор в качестве конструкционных пожароопасных материалов (например, магния) создает большие сложности на этапе как эксплуатации, так и изготовления оборудования.

Применение в конструкциях машин средств механизации и автоматизации управления позволяет резко снизить травматизм. Широкое применение в машиностроении получили станки с числовым программным управлением (ЧПУ), где человек выполняет лишь функции наладчика или ремонтника. В кузнечнопрессовом оборудовании кроме такого рода систем используют специальные механизированные устройства (манипуляторы) для удаления отштампованных деталей из матрицы штампа.

Применение в конструкции машин средств защиты — одно из основных в настоящее время направлений по обеспечению безопасности оборудования. В нем используют ограждающие, предохранительные и тормозные средства защиты, средства автоматического контроля и сигнализации, а также знаки безопасности и дистанционное управление.

Общими требованиями, предъявляемыми к средствам защиты, являются: исключение вероятности воздействия опасных и снижение воздействия вредных производственных факторов на работающих, учет индивидуальных особенностей оборудования, инструмента, приспособлений или технологических процессов, для которых они предназначены; надежность, прочность, удобство обслуживания машин и механизмов в целом, включая средства защиты.

Рассмотрим отдельные виды средств защиты более подробно.

Оградительные устройства — класс средств защиты, препятствующих попаданию человека в опасную зону. Оградительные устройства применяют для изоляции систем привода машин и агрегатов, зоны обработки заготовок на станках, прессах, штампах, оголенных токоведущих частей, зон интенсивных излучений (тепловых, электромагнитных, ионизирующих), зон выделения вредностей, загрязняющих воздушную среду, и т. п. Ограждают также рабочие зоны, расположенные на высоте (леса и т. п.). Конструктивные решения оградительных устройств весьма многообразны. Они зависят от вида оборудования, расположения человека в рабочей зоне, специфики опасных и вредных факторов, сопровождающих технологический процесс. В соответствии с ГОСТ 12.4.125—83, классифицирующим средства защиты от механического травмирования, оградительные устройства подразделяют: по конструктивному исполнению — на кожухи, дверцы, щиты, козырьки, планки, барьеры и экраны; по способу их изготовления — на сплошные, несплошные (перфорированные, сетчатые, решетчатые) и комбинированные; по способу их установки — на стационарные и передвижные.

Переносные ограждения являются временными. Их используют при ремонтных и наладочных работах для защиты от случайных прикосновений к токоведущим частям, а также от механических травм и ожогов. Кроме того, их применяют на постоянных рабочих местах сварщиков для защиты окружающих от воздействия электрической дуги и ультрафиолетовых излучений (сварочные посты). Выполняются они чаще всего в виде щитов высотой 1,7 м.

Конструкция и материал ограждающих устройств определяются особенностями оборудования и технологического процесса в целом. Ограждения выполняют в виде сварных и литых кожухов, решеток, сеток на жестком каркасе, а также в виде жестких сплошных щитов (щитков, экранов).

Размеры ячеек в сетчатом и решетчатом ограждении определяются в соответствии ГОСТ 12.2.062—81.

В качестве материала ограждений используют металлы, пластмассы, дерево. При необходимости наблюдения за рабочей зоной, кроме сеток и решеток, применяют сплошные оградительные устройства из прозрачных материалов (оргстекла, триплекса и т. д.).

Чтобы выдерживать нагрузки от отлетающих при обработке частиц и случайные воздействия обслуживающего персонала, ограждения должны быть достаточно прочными и хорошо крепиться к фундаменту или частям машины. При расчете на прочность ограждений машин и агрегатов для обработки металлов и дерева необходимо учитывать возможность вылета и удара об ограждение обрабатываемых заготовок.

Расчет ограждений типа экранов, предназначенных для защиты от тепловых, электромагнитных, ионизирующих излучений, а также от звуковых и ультразвуковых колебаний, ведется по специальным методикам. Основой расчета является обеспечение ослабления излучений до допустимых соответствующими санитарными нормами пределов.

Блокировочные устройства по принципу действия подразделяют на механические, электронные, электрические, электромагнитные, пневматические, гидравлические, оптические, магнитные и комбинированные.

Ограничительные устройства по конструктивному исполнению подразделяют на муфты, штифты, клапаны, шпонки, мембраны, пружины, сильфоны и шайбы.

Блокировочные устройства препятствуют проникновению человека в опасную зону либо на время пребывания его в этой зоне устраняют опасный фактор.

Особенно большое значение этот вид средств защиты имеет на рабочих местах агрегатов и машин, не имеющих ограждений, а также там, где работа может вестись при снятом или открытом ограждении.

Электрическая блокировка применяется на электроустановках с напряжением от 500 В и выше, а также на различных видах технологического оборудования с электроприводом. Она обеспечивает включение оборудования только при наличии ограждения. Электромагнитная (радиочастотная) блокировка применяется также для предотвращения попадания человека в опасную зону. Принцип работы блокировки в этом случае основан на применении электромагнитных полей высокой частоты, излучаемых в пространство транзисторным генератором. В момент попадания человека в опасную зону высокочастотный генератор подает импульс тока к электромагнитному усилителю и поляризованному реле. Контакты электромагнитного реле обесточивают схему магнитного пускателя, что обеспечивает электромагнитное торможение привода за де-

сятые доли секунды. Аналогично работает магнитная блокировка, использующая постоянное магнитное поле.

Оптическая блокировка основана на принципе ограждения опасной зоны световыми лучами. Световой поток, падающий на фотозащитный элемент (фотоспротивление), преобразовывается в электрический сигнал, который после усиления (если это требуется), подается на измерительно-командное устройство. Электронная (радиационная) блокировка применяется для защиты опасных зон на прессах, гильотинных ножницах и других видах технологического оборудования, применяемого в машиностроении.

Пневматическая система блокировки широко применяется в агрегатах, где рабочие тела находятся под повышенным давлением: турбинах, компрессорах, воздухоудувках и т. п.

Примерами ограничительных устройств являются элементы механизмов и машин, рассчитанные на разрушение (или несрабатывание) при перегрузках. К слабым звеньям таких устройств относятся: срезные штифты и шпонки, соединяющие вал маховиком, шестерней или шкивом; фрикционные муфты, не передающие движения при больших крутящих моментах; плавкие предохранители в электроустановках; разрывные мембраны в установках с повышенным давлением и т. п.

Слабые звенья делятся на две основные группы: звенья с автоматическим восстановлением кинематической цепи после того, как контролируемый параметр пришел в норму (например, муфты трения), и звенья с восстановлением кинематической цепи путем замены слабого звена (например, штифты и шпонки). Срабатывание слабого звена приводит к останову машины на аварийных режимах, что позволяет исключить поломки, разрушения и, следовательно, травматизм.

Общие требования безопасности к производственным процессам изложены в ГОСТ 12.3.002-2014 «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности».

Безопасность производственных процессов достигается комплексом мер и средств проектных и орга-низованных решений:

- принятием наиболее прогрессивных современных технологий;
- выбором производственного оборудования и размещением его с учетом норм и правил безопасной эксплуатации;
- выбором и обеспечением производственных площадей, комплектацией и размещением зданий и сооружений с учетом требований промсанитарии, гигиены труда и техники безопасности;
- профессиональным отбором и подготовкой работающих на предприятии;
- организацией производственных процессов с учетом технических возможностей оборудования и эргономических возможностей человека;
- применением средств коллективной и индивидуальной защиты работающих от опасностей и негативных факторов;
- постоянным надзором и контролем за выполнением требований безопасности, промсанитарии и гигиены труда.

При всем многообразии технологических процессов есть общие меры, требования, выполнение которых позволяет создать безопасные условия труда:

- применение дистанционного управления, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов;
- исключение непосредственного контакта работающих с вредными веществами, негативными факторами;
- обеспечение герметизации технологического оборудования;
- применение систем контроля за безопасностью технологических процессов;
- применение средств блокировки и автоматического отключения технологического оборудования;
- применение рациональных режимов труда, отдыха с целью предупреждения негативного влияния, профилактики действия опасных и вредных производственных факторов (влияния шума и вибрации, накопления вредных веществ и радионуклеидов в организме, психофизиологического воздействия и т.д.);
- обеспечение электробезопасности при работе с электроприборами и оборудованием;
- обеспечение взрывопожаробезопасности и др.

ОХРАНА ТРУДА В ПРОЕКТЕ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Любое строительство осуществляется на основе проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР), в которых согласно СП 126.13330.2017 содержатся положения по безопасности труда.

При проектировании безопасных методов особенно большое значение имеют проверочные расчеты, обеспечивающие прочность и устойчивость конструкций строительных машин и механизмов для их монтажа, в том числе и временных.

ПОС разрабатывается проектной организацией на основании требований заказчика и технологии производства. ПОС включает: генеральный план на строительство объекта, ситуационный план (план подземных коммуникаций), общую смету затрат, пояснительную записку.

На основании ПОС генподрядчик с субподрядчиком организации разрабатывают: стройгенплан подземной и надземной части, сетевые графики или календарные планы на ведение строительства, графики передвижения машин, механизмов, людских ресурсов, график поставки материалов, график монтажа с колес (если строительство ведется с ограниченными площадками строительства и в сжатые сроки), технологические карты на отдельные виды работ, пояснительную записку.

И в ПОС и в ППР вопросы охраны труда разрабатываются во всех разделах документации и за их разработку несут ответственность разработчики. Согласно СП 126.13330.2017 запрещено ведение любых строительных работ на строительной площадке без ППР.

Особо детально вопросы охраны труда разрабатываются в основных разделах проекта: календарных планах, стройгенплане, технологических картах, пояснительных записках и др.

Основные мероприятия, которые находят отражение в проектной документации, подразделяются на три группы: общеплощадочные, технологические и специальные.

К первой группе относятся: обозначение и ограждение опасных зон; выбор системы освещения строительной площадки, проходов и рабочих мест; организация санитарно-гигиенического обслуживания рабочих.

Ко второй группе относятся: разработка инженерных решений по безопасному выполнению основных строительных работ и операций; выбор приспособлений и устройств при работе грузоподъемных машин и других механизмов; разработка мер профилактики электротравматизма; обеспечение пожаро и взрывобезопасного производства работ.

К третьей группе относятся: разработка специальных мер по обеспечению безопасности ведения работ, связанных с особенностями и опасностями при их ведении, особенностями географических и метеоро-логических условий труда и т.д.

Состав и содержание основных положений по охране труда в ППР приведены в приложении СП 126.13330.2017. Так, календарный план должен учитывать объемы и время выполнения дополнительных работ, обусловленных требованиями охраны труда. К таким работам можно отнести временное крепление конструкций при монтаже, устройство защитных козырьков, настилов, ограждений и т.д. Одним из важнейших вопросов охраны труда, решаемых в календарном плане, считается правильная организация и учет одно-временно выполняемых работ на различных уровнях по-вертикали или в одном помещении.

При разработке стройгенплана значение имеет правильное определение размеров опасных зон (действия подъемных кранов, линий электропередачи, хранение горючих, взрывчатых, вредных материалов), зон интенсивного движения и безопасного, рационального расположения различных объектов и участков работ.

В технологических картах необходимо не только предусмотреть меры безопасности при выполнении строительно-монтажных работ, но и мероприятия по предупреждению воздействия на рабочих опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть при производстве работ.

Общие вопросы охраны труда

Прежде чем приступить к возведению объекта, строительную площадку необходимо подготовить для безопасного выполнения всех последующих работ, предусмотренных проектом. Этот период называется подготовительным. Для выполнения работ подготовительного периода необходимо получить разрешение от Главного архитектурно-строительного управления (ГлавАПУ) и контроля (ГАСК).

Далее в процессе подготовительных работ строительную площадку освобождают от всех мешающих строительству объекта зданий, сооружений, деревьев, выполняют работы по планировке, строят временные дороги, укладывают подкрановые пути, устраивают водоотводы, временное освещение, выполняют разбивку и т.д. Все перечисленные работы предусматриваются стройгенпланом, который согласовывается с санинспекцией и пожарной охраной, генеральным строительным подрядчиком и т.д.

Одним из первых мероприятий подготовительного периода является ограждение территории строительства. Инвентарные ограждения строительных площадок должны соответствовать ГОСТ Р 58967-2020. Конструкция ограждения и его расположение указываются в проекте. Объекты, расположенные вдоль улиц, проходов, проездов общего пользования, должны быть ограждены сплошными заборами с козырьками и тротуарами. Козырек устанавливается под углом 20° к горизонту с размером его горизонтальной проекции не менее 1,25м и высотой бортовой доски не менее 0,15м. Такая конструкция забора не позволяет предмету, попавшему на край козырька, упасть с него и травмировать людей. Ширина настила (тротуара) должна быть не менее 1,2м, высота забора от настила до опорных досок козырька – не менее 2м.

Для обеспечения безопасности к ограждениям предъявляются следующие требования по устойчивости к внешним воздействиям: нормативная равномерно распределенная нагрузка должна быть не менее 1,96кПа; скоростной напор ветра для различных районов страны принимается 0,34...0,98кПа; вес снегового покрова на 1 м^2 площади горизонтальной проекции козырька для различных районов 0,86...1,84кПа.

Необходимо предусмотреть водоотведение, чтобы вода не разрушала существующих или вновь

воде должны соблюдаться уклоны в водоотводных канавах, устраиваться дренажи и другие мероприятия в соответствии с ППР.

Качество питьевой воды на строительной площадке должно отвечать санитарным требованиям, а питьевые установки располагаться от рабочих мест на расстоянии не более 75м по горизонтали и 10м по вертикали.

Входы в строящиеся здания (сооружения) сверху защищаются сплошным навесом шириной более ширины входа и с вылетом не менее 2м от стены здания.

Рабочие места и проходы к ним на высоте 1,3м и более при расстоянии менее 2м от границы перепада по высоте должны быть ограждены временными ограждениями в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.3.053-2020. Если невозможно устроить такие ограждения, то работы выполняются с применением предохранительных поясов. Согласно ГОСТ высота ограждения (перила) от основания до поручня (горизонтального элемента) должна быть не менее 1,1м. Для предупреждения падения инструмента, материалов, отходов с настила устанавливается бортовая доска высотой не менее 0,15м от уровня настила. Расстояние от бортовой доски до промежуточного элемента ограждения должно быть не более 0,40м. У инвентарных ограждений равномерно распределенная нагрузка равна 480Н/м и сосредоточенная нагрузка-480Н. Максимальный прогиб от нагрузки не должен превышать 0,1м, а расстояние между узлами крепления должно быть не более 6м. Для подъёма и спуска рабочих на рабочие места при строительстве зданий и сооружений высотой (глубиной) 25м и более необходимо применять пассажирские (грузопассажирские) лифты. При глубине (высоте) более 5м лифты должны быть оборудованы устройствами для закрепления предохранительных поясов (канатами с ловителями). Необходимо постоянно осуществлять контроль за содержанием вредных и опасных веществ в воздухе рабочей зоны, за освещенностью, вибрацией, шумом, температурой, влажностью, скоростью движения воздуха. Если будут установлены предельные значения указанных параметров, то работы следует приостановить и разработать соответствующие меры профилактики. Все люди, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски (ГОСТ 12.4.087-84). У рабочих цвет защитной каски может быть желтого или оранжевого цвета; у мастеров, прорабов - красного цвета; у руководящего состава организаций, предприятий, начальников участков, цехов, общественных инспекторов по охране труда, работников службы техники безопасности - белого цвета.

Износ оборудования создаст предпосылки для увеличения производственных рисков, связанных с его эксплуатацией.

производитель оборудования гарантирует нормальную его работу в течение срока эксплуатации, который определяется в технической и эксплуатационной документации на это оборудование. При превышении указанных сроков эксплуатации вероятность поломок, отказов, аварий и т.п. резко возрастает, что может явиться причиной травм и гибели работников.

Для устранения (снижения) влияния износа оборудования на безопасность труда предусмотрена система ремонта, которая определяет последовательность, сроки и объем проводимых работ при плановых среднем и капитальном ремонтах конкретных видов оборудования. Причем, если текущий ремонт выполняется силами самого предприятия, то средний и капитальный ремонты проводятся с привлечением сил и средств ремонтного предприятия или предприятия-изготовителя. Всеми этими вопросами занимается технический отдел предприятия (организации).

По окончании сроков эксплуатации и выполнении всей системы ремонтов производственное оборудование должно быть списано установленным порядком.

Если оборудование является работоспособным, то допускается дальнейшее использование после его освидетельствования соответствующими органами Ростехнадзора, о чем должна быть сделана запись в техническом паспорте и эксплуатационной документации. Эксплуатация оборудования после окончания сроков его службы автоматически относит условия труда на данном рабочем месте по травмобезопасности ко 2-му классу (допустимому).

К особенно тяжким последствиям может привести обрушение перекрытий и несущих конструкций производственных зданий и сооружений в результате их износа и старения; а также невыполнения требований противопожарных и санитарных норм, предъявляемых к зданиям и помещениям. Недопущение тяжких последствий достигается организацией должной эксплуатации с соблюдением требований проекта по внутренним эксплуатационным средам и нагрузкам, своевременным выявлением и правильной оценкой повреждений строительных конструкций, своевременным ремонтом неисправных строительных конструкций, очисткой крыш от снега.

На каждое здание и сооружение, принятое в эксплуатацию, составляется технический паспорт и технический журнал по эксплуатации. В них вносятся технические и технико-экономические сведения о зданиях, которые могут постоянно требоваться при эксплуатации зданий.

Паспорт составляется в двух экземплярах, один хранится в архиве эксплуатации и ремонта зданий предприятия, второй - в подразделении (цехе, отделе), эксплуатирующем здание.

В технический журнал вносятся записи о всех выполненных работах по обслуживанию и текущему ремонту соответствующего здания и сооружения с указанием места и всех видов работ.

Для предотвращения возможных аварий предусматриваются:

- еженедельные наблюдения;
- текущие и общие периодические осмотры;
- внеочередные осмотры (зданий и сооружений):

специальные-: обследования строительных конструкций специализированными организациями

В соответствии с требованиями СНиП все производственные здания должны подвергаться техническим осмотрам. Общие технические осмотры зданий производятся два раза в году

- весной и осенью.

Состав комиссии по общему надзору зданий и сооружений назначается руководителем предприятия. Возглавляет комиссию руководитель предприятия или его заместитель, начальник отдела капитального строительства. В состав комиссии включаются представители служб, ведущих эксплуатацию отдельных видов инженерного оборудования зданий, специалисты, занимающиеся наблюдением за эксплуатацией зданий.

Осмотры оформляются актами с указанием обнаруженных дефектов, а также необходимых мер для их устранения с указанием сроков выполнения и ответственных за выполнение.

ТЕМА ЛЕКЦИИ № 2: «МИКРОКЛИМАТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ, ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА НА ЗДОРОВЬЕ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА»

Вопросы лекции:

1. Классификация ВВ. Нормирование содержания вредностей в производственной среде (ПДК и ПДВ).
2. Микроклимат производственных помещений, влияние параметров микроклимата на здоровье и работоспособность человека.
3. Мероприятия по нормализации состояния воздушной среды производственных помещений.

КЛАССИФИКАЦИЯ ВВ. НОРМИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНОСТЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЕ (ПДК И ПДВ)

В соответствии с ГОСТ 12.1.005—88 показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха, °С;
- относительная влажность воздуха, %;
- скорость движения воздуха, м/с;
- интенсивность теплового излучения, Вт/м².

В целях предупреждения профессиональных заболеваний и отравлений вредные и опасные производственные факторы нормируются. Устанавливаются *предельно допустимые уровни* (ПДУ) — для вредных факторов (шума, вибрации, недостаточного освещения и т. д.) и *предельно допустимые концентрации* (ПДК) — для вредных веществ (газов, паров, аэрозолей).

ПДК—это концентрации, которые при ежедневном воздействии в пределах 8 часов в течение всего рабочего стажа не могут вызвать у работающих заболеваний или отклонений в состоянии здоровья в процессе работы или в отдельные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Государственным стандартом ССБТ "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" (ГОСТ 12.1.005—88) установлены оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для рабочей зоны производственных помещений. Эти нормы учитывают категорию работы (легкую, средней тяжести, тяжелую), периоды года (теплый и холодный) и вид рабочего места (постоянное и непостоянное). Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону (табл. 6), допустимые показатели устанавливаются дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест (табл. 7).

Допустимые значения показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы. Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в зависимости от категории работ имеют различные значения.

Интенсивность теплового облучения работающих нагретыми поверхностями технологического оборудования, осветительными приборами, инсоляцией на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50% поверхности тела и более, 70 Вт/м²—при облучении поверхности от 25 до 50% и 100 Вт/м²—при облучении не более 25% поверхности тела.

Чрезвычайно опасные вредные вещества (1-й класс — ПДК 0,1 мг/м³) — озон, хромовый ангидрид, хроматы и бихроматы, ртуть металлическая и т. д.

Высокоопасные вещества (2-й класс — ПДК 0,1—1,0 мг/м³) — мышьяковистый водород и фтористый водород, цианистый водород и соли синильной кислоты, оксиды азота, акролеин и т. д.

Умеренно опасные вещества (3-й класс — ПДК 1,1—10,0 мг/м³) — сернистый ангидрид, толуол и ксилол, некоторые виды пыли, например, пыль, содержащая двуокись кремния свыше 70% (кварц, кристобалит, тридинит и др.):

К наиболее распространенным *малоопасным* веществам (4-й класс — ПДК более 10,0 мг/м³) относятся: оксид углерода, ацетон, бензин, керосин, большинство видов пыли (алюминиевая, угольная, железосодержащая, растительного происхождения и т. д.).

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленных предельно допустимых концентраций. При одновременном содержании в воздухе нескольких вредных веществ одинаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них (K_1, K_2, \dots, K_n) в воздухе помещений к их ПДК ($ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$) не должна превышать единицы:

$$\frac{K_1}{ПДК_1} + \frac{K_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{K_n}{ПДК_n} \leq 1$$

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ, не обладающих одинаправленным действием, ПДК остаются такими же, как и при изолированном воздействии.

Для каждого производственного участка должны быть определены вещества, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны.

При возможном поступлении в воздух рабочей зоны вредных веществ с одинаправленным механизмом действия (например, озон, сероводород, оксид углерода, фосген, хлор и др.) должен быть обеспечен непрерывный контроль с сигнализацией о превышении ПДК.

Периодичность контроля (за исключением веществ одинаправленного механизма действия) устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества:

- для 1-го класса — не реже одного раза в 10 дней;
- 2-го класса — не реже одного раза в месяц;
- 3-го — 4-го классов — не реже одного раза в квартал.

При установленном соответствии содержания вредных веществ 3-го — 4-го классов опасности уровню ПДК допускается проводить контроль не реже одного раза в год.

Мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами должны предусматривать:

- замену вредных веществ в производстве менее вредными, сухих способов переработки пылящих материалов — влажными;
- ограничение содержания примесей вредных веществ в исходных и конечных продуктах;
- применение прогрессивной технологии производства, исключая контакт человека с вредным веществом;
- использование соответствующего производственного оборудования, не допускающего выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны;
- рациональную планировку промышленных площадок, зданий и помещений;
- применение специальных систем по улавливанию и утилизации вредных веществ и очистку от них технологических выбросов;
- контроль за содержанием вредных веществ;
- применение средств индивидуальной защиты;
- специальную подготовку и инструктаж рабочего персонала;
- проведение предварительных и периодических медицинских осмотров и другие мероприятия.

Предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу

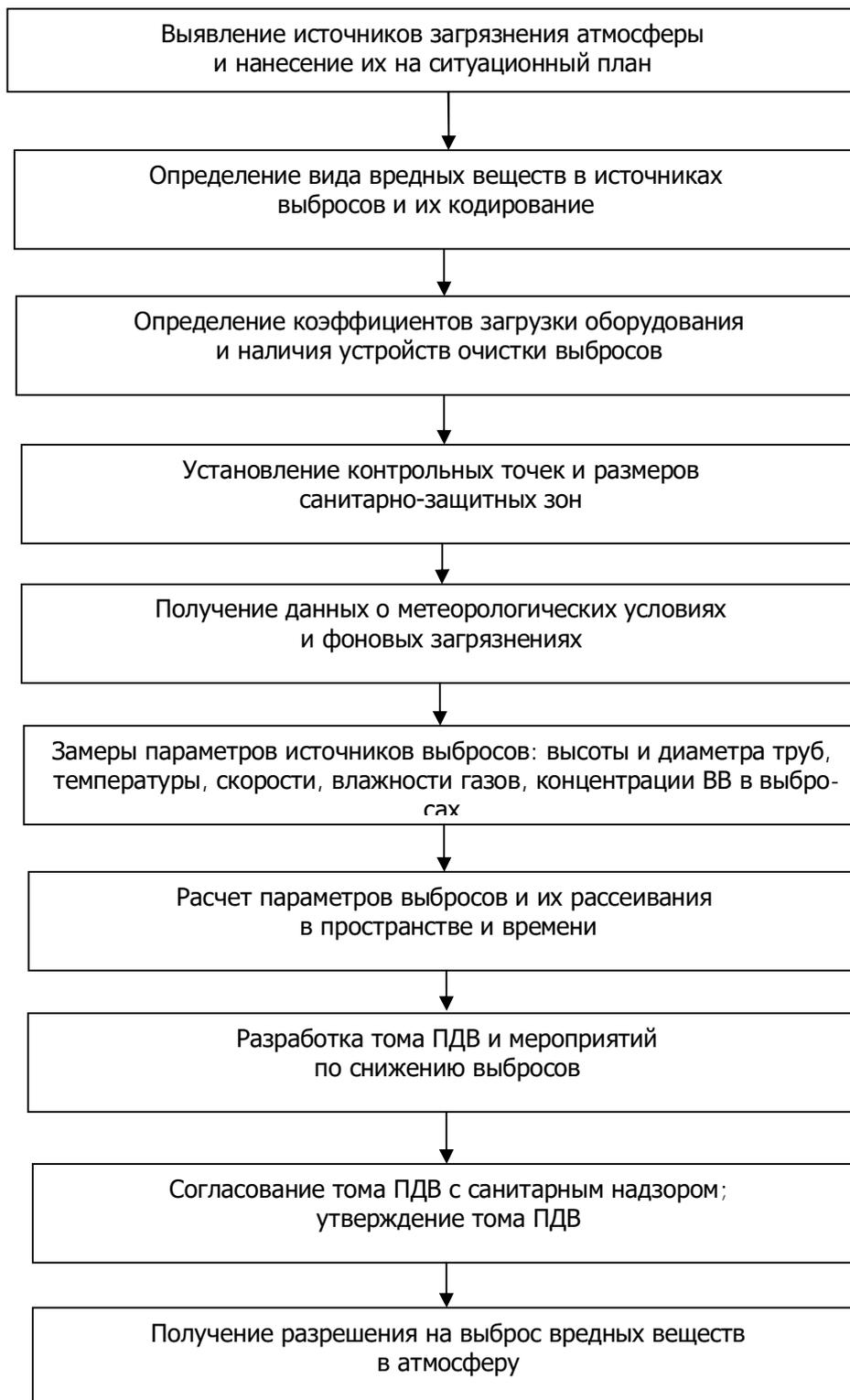
Под выбросами понимается кратковременное или за определенное время (сутки, год) поступление в окружающую природную среду загрязняющих веществ и физических излучений. Величина выбросов нормируется. В качестве нормируемых показателей приняты предельно допустимый выброс (ПДВ) и временно согласованный с организациями охраны природы выброс (ВСВ), когда соблюдение ПДВ требует существенных капиталовложений.

Предельно допустимый выброс — это норматив, устанавливаемый для каждого конкретного источника исходя из условия, что от источника и всей совокупности окружающих его источников в городе или промышленном комплексе приземная концентрация вредных веществ с учетом их рассеивания и фона не превышает нормативов качества воздуха. Кроме нормируемых выбросов существуют аварийные и залповые выбросы.

Выбросы характеризуются количеством загрязняющих веществ, их химическим составом, концентрацией, агрегатным состоянием.

Промышленные выбросы подразделяют на организованные и неорганизованные. Под организованными выбросами понимаются выбросы, поступающие в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы и трубы.

Схема алгоритма инвентаризации выбросов вредных веществ в атмосферу



Неорганизованные выбросы поступают в атмосферу в виде ненаправленных потоков в результате нарушения герметизации, невыполнения требований охраны атмосферы при погрузке и выгрузке грузов, нарушения технологии производства или неисправности оборудования.

По агрегатному состоянию выбросы подразделяют на четыре класса: I – газообразные и парообразные; II – жидкие; III – твердые; IV – смешанные.

Газообразные выбросы – оксид и диоксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, углеводороды, фтористые соединения, аммиак, фенол, синильная кислота, сероводород, сероуглерод и др.

Жидкие выбросы – кислоты, щелочи, растворы солей, растворы жидких металлов, органические соединения, синтетические материалы.

Твердые выбросы – неорганическая и органическая пыль, сажа, смолы, соединения свинца, смолы, синтетические и другие вещества.

По величине массы выбросы объединены в шесть групп (т/сут): первая группа – масса мене 0,01 включительно; вторая – от 0,01 до 0,1; третья – от 0,1 до 1; четвертая – от 1 до 10; пятая – от 10 до 100; шестая – свыше 100.

Для условного обозначения выбросов по составу в соответствии с ГОСТ 17.2.1.01-76 принята следующая схема: класс (I, II, III, IV), группа (1, 2, ..., 19), подгруппа (1, 2, 3, 4), индекс группы массового выброса.

Выбросы подлежат периодической инвентаризации, под которой понимается систематизация сведений о распределении источников выбросов по территории объекта, их количество и состав.

МИКРОКЛИМАТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ, ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА НА ЗДОРОВЬЕ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Не имея возможности эффективно влиять на протекающие в атмосфере климатообразующие процессы, люди располагают качественными системами управления факторами воздушной среды внутри производственных помещений.

Микроклимат производственных помещений - это состояние внутренней среды производственных помещений, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха.

Микроклимат производственных помещений зависит от характера технологических процессов, времени года, климатических условий, размеров помещения и эффективности средств нормализации микроклимата. Систематичное переохлаждение или перегревание организма вызывает угнетение его защитных сил, при этом снижается общая и иммуногенная активность, что влечет за собой возникновение заболеваний.

Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, тепловому удару или профзаболеванию. *Низкая температура воздуха* может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания либо обморожения. Обе причины могут привести к летальному исходу.

Влажность воздуха оказывает значительное влияние на терморегуляцию организма человека. При высокой температуре высокая влажность способствует перенагреванию организма, при низкой температуре - к переохлаждению организма. Низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей работника.

Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно проявляется при температурах выше комфортных, но отрицательно - при температурах ниже комфортных.

Для создания *оптимальных условий труда* в производственных помещениях необходимо обеспечить нормативные значения (нормы) параметров микроклимата согласно санитарным правилам и нормам СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (таблица 1).

Для оценки характера одежды (теплоизоляции) и акклиматизации организма в разное время года введено понятие периода года. Различают теплый и холодный период года. Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха +10°C и выше, холодный - ниже +10°C.

Оптимальные микроклиматические условия представляют собой сочетание количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния его организма без напряжения механизмов терморегуляции.

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяются правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке. Оптимальный микроклимат для любой работы (за-

траты энергии до 150 ккал/ч в помещении с незначительным избытком тепла в холодное время года) составляют: температура 20-22°C, влажность 40-60 %, скорость воздуха до 0,2 м/с.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период восьмичасовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Оптимальные и допустимые микроклиматические условия приводятся для разных категорий работ. Категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма (в ккал/ч или в Вт):

- к категории 1а относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением;

- к категории 1б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением;

- к категории 2а относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/ч (175-232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий в положении сидя, стоя, и требующие определенного физического напряжения;

- к категории 2б относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч (233-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

Для устранения неблагоприятных влияний условий микроклимата применяют теплоизоляцию, отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха, устанавливают строго фиксированный режим труда и отдыха.

Влияние параметров микроклимата на здоровье и работоспособность человека

Микроклимат производственных помещений – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, и скорости движения воздуха. Микроклимат оказывает влияние на процесс теплообмена и характер работ. Длительное воздействие на человека неблагоприятных условий резко ухудшает его самочувствие, снижается производительность труда, и приводит к заболеванию.

- 1) воздействие высокой температуры быстро утомляет, может привести к перегреву организма, тепловому удару или профессиональным заболеваниям.

- 2) низкая температура – местное или общее охлаждение организма, причина простудных заболеваний или обморожения.

- 3) высокая относительная влажность при высокой температуре способствует перегреву организма; при низкой усиливает теплоотдачу с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению.

- 4) низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

При длительном и систематическом пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функциональное и тепловое состояние организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт (состояние удовлетворения внешней средой), обеспечивается высокий уровень работоспособности. Такие условия предпочтительны на рабочих местах.

Допустимые микроклиматические условия при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать преходящие и быстро нормализующиеся изменения функционального и теплового состояния организма и напряжение механизмов терморегуляции, не выходящие за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не нарушается состояние здоровья, но возможны дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и снижение работоспособности.

Из таблицы 1 видно, что параметры микроклимата производственных помещений зависят от степени тяжести выполняемых работ и периода года (теплым принято считать период года со среднесуточной температурой наружного воздуха выше 10 °С, холодным — с температурой 10 °С и ниже). Оптимальные параметры микроклимата распространяются на всю рабочую зону производственных помещений без разделения рабочих мест на постоянные и непостоянные. Если по технологическим требованиям, технически и экономически обоснованным причинам оптимальные параметры микроклимата не могут быть обеспечены, то устанавливают пределы их допустимых значений (табл. 2). Определяя характеристику помещения по категории выполняемых работ (уровню энергозатрат), ориентируются на те из них, которые выполняются 50 % (и более) работающими.

Таблица 1 – Оптимальные значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений при относительной влажности воздуха в диапазоне 40...60 %

Период года	Категория работ (по уровню энергозатрат, Вт)	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, С	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22—24	21—25	0,1
	16 (140—174)	21—23	20—24	0,1
	IIa (175—232)	19—21	18—22	0,2
	IIб (233—290)	17—19	16—20	0,2
	III (более 290)	16—18	15—19	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23—25	22—26	0,1
	16 (140—174)	22—24	21—25	0,1
	IIa (175—232)	20—22	19—23	0,2
	IIб (233—290)	19—21	18—22	0,2
	III (более 290)	18—20	17—21	0,3

Таблица 2 – Допустимые значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений при относительной влажности воздуха в диапазоне 15...75%

Период года	Категория работ (по уровню энергозатрат, Вт)	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Скорость движения воздуха, м/с, не более	
		ниже оптимальных значений	выше оптимальных значений		для диапазона температур воздуха ниже оптимальных значений	для диапазона температур воздуха выше оптимальных значений
Холодный	Ia (до 139)	20—21,9	24Д...25	19—26	0,1	0,1
	16 (140—174)	19—20,9	23,1...24	18—25	0,1	0,2
	IIa (175—232)	17...18,9	21,1...23	16—24	0,1	0,3
	IIб (233—290)	15...16,9	19,1...22	14—23	0,2	0,4
	III (более 290)	13...15,9	18,1...21	12—22	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	21...22,9	25,1...28	20—29	од	0,2
	16 (140—174)	20...21,9	24,1...28	19—29	0,1	0,3
	IIa (175—232)	18...19,9	22Д...27	17—28	0,1	0,4
	IIб (233—290)	16...18,9	21,1...27	15—28	0,2	0,5
	III (более 290)	15...17,9	20Д...26	14—27	0,2	0,5

Кроме указанных в таблице 1 параметров микроклимата нормируется также интенсивность теплового облучения работников. Допустимое значение теплового облучения на постоянных и непостоянных рабочих местах не должно превышать 35 Вт/м^2 , если в зоне облучения находится 50 % и более поверхности тела. При размере последней от 25 до 50 % предел допустимой интенсивности облучения составляет 70 Вт/м^2 , а при облучении менее 25 % поверхности тела — 100 Вт/м^2 . Интенсивность открытых источников теплового излучения (пламя, нагретый металл и т. п.) не должна превышать 140 Вт/м^2 при облучении не более 25 % поверхности тела и обязательном использовании средств индивидуальной защиты, в том числе лица и глаз.

Нагрев кожи человека до $45 \text{ }^\circ\text{C}$ вызывает ее повреждение и болевые ощущения, а при температуре $52 \text{ }^\circ\text{C}$ происходит необратимое свертывание белков тканей. Поэтому в целях профилактики тепловых травм температура нагретых поверхностей машин, оборудования или ограждающих их конструкций должна быть не выше $45 \text{ }^\circ\text{C}$.

Допустимые перепады температуры воздуха по высоте рабочей зоны не должны превышать $3 \text{ }^\circ\text{C}$ для работ всех категорий, а по горизонтали $4 \text{ }^\circ\text{C}$ для легких работ, $5 \text{ }^\circ\text{C}$ для работ средней тяжести и $6 \text{ }^\circ\text{C}$ для тяжелых работ. Во всех случаях абсолютные значения температуры воздуха, измеренной на разной высоте и в различных участках производственных помещений в течение смены, должны входить в пределы, установленные таблицами 1 и 2. Необходимо отметить, что параметры воздушной среды животноводческих и птицеводческих зданий регламентируются Нормами технологического проектирования и направлены на получение максимальной продуктивности поголовья, содержащегося в таких постройках. Поэтому требования ГОСТ 12.1.005 не распространяются на воздух рабочей зоны в этих зданиях, а также в помещениях для хранения сельскохозяйственной продукции.

К показателям, характеризующим тепловое состояние человека, относятся температура тела, температура поверхности кожи и ее топография, теплоощущения, количество выделяемого пота, состояние сердечно-сосудистой системы и уровень работоспособности.

Температура тела человека характеризует процесс терморегуляции организма. Она зависит от скорости потери теплоты, которая, в свою очередь, зависит от температуры и влажности воздуха, скорости его движения, наличия тепловых излучений и теплозащитных свойств одежды. Выполнение работ категорий Пб и III сопровождается повышением температуры тела на 0,3...0,5 °С. При повышении температуры тела на 1 °С начинается ухудшаться самочувствие, появляются вялость, раздражительность, учащаются пульс и дыхание, снижается внимательность, растет вероятность несчастных случаев. При температуре 39 °С человек может упасть в обморок.

Температура кожного покрова человека, находящегося в состоянии покоя в комфортных условиях, находится в пределах 32...34 °С. С повышением температуры воздуха она также растет до 35 °С, после чего возникает потоотделение, ограничивающее дальнейшее увеличение температуры кожи, хотя в отдельных случаях (особенно при высокой влажности воздуха) она может достигать 36...37 °С. Установлено, что при разности температур на центральных и периферических участках поверхности тела менее 1,8 °С человек ощущает жару; 3...5 °С — комфорт; более 6 °С — холод. При увеличении температуры воздуха также уменьшается разница между температурой кожи на открытых и закрытых участках тела.

Теплоощущения человека чаще всего оценивают по пяти- или семибалльной шкале:

- по пятибалльной — "холодно", "прохладно", "комфорт", "тепло", "жарко";
- по семибалльной — "очень холодно", "холодно", "прохладно", "комфорт", "тепло", "жарко", "очень жарко".

Эти ощущения человека зависят также от термического сопротивления R_t его одежды, представляющего собой отношение толщины слоя одежды (толщина хлопковых тканей колеблется в пределах 0,10...0,22 мм, а шелковых — 0,043...0,07 мм) к коэффициенту теплопроводности материала λ , из которого она сделана. Для натурального шелка $\lambda = 0,043...0,053$ Вт/(м*К), шерстяной ткани — 0,052, льняной ткани — 0,088, кожи — 0,15, для капрона $\lambda = 0,24$ Вт/(м *К).

По семибалльной шкале тепловые ощущения человека, одетого в тонкие брюки, рубашку с длинным рукавом, легкое нижнее белье и выполняющего в помещении не менее 3 ч легкую работу в сидячем положении, можно оценить с помощью следующей формулы:

$$B7 = 0,243t + 0,049p - 2,803,$$

где $B7$ — число баллов (по семибалльной шкале), соответствующее определенному теплоощущению работающего; t — температура воздуха в помещении, °С; p — парциальное давление водяных паров в воздухе, кПа.

Необходимое для расчетов по этой формуле парциальное давление паров определяют из выражения

$$p = pНW/100,$$

где $pН$ — парциальное давление насыщенных водяных паров при данной температуре, кПа: 12,513 при 10 °С, 23,83 при 20 °С и 43,25 при 30 °С; W — относительная влажность воздуха, %.

Например, при температуре 25 °С и относительной влажности 45 % число баллов

$$B7 = 0,243 \cdot 25 + 0,049 \cdot 33,54 \cdot 45/100 - 2,803 = 4,01,$$

что соответствует ощущению комфорта.

Сердечно-сосудистая система испытывает большое напряжение при выполнении тяжелой работы в условиях повышенных температур. Нарушается водный обмен, сгущается кровь, усиливается ее приток к коже и подкожной жировой клетчатке, расширяются периферические сосуды, учащается пульс и снижается артериальное давление. При одной и той же физической нагрузке частота пульса тем больше, чем выше температура окружающего человека воздуха. Работоспособность человека в значительной степени снижается при труде в условиях, сильно отличающихся от комфортных. Отрицательное влияние соответствующих параметров микроклимата на центральную нервную систему, другие органы и системы проявляется в ослаблении внимания, замедлении реакций, ухудшении координации движений, в результате чего уменьшается производительность труда и могут возникать травмы. В отдельных случаях работа при высокой температуре воздуха ведет к снижению производительности труда до 80 % по сравнению с аналогичным показателем, зафиксированным в комфортных условиях.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО НОРМАЛИЗАЦИИ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Для нормализации температурно-влажностного режима применяют системы вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха. При правильном выборе их типа, производительности и оптимальной конст-

рукции условия труда на рабочих местах поддерживаются в пределах норм с минимальными затратами средств, труда и энергии.

Механизация и автоматизация производственных процессов, использование более совершенных машин и оборудования позволяют снизить время пребывания людей на рабочих местах с некомфортными параметрами микроклимата, а также ограничить или исключить контакт с вредными производственными факторами.

Чтобы предотвратить избытки теплоты в помещениях, теплоизолируют нагреваемые поверхности оборудования и устанавливают защитные экраны. Дополнительно организуют рациональный питьевой режим с целью компенсации потерь организмом влаги и солей, обеспечивая работающих в горячих цехах подсоленной и охлажденной газированной водой. Практическая реализация такого режима состоит в частом употреблении небольших количеств воды: 100... 150 мл каждые 15...20 мин. При этом следует напоминать работающим, что степень испытываемой жажды всегда меньше, чем фактические потери жидкости.

Если значения параметров микроклимата отличаются от нормативных, то необходимо использовать средства индивидуальной защиты работающих. С их помощью можно предотвратить перегрев или переохлаждение организма, а также устранить неблагоприятное воздействие тепловых излучений на органы зрения.

Для профилактики отрицательного влияния дискомфортных условий труда важно спланировать рациональное чередование периодов труда и отдыха. При низких температурах, особенно в сочетании с высокой подвижностью воздуха, вводят дополнительные перерывы для обогрева работающих. Температуру в помещениях для обогрева поддерживают в пределах 22...24°C, что несколько выше значений, предусмотренных для санитарно-бытовых помещений. При выполнении работы в условиях высоких температур продолжительность дополнительных перерывов должна быть достаточна для восстановления работоспособности и процессов терморегуляции. При выработке рекомендаций для корректировки соответствующих факторов окружающей среды используют результаты медицинских осмотров, позволяющих своевременно обнаружить отклонения в состоянии здоровья работающих и выявить людей, которым противопоказана работа в условиях, отличающихся от нормальных.

ТЕМА ЛЕКЦИИ № 3: «ВЕНТИЛЯЦИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗДУХООБМЕНА»

Вопросы лекции:

1. Назначение и классификация систем вентиляции.
2. Основы выбора типа системы вентиляции. Общеобменная, естественная и принудительная (механическая) системы вентиляции.
3. Основы расчета. Основные схемы систем вентиляции: естественной (аэрация); принудительной (приточной, вытяжной, комбинированной); местной (особенности конструктивного исполнения). Кондиционирование воздуха.

НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Задачи, решаемые с помощью систем вентиляции и кондиционирования воздуха, заключаются (в самой общей формулировке) в создании в помещениях сооружений различного назначения таких параметров воздушной среды, которые бы удовлетворяли изложенным выше требованиям. Методы и возможности решения этих задач различны для систем вентиляции и систем кондиционирования воздуха.

При оборудовании сооружения системами вентиляции решение указанных задач в общем случае достигается путем подачи в помещение определенных, найденных расчетом количеств наружного воздуха и удаления испорченного воздуха, негодного для дальнейшего использования. Поступающий в помещение наружный воздух может подвергаться обработке: очищаться от пыли, нагреваться зимой, охлаждаться летом и т. д. Однако, как правило, в системах вентиляции охлаждение воздуха не делается, точно так же, как не делается тепло-влажностная обработка, позволяющая создавать строго определенные температурно-влажностные параметры обрабатываемого воздуха.

В системах кондиционирования предусматривается большой комплекс процессов обработки воздуха, с помощью которых могут быть удовлетворены самые высокие и разнообразные требования к параметрам воздушной среды закрытых помещений. При этом состояние воздушной среды помещения перестает быть зависимым от параметров наружного (атмосферного) воздуха. Поэтому в системах кондиционирования широко применяются такие сложные и дорогостоящие процессы тепловлажностной обработки воздуха, как охлаждение, сопровождаемое осушкой, что достигается обычно с помощью холоильных установок.

Для создания заданных параметров воздуха в помещениях широко используется как подача наружного воздуха, специальным образом подготовленного, так и обработка воздуха, находящегося в помещениях. В системах кондиционирования воздуха всегда предусматривается автоматическое регулирование для поддержания заданных параметров воздушной среды.

Следует заметить, что монтаж и эксплуатация системы вентиляции, особенно системы кондиционирования воздуха, нередко связаны с затратой значительных средств. Поэтому прежде чем принять решение об устройстве этих систем в том или ином сооружении, нужно очень глубоко изучить возможности, позволяющие или

совсем обойтись без вентиляции и кондиционирования воздуха, или значительного сократить объемы этих систем и мощности установленного в них оборудования.

Перечислим некоторые важнейшие мероприятия, которые дают возможность существенно сократить объемы систем вентиляции и кондиционирования воздуха и облегчают решение основных задач, стоящих перед ними.

1. Применение технологических процессов, при которых в воздух помещения не выделяется вредных веществ или их выделение сведено к минимуму.

2. Устройство для выделяющего вредности оборудования герметизированных укрытий с целью недопущения распространения выделяющейся вредности в объеме помещения.

3. Правильный выбор строительных (ограждающих) конструкций. Эти части зданий и сооружений должны быть такими, чтобы влияние наружной среды не затрудняло, а облегчало решение вентиляционных задач. Так, например, в жарком климате нельзя рекомендовать проектирование зданий с большими площадями остекления, так как такое остекление способствует поступлению излишних количеств тепла инсоляцией.

В отделке подземных сооружений необходимо предусматривать совершенную гидро- и пароизоляцию, препятствующую проникновению влаги из окружающего грунта. Это объясняется тем, что создание температурно-влажностного режима в условиях, когда в воздух помещений сооружений поступает грунтовая влага, чрезвычайно усложняется. Экономически выгоднее производить дополнительные капитальные затраты, связанные с устройством высококачественной изоляции, чем расходовать большие средства на системы вентиляции и кондиционирования воздуха, которые, во-первых, должны быть рассчитаны на поглощение выделяющихся количеств влаги и, во-вторых, должны эксплуатироваться без перебоев.

4. Рациональное архитектурно-планировочное решение строительной части зданий и сооружений, целесообразная компоновка помещений объекта.

При решении этих вопросов следует учитывать возможности использования для вентилирования производственных помещений таких естественных сил, как ветер.

Помещения, требующие для вентиляции наибольших количеств воздуха, не должны располагаться далеко от мест для забора и выброса воздуха, чтобы не возникало необходимости устраивать протяженные воздуховоды.

Помещения, в которых размещено оборудование, выделяющее большое количество вредных веществ («грязные» помещения), должны отделяться от помещений, имеющих небольшие выделения вредных веществ («чистых» помещений), изолирующими перегородками для предотвращения распространения вредных веществ в больших объемах.

Естественно, что в каждом конкретном случае могут быть найдены и другие способы, облегчающие выполнение задач системами вентиляции и кондиционирования воздуха или способствующие сокращению объемов этих систем.

Наиболее целесообразное решение, как правило, может быть найдено только в результате совместной работы инженеров ряда специальностей. Кроме участия специалистов по вентиляции и кондиционированию воздуха, обычно необходимо участие технологов и строителей. От первых зависит выбор оборудования, его рациональная компоновка и размещение, от вторых - целесообразные конструктивно-строительные и архитектурно-планировочные решения объекта.

Классификация систем вентиляции

Системы вентиляции могут быть классифицированы по следующим основным признакам:

а) по способу побуждения движения воздуха

- системы с естественным побуждением, или *системы естественной вентиляции*, и

- системы с искусственным побуждением (чаще всего механическим), или *системы механической вентиляции*;

б) по способу снабжения помещений воздухом

- системы, через которые в помещения подается воздух, или *системы приточной вентиляции* (приточные системы), и

- системы, с помощью которых воздух удаляется из помещений, или *системы вытяжной вентиляции* (вытяжные системы);

в) по методу организации вентиляции помещения

- системы, действие которых распространяется на часть объема помещения, или *местные системы*, и - системы, действие которых распространяется на весь объем помещения, или *общеобменные системы*.

В свою очередь каждая из этих систем может иметь разновидности.

Рассмотрим основные особенности систем вентиляции, отнесенных к различным группам в соответствии с приведенными принципами классификации.

Системы естественной и механической вентиляции

В системах естественной вентиляции вентилирование помещений производится под действием естественных сил. К числу их относят тепловую (или гравитационную) и ветровую напоры. Под тепловым напором понимается то давление, которое возникает вследствие разности плотностей (или объемных весов) воздуха, имеющего разную температуру.

Величина гравитационного напора систем вентиляции находится так же, как и гравитационных систем

отопления, т. е. по разности весов столбов воздуха наружного (температура t_a и объемный вес γ) и удаляемого из помещения (температура t и объемный вес γ).

Величина гравитационного напора H_i различна для помещений, расположенных на разных этажах:

$$H_i = h(\gamma_H - \gamma_B), \quad (1)$$

где h – расстояние от центра вентиляционного отверстия в помещении до центра воздуховыпускного отверстия, м.

Ветровым напором называется давление, оказываемое ветром на поверхности различных предметов (в том числе и строительных конструкций). Величина ветрового напора H_B отсчитывается от барометрического давления и находится из выражения

$$H_B = k_B \gamma \omega^2 / 2g, \quad (2)$$

где k_B – коэффициент, показывающий, какая часть кинетической энергии ветра переходит в потенциальную; k_B может быть больше нуля (+), тогда возникает давление больше атмосферного, и меньше нуля (-), тогда наблюдается разрежение; γ – объемный вес движущегося воздуха, кг/м³; ω – скорость ветра, м/сек; g – ускорение свободного падения, м/сек².

Воздух, поступающий в помещения или удаляемый из них, в системах естественной вентиляции может передвигаться по специальным каналам-воздуховодам (в этом случае системы называются *канальными*).

В системе естественной вентиляции помещений, расположенных в разных этажах 5-этажного дома (рис. 1), вентиляция производится благодаря удалению из помещений воздуха через вентиляционные каналы, проложенные в стене. Радиус действия (по горизонтали) канальных систем ограничен из-за небольших величин действующих напоров. Обычно он не превышает 20-25 м.

В системе естественной вентиляции производственного здания (рис. 2) используется ветровой напор. Ветер обдувает специальное устройство – дефлектор, позволяющее создавать разрежение при любых направлениях ветра. К отверстию дефлектора присоединена сеть воздуховодов, через которую из различных точек производственного помещения удаляется воздух, содержащий те или иные вредности.

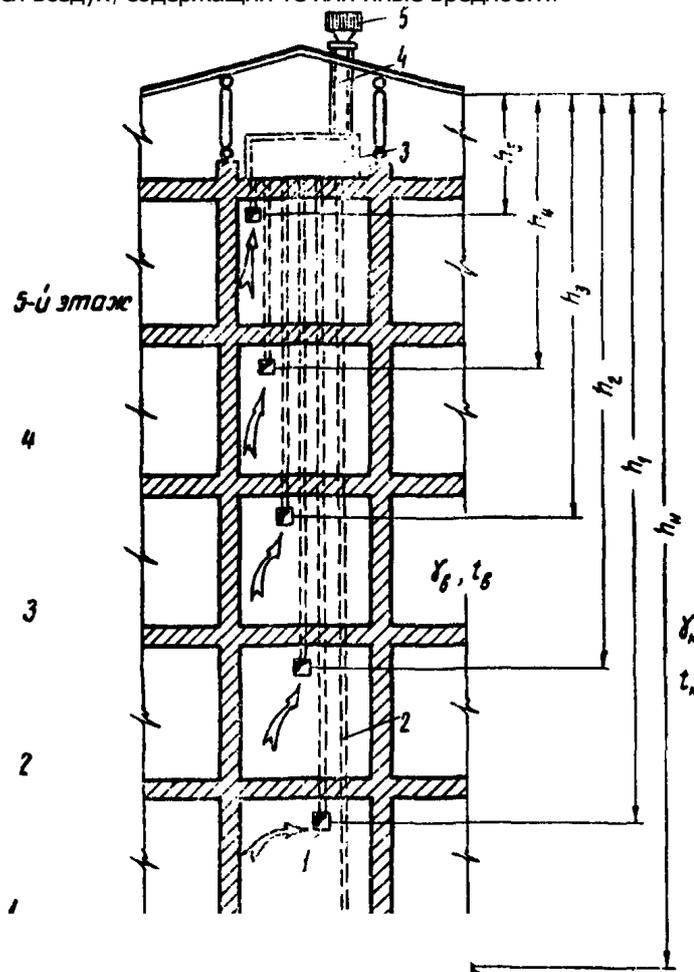


Рисунок 1 – Схема естественной вентиляции помещений 5-этажного дома под действием теплового напора:

1 - вытяжное отверстие; 2 - вертикальный канал; 3 - сборный канал; 4 - вытяжная шахта; 5 - дефлектор

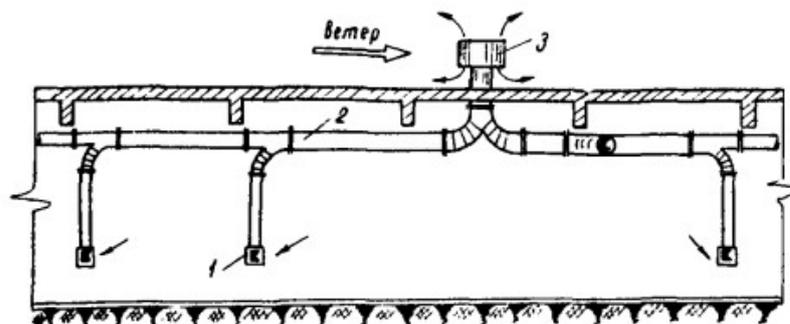


Рисунок 2 – Схема естественной вентиляции производственного здания под действием ветрового напора:

1 - вытяжное отверстие; 2 - воздуховод; 3 - дефлектор

В *бесканальных* системах воздуховоды отсутствуют и воздух входит в помещения или уходит из них через специальные отверстия в строительных ограждениях.

Такую систему естественной вентиляции называют *аэрацией*.

Аэрация широко применяется для вентиляции производственных зданий с большими избыточными тепловыделениями. Схема аэрации однопролетного производственного здания под действием теплового напора представлена на рис. 3. Как было указано, тепловой напор различен для отверстий, расположенных на разных отметках. Поэтому в верхних отверстиях создается давление ниже атмосферного, а в нижних выше атмосферного, в результате чего может осуществляться схема движения воздуха, изображенная на рисунке.

С помощью аэрации при использовании ветрового напора может быть решена и более сложная задача, например вентиляция многопролетного производственного здания, как это показано на рис. 3.4.

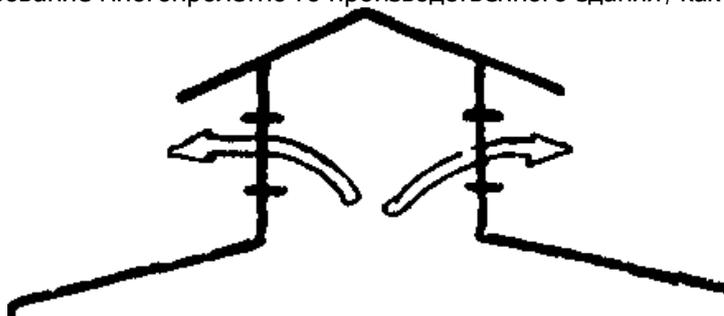


Рисунок 3 – Схема аэрации однопролетного производственного здания под действием теплового напора

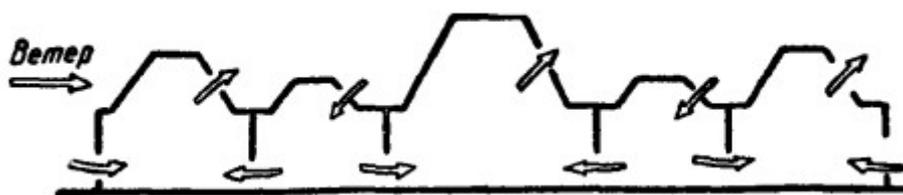


Рисунок 4 – Схема аэрации многопролетного производственного здания

В отличие от систем естественной вентиляции, в системах механической вентиляции для передвижения воздуха используются специальные машины, называемые вентиляторами.

Системы механической вентиляции также могут быть канальными и бесканальными. Чаще всего применяются канальные системы. Радиус действия систем механической вентиляции может быть весьма большим. Он зависит от величины давления, создаваемого вентилятором. Известны системы, в которых расстояния от вентилятора (обычно центробежного) до наиболее удаленных точек сети воздуховодов составляют сотни метров. Однако применяются и бесканальные системы, использующие, как правило, для передвижения воздуха осевые вентиляторы.

Схемы систем механической вентиляции, имеющих разветвленную сеть воздуховодов, изображены на рис. 3.5 и 3.6. Схема системы без сети воздуховодов (бесканальная) показана на рис. 3.7.

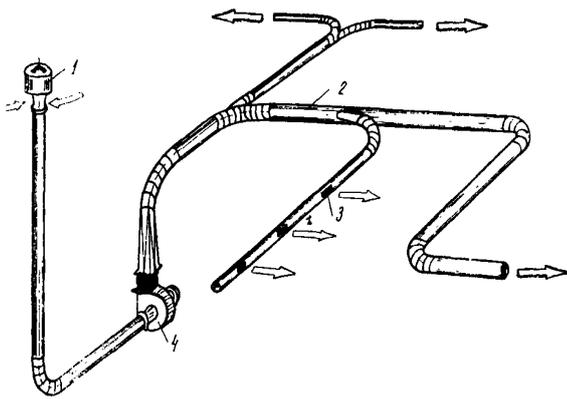


Рисунок 5 – Схема системы приточной механической вентиляции с разветвленной сетью воздуховодов:

1 - воздухозабор; 2 - воздуховоды; 3 - приточное отверстие
4 - вентилятор

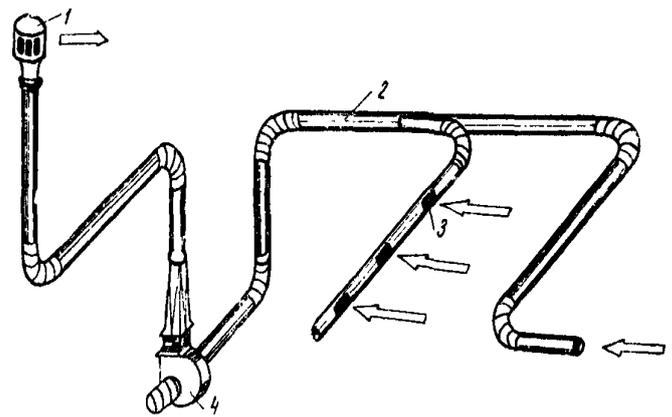


Рисунок 6 – Схема системы вытяжной механической вентиляции с разветвленной сетью воздуховодов:

1 - воздуховыбросное устройство 2 – воздуховоды
3 - вытяжное отверстие 4 – вентилятор

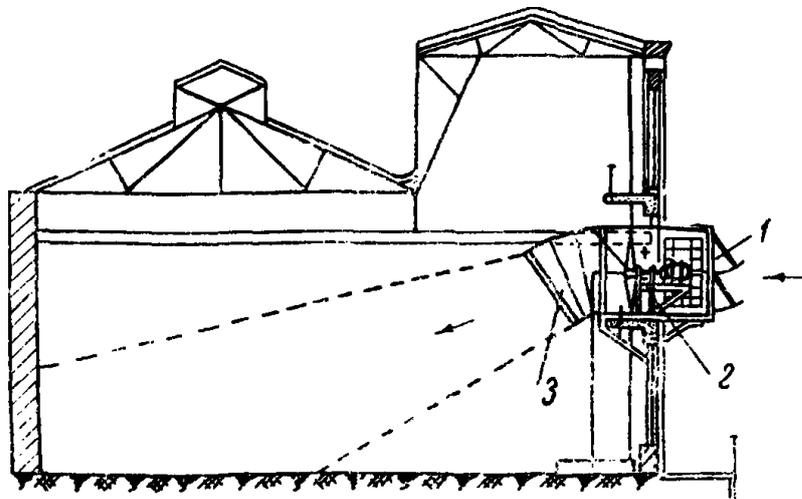


Рисунок 7 – Схема механической бесканальной вентиляции

1 - воздухозабор; 2 - вентилятор; 3 - приточный патрубок

СИСТЕМЫ ПРИТОЧНОЙ И ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Помещения могут быть оборудованы только системами приточной вентиляции (рис. 5).

В этих случаях в помещения *организованным* путем подается определенное расчетом количество воздуха. Удаление воздуха может происходить *неорганизованно* через неплотности в строительных ограждениях или через специально устраиваемые для этой цели отверстия. Естественно, что в установившемся состоянии количество приточного воздуха всегда равно количеству удаляемого воздуха независимо от суммарной площади неплотностей или отверстий в строительных ограждениях.

Суммарная площадь неплотностей ограждений влияет на величину давления воздуха в помещении. При этом существует зависимость, получаемая по известной из гидроаэромеханики формуле истечения жидкости через отверстие. На основании этой зависимости давление воздуха (Δp в $кг/м^2$) в помещении и часовое количество подаваемого воздуха (G в $кг/час$) связаны следующим образом:

$$\Delta p = (G/3600 \sum \mu F)^2 (1/2g) \quad (3)$$

где F - площадь той или иной неплотности, $м^2$; μ - коэффициент расхода при прохождении воздуха через неплотность.

Для обычного в строительных ограждениях типа неплотностей в виде щелей, зазоров и т. д. может быть принята средняя величина коэффициента расхода, равная $\mu_{cp} = 0,7$.

Если количество воздуха L выражено в $м^3/час$, то данная зависимость приобретает вид

$$\Delta p = (L/3600 \mu_{cp} \sum F)^2 (1/2g) \quad (4)$$

Если воздух из помещения удаляется через специально устраиваемые отверстия, то характер зависимостей (3) и (4) не меняется. Нередко эти отверстия оборудуются особыми клапанами, носящими название клапанов избыточного давления (КИДы). На рис. 3.8 показана схема устройства такого клапана, из которой видно, что усилия, необходимые для открытия клапана, зависят от положения противовеса. Это позволяет с помощью КИДов регулировать давление в помещении (A_p), что используется для перетекания воздуха из одного помещения в другое (рис. 9).

Для этой же цели, кроме КИДов, могут быть применены и другие устройства.

Системами приточной вентиляции оборудуются наиболее «чистые» помещения, так как согласно рис. 9 воздух движется из этих помещений, а не наоборот.

В случае оборудования помещений только системами вытяжной вентиляции (рис. 6) организовано производится удаление воздуха из помещений. Приток осуществляется неорганизованно либо через неплотности в строительных ограждениях, либо через специально устраиваемые для этой цели отверстия. В отличие от рассмотренных выше систем приточной вентиляции, в помещениях, имеющих лишь систему вытяжной вентиляции, давление устанавливается ниже атмосферного (или ниже, чем в соседних помещениях). Величина разрежения (по отношению к атмосферному давлению) может быть определена по тем же формулам (3) и (4).

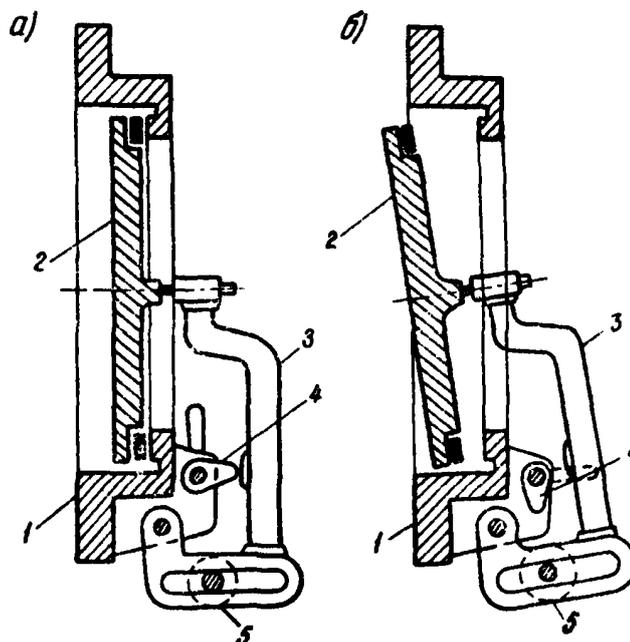


Рисунок 8 – Клапан избыточного давления:

а - в закрытом положении; б - в открытом положении:

1 - корпус; 2 - тарель; 3 - рычаг; 4 - стопорное устройство; 5 - перемещающийся груз

При оборудовании помещений только системой вытяжной вентиляции может быть, так же как и в случае приточной вентиляции, использовано перетекание воздуха, и тогда в помещение, присоединенное к системе вытяжной вентиляции, будет поступать воздух из соседнего помещения. Этим исключается или затрудняется движение воздуха в обратном направлении. Поэтому системами вытяжной вентиляции оборудуются наиболее «грязные» помещения, когда надо предотвратить распространение из них воздуха в соседние помещения.

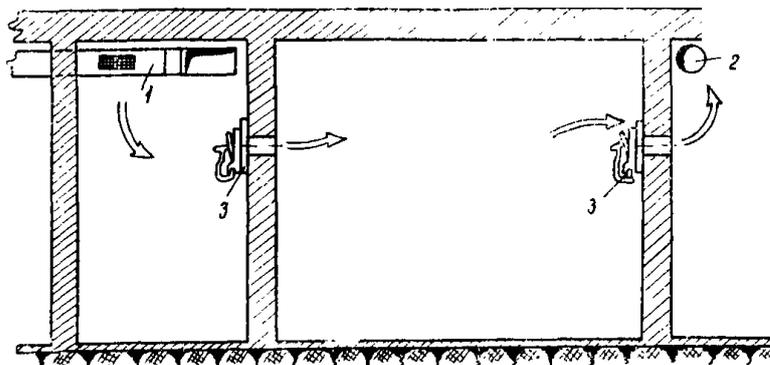


Рисунок 9 – Схема приточной вентиляции помещений с применением клапанов избыточного давления:

1 - приточный воздуховод; 2 - вытяжной воздуховод; 3 - клапан избыточного давления

Помещения могут быть оборудованы системами приточной и вытяжной вентиляции (рис. 10). В этих случаях в помещениях также может устанавливаться повышенное или пониженное давление воздуха согласно зависимостям (3) и (4). Естественно, что в эти формулы вместо G и L надо поставить разность количеств подаваемого и удаляемого воздуха (разность между притоком и вытяжкой). Если наблюдается превышение притока над вытяжкой, указанная разность имеет знак плюс, и наоборот. Знаку плюс соответствует превышение давления ($\Delta p > 0$), а знаку минус - понижение давления ($\Delta p < 0$) по сравнению с атмосферным или с давлением в соседних помещениях.

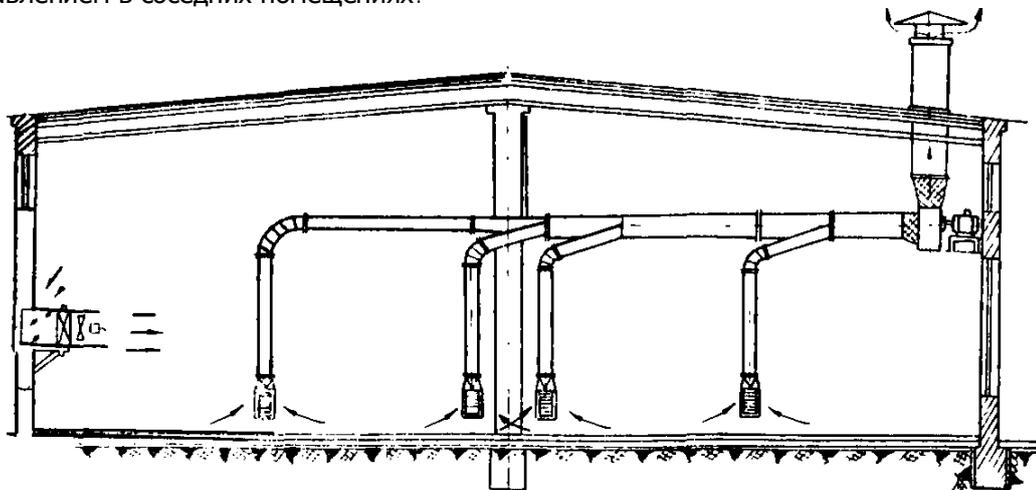


Рисунок 10 – Схема общеобменной механической вентиляции производственного здания

МЕСТНЫЕ И ОБЩЕОБМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Местные системы вентиляции могут быть **приточными** и **вытяжными**. Последние получили весьма широкое распространение в производственных помещениях, так как позволяют решать задачи создания заданных условий воздушной среды наиболее экономичным путем.

Местные вытяжные системы вентиляции, или **местные отсосы**, предназначены для улавливания выделяющихся вредных веществ в месте их образования. Этим предотвращается распространение вредных веществ во всем объеме помещения.

Местные приточные системы вентиляции осуществляют подачу воздуха в определенную зону помещения (чаще всего на рабочее место, а иногда в место, отведенное для отдыха). В зоне действия подаваемого воздуха создаются условия, отличающиеся от условий во всем объеме помещения и удовлетворяющие поставленным требованиям.

При конструктивном оформлении местных вытяжных и приточных систем вентиляции необходимо учитывать аэродинамические свойства той зоны движущегося воздуха, которая непосредственно примыкает к всасывающему и нагнетательному (приточному) отверстию. Эти зоны носят соответственно названия всасывающего и приточного факела. Как известно из курса аэродинамики, свойства того и другого резко различны.

Структура всасывающего факела схематически изображена на рис. 11.

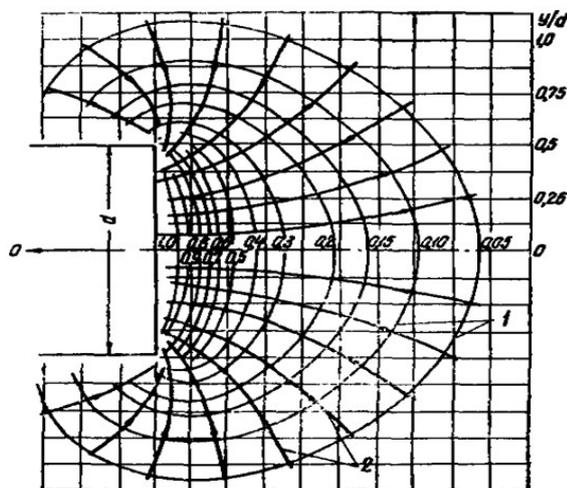


Рисунок 11 – Структура всасывающего факела в зоне действия круглого отверстия:
1 - линии постоянных относительных скоростей движения воздуха; 2 - линии тока воздуха

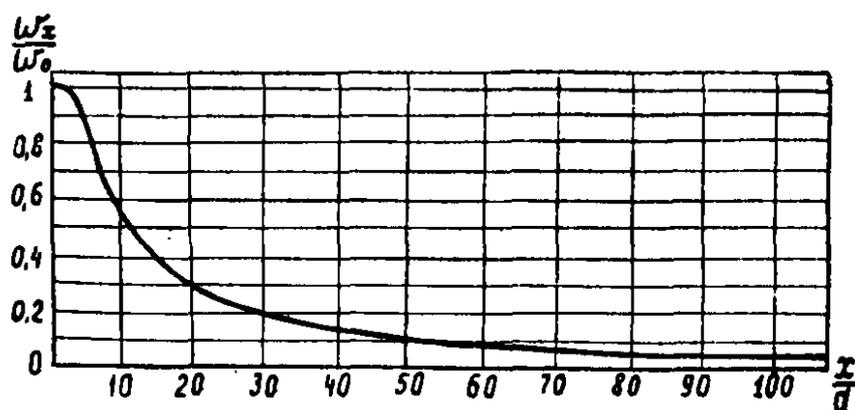
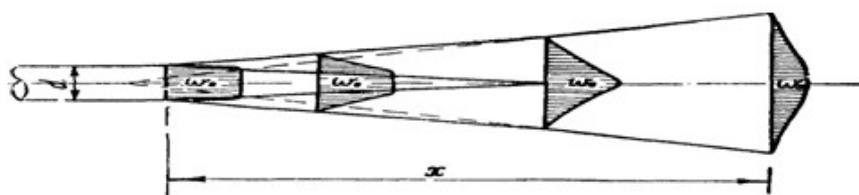


Рисунок 12 – Структура приточного факела



Этот факел весьма дальнобоен. Осевая скорость уменьшается медленно и значения 0,1 от начальной величины достигает на расстоянии примерно $50d$ от приточного отверстия.

Местные вытяжные системы вентиляции или местные отсосы подразделяются в зависимости от конструктивного оформления воздухоприемного устройства на следующие основные разновидности:

- вытяжные зонты;
- вытяжные шкафы и кожухи;
- бортовые отсосы.

Вытяжным зонтом называется такая разновидность местного отсоса, когда воздухоприемное устройство (приемник) находится на некотором расстоянии от источника выделения вредности и окружающий воздух может свободно поступать в зону действия отсоса.

Различные типы вытяжных зонтов представлены на рис. 13.

Зонты не являются совершенными местными отсосами, так как требуют удаления вместе с выделяющейся вредностью больших количеств воздуха и могут использоваться для удаления не слишком токсичных вредностей при обязательном наличии соответствующего конвективного потока, т. е. при попутных тепловыделениях.

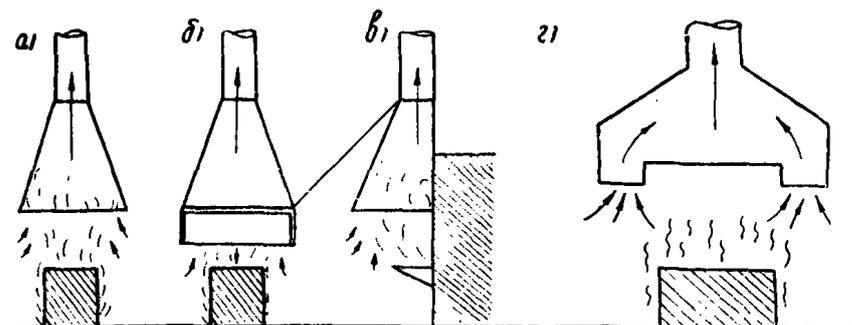


Рисунок 13 – Типы вытяжных зонтов:

- а - индивидуальный зонт; б - зонт с откидным свешивающимся фартуком;
 в - зонт (козырек) над загрузочным окном печи; г - кольцевой отсос

Возможно применение зонтов с естественной вытяжкой, если у выделяющейся вредности имеется достаточная подъемная сила и помещение обеспечено организованным притоком (во избежание опрокидывания тяги).

Высота расположения зонта над уровнем пола должна быть 1,8— 2,0 м, чтобы обслуживающий персонал не задевал его головой. Для обеспечения равномерности всасывания угол при вершине зонта не должен превышать 60° .

В последнее время кроме зонтов нашли довольно широкое применение так называемые кольцевые отсосы. Схема кольцевого отсоса представлена на рис. 13, г.

Вытяжными шкафами и кожухами называются такие местные отсосы, в которых источник выделения вредности находится внутри воздухоприемного устройства (приемника). Окружающий воздух из по-

мещения может поступать к источнику выделения вредности лишь через специальные, сравнительно небольшие отверстия, предназначенные для работы или контроля.

Разница между вытяжными шкафами и кожухами заключается в том, что последние имеют обычно фигурную форму и применяются главным образом для отсоса вредностей, выделяющихся от различных станков (деревообрабатывающих, шлифовальных, заточных и т. д.) см. ниже рис.14.

Объем воздуха, отсасываемого через рабочие отверстия, меньше, чем объем воздуха, удаляемого через зонт, и зависит от конструктивного выполнения шкафа или кожуха, характера и особенностей выделяющихся вредностей, а также от степени их токсичности.

Поступление вредностей из шкафа или кожуха в помещение в общем случае вызывается образованием повышенного давления внутри приемника (чаще всего из-за разности температуры по сравнению с температурой воздуха помещения), циркуляцией струй внутри шкафа или кожуха, движением воздуха в помещении и, наконец, диффузией вредности из шкафа или кожуха в помещении.

Все многообразие этих конструкций сводится к трем типам:

- вытяжные шкафы с верхним отсосом (рис. 14, а, б), применяемые для улавливания восходящих потоков (в том числе и тепловых);
- с нижним отсосом, используемым при процессах, сопровождающихся выделением пыли или тяжелых газов (рис. 14, в, г);
- с комбинированным отсосом из верхней и нижней зоны (рис. 14, д, е, ж, з, и, к).

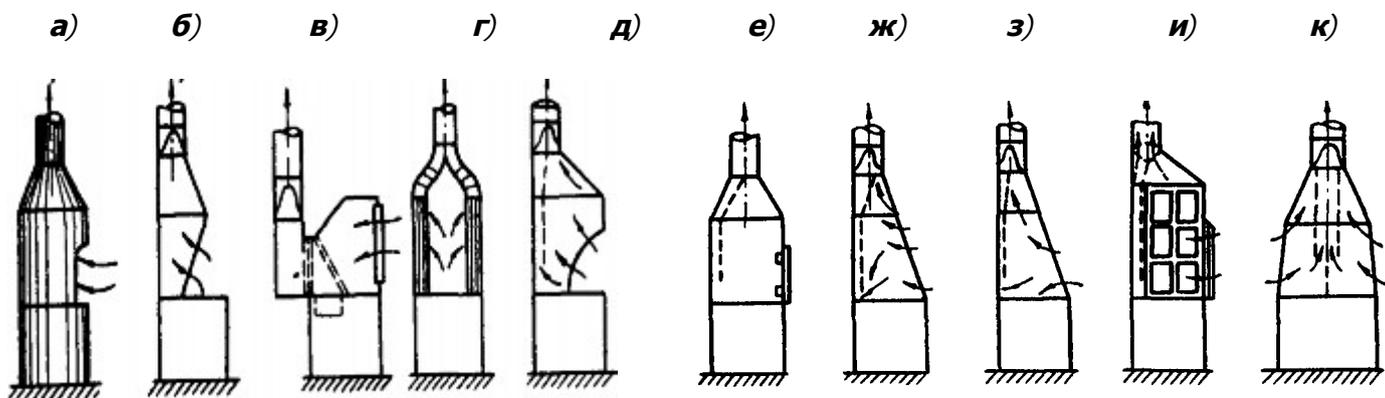


Рисунок 14 – Типы вытяжных кожухов

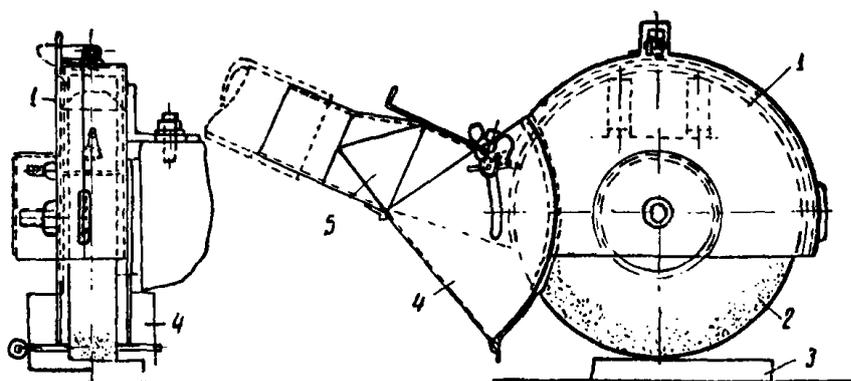


Рисунок 15 – Вытяжной кожух для плоскошлифовального станка:
1 - кожух с откидной крышкой; 2 - абразивный круг; 3 - обрабатываемая деталь; 4 - козырек;
5 - патрубок с металлическим гибким шлангом для отсоса воздуха

ТЕМА ЛЕКЦИИ № 4: «ПОЖАРООПАСНОСТЬ И ОЦЕНКА ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ»

Вопросы лекции:

1. Общие сведения процессов горения и взрыва, показатели взрыво-пожароопасности горючих веществ.
2. Классификация производственных помещений по взрыво-пожароопасности.
3. Мероприятия по предупреждению взрывов и уменьшению их последствий.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА, ПОКАЗАТЕЛИ ВЗРЫВО-ПОЖАРООПАСНОСТИ ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ

Горение - это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением теплоты и света. Для возникновения горения требуется наличие трех факторов:

- горючего вещества,
- окислителя (обычно кислород воздуха) и
- источника загорания (импульса).

Окислителем может быть не только кислород, но и хлор, фтор, бром, йод, окислы азота и т. д.

В зависимости от свойств горючей смеси горение бывает:

- гомогенное - газов и паров горючих веществ в среде газообразного окислителя. Таким образом, реакция горения протекает в системе, состоящей из одной фазы (агрегатного состояния), при этом гомогенная реакция идет во всем объеме..

- гетерогенное - твердых горючих веществ в среде газообразного окислителя. В этом случае реакция протекает на поверхности раздела фаз. Это горение металлов, графита, т.е. практически нелетучих материалов.

Многие газовые реакции имеют гомогенно-гетерогенную природу, когда возможность протекания гомогенной реакции обусловлена происхождением одновременно гетерогенной реакции.

Горение всех жидких и многих твердых веществ, из которых выделяются пары или газы (летучие вещества) протекает в газовой фазе. Твердая и жидкая фазы играют роль резервуаров реагирующих продуктов.

Например, гетерогенная реакция самовозгорания угля переходит в гомогенную фазу горения летучих веществ а коксовый остаток горит гетерогенно.

При *гомогенном* горении исходные вещества и продукты горения находятся в одинаковом агрегатном состоянии. К этому типу относится горение газовых смесей (природного газа, водорода и т. п. с окислителем — обычно, кислородом воздуха), горение негазифицирующихся конденсированных веществ (например, термитов — смесей алюминия с оксидами различных металлов), а также изотермическое горение — распространение цепной разветвленной реакции в газовой смеси без значительного разогрева. При горении негазифицирующихся конденсированных веществ диффузии обычно не происходит и процесс распространения горения идет только в результате теплопроводности. При экзотермическом горении, напротив, основным процессом переноса является диффузия. Гомогенное горение: компоненты горючей смеси находятся в газообразном состоянии. Причем, если компоненты перемешаны, то горение называют кинетическим. Если – не перемешаны – диффузионное горение.

При *гетерогенном* горении исходные вещества (например твердое или жидкое горючее и газообразный окислитель) находятся в разных агрегатных состояниях. Важнейшие технологические процессы гетерогенного горения— горение угля, металлов, сжигание жидких топлив в нефтяных топках, двигателях внутреннего сгорания, камерах сгорания ракетных двигателей. Процесс гетерогенного горения обычно очень сложен. Химическое превращение сопровождается дроблением горючего вещества и переходом его в газовую фазу в виде капель и частиц, образованием оксидных пленок на частицах металла, турбулизацией смеси и т. д. Гетерогенное горение характеризуется наличием раздела фаз в горючей смеси (горение жидких и твердых горючих веществ в среде газообразного окислителя).

Горение дифференцируется также по скорости распространения пламени и может быть

- дефлаграционным (порядка нескольких метров в секунду),
- взрывным (порядка сотни метров в секунду) и
- детонационным (порядка тысячи метров в секунду).

Пожарам свойственно *дефлаграционное* горение.

В зависимости от соотношения горючего и окислителя различают процессы горения: бедных и богатых горючих смесей.

Бедными называются смеси, содержащие в избытке окислитель. Их горение лимитируется содержанием горючего компонента.

К богатым относятся смеси с содержанием горючего выше стехиометрического соотношения компонентов. Горение таких смесей лимитируется содержанием окислителя.

Возникновение горения связано с *обязательным самоускорением реакции* в системе. Существуют три основных вида самоускорения химической реакции при горении: тепловой, цепной и -комбинированной —

цепочно-тепловой.

Тепловой механизм ускорения связан с экзотермичностью процесса окисления и возрастанием скорости химической реакции с повышением температуры при условии аккумуляции теплоты в реагирующей системе.

Цепное ускорение реакции связано с катализом химических превращений, осуществляемым промежуточными продуктами превращений, обладающими особо химической активностью и называемыми активными центрами. В соответствии с цепной теорией химический процесс происходит не путем непосредственного взаимодействия исходных молекул, а с помощью осколков, образующихся при распаде этих молекул (радикалы, атомарные частицы).

Реальные процессы горения осуществляются, как правило, по *комбинированному цепочно-тепловому* механизму.

Процесс возникновения горения подразделяется на несколько этапов:

-*вспышка* — быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

-*возгорание* — возникновение горения под воздействием источника зажигания.

-*воспламенение* — возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

-*самовозгорание* — явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения вещества (материала, смеси) при отсутствии источника зажигания.

Сущность и различия процессов возгорания и самовозгорания пояснены ниже.

Самовоспламенение — самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Взрыв — чрезвычайно быстрое химическое (взрывчатое) превращение, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу. Возникновение горения вещества или материала может произойти при температуре окружающей среды ниже температуры самовоспламенения. Эта возможность обуславливается склонностью веществ или материалов к окислению и условиями аккумуляции в них теплоты, выделяющейся при окислении, что может вызвать самовозгорание.

Таким образом, *возникновение горения* веществ и материалов при воздействии тепловых импульсов с температурой выше температуры воспламенения (или самовозгорания) характеризуется как **возгорание**, а *возникновение горения при температурах ниже температуры самовоспламенения* относится к процессу **самовозгорания**.

В зависимости от импульса процессы самовозгорания подразделяют на: тепловые; микробиологические; химические.

При оценке пожарной опасности веществ и материалов необходимо учитывать их агрегатное состояние. Поскольку горение, как правило, происходит в газовой среде, то в качестве показателей пожарной опасности необходимо учитывать условия, при которых образуется достаточное для горения количество газообразных горючих продуктов.

Основными показателями пожарной опасности, определяющими критические условия возникновения и развития процесса горения, являются температура самовоспламенения и концентрационные пределы воспламенения (КПВ)

Температура самовоспламенения характеризует минимальную температуру вещества или материала, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

Минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называется нижним концентрационным пределом воспламенения;

максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени, называется верхним концентрационным пределом воспламенения.

Область составов и смесей горючих газов и паров с воздухом, лежащих между нижним и верхним пределами воспламенения, называется *областью воспламенения*.

Концентрационные пределы воспламенения не постоянны и зависят от ряда факторов. Наибольшее влияние на пределы воспламенения оказывают мощность источника воспламенения, примесь инертных газов и паров, температура и давление горючей смеси.

Пожаровзрывоопасность веществ и материалов — совокупность свойств, характеризующих их способность к возникновению и распространению горения. Следствием горения в зависимости от его скорости и условий протекания, бывают пожар или взрыв.

Вещества или материалы, свойства которых каким-либо образом благоприятствуют возникновению горения с последующим взрывом или пожаром, относят к пожаровзрывоопасным. В большинстве случаев это вещества, самые различные по своему происхождению и химической природе (растительные, минеральные, синтетические, неорганические, органические и т.д.).

В каждой стране существуют национальные системы стандартов по обеспечению пожаровзрывобезопасности.

Быстрый рост международной торговли, возрастание темпов международного разделения труда вызвали крайне важность согласования между собой национальных стандартов на производство веществ и материалов, оборудования, приборов, машин, механизмов, товаров широкого потребления и т.д. Такая работа ведется Международной организацией по стандартизации (ИСО), Международной электротехнической комиссией (МЭК) и Международной морской организацией (ИМО).

Сегодня практически все промышленно развитые страны разработали и приняли национальные системы стандартов по обеспечению пожарной безопасности. В нашей стране принята система оценки пожарной опасности веществ и материалов, регламентированная ГОСТом 12.1.044 "ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения". Этот ГОСТ согласован с международными стандартами, в частности с ИСО 4589. В стандарте описаны основные показатели, которые определяются при общей оценке пожаровзрывоопасности вещества, указаны области применения каждого показателя и рекомендуемые методы его определения. Там же сформулированы основные условия пожарной безопасности при проектировании и эксплуатации различных объектов.

Выбор показателей для оценки пожаровзрывобезопасности различных материалов определяется его агрегатным состоянием и условиями применения.

Строительные материалы характеризуются только пожарной опасностью. Пожарно-техническая классификация строительных материалов определяется в соответствии с ГОСТ Р 59137-2020 "КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ", разработанном в соответствии с требованиями и рекомендациями международных организаций по стандартизации.

Оценка пожаровзрывоопасности веществ и материалов в соответствии с ГОСТ 12.1.044 заключается в определении комплекса показателей, род и число которых зависят от агрегатного состояния вещества.

Для оценки пожаровзрывоопасности все вещества и материалы подразделяют на 4 группы по агрегатному состоянию: газы, жидкости, твердые и пыли (которые выделены в самостоятельную группу в связи со спецификой процессов их горения)

Принципы разделения веществ по агрегатному состоянию следующие:

- **газы** - вещества, давление насыщенных паров которых при температуре 25⁰С и давлении 101,3 кПа превышает 101,3 кПа;
- **жидкости** – вещества, давление насыщенных паров которых при температуре 25⁰С и давлении 101,3 кПа меньше 101,3 кПа. К жидкостям относят также твердые плавящиеся вещества, температура плавления или каплепадения которых ниже 50 °С;
- **твердые** вещества и материалы – индивидуальные вещества и их смесевые композиции с температурой плавления или каплепадения выше 50 °С, а также вещества, не имеющие температуру плавления (к примеру, древесина, ткани и пр.);
- **пыли** – диспергированные (измельченные) твердые вещества и материалы с размером частиц менее 850 мкм.

Номенклатура показателей и их применяемость для характеристики пожаровзрывоопасности веществ и материалов, приведены в табл.1.

Для полной оценки пожаровзрывоопасности вещества крайне важно знать его физико-химические свойства, а также поведение вещества при его производстве, применении, хранении и транспортировке. Особенно важно учитывать это при контакте исследуемого вещества с активными веществами, при длительном нагреве, облучении и других внешних воздействиях, в результате которых с течением времени могут измениться его физико-химические свойства. После этого для вещества определяются показатели пожаровзрывоопасности.

Число показателей, необходимых и достаточных для характеристики пожаровзрывоопасности веществ и материалов в условиях производства, переработки, транспортирования и хранения определяет разработчик системы обеспечения пожаровзрывобезопасности объекта или разработчик стандарта и технических условий на вещество (материал).

Ответственность за своевременную оценку пожаровзрывоопасности возлагается на организацию, которая разработала технологию получения и рекомендует данное вещество или материал для использования.

Работу по оценке пожаровзрывоопасности веществ и материалов в настоящее время проводят Испытательные пожарные лаборатории (ИПЛ), которые созданы при всех Управлениях ГПС республик, краев и областей. Кроме них допускается оценка пожаровзрывоопасности веществ и материалов по специальным лицензиям отраслевыми институтами и лабораториями, но только на стандартных экспериментальных установках.

Обязательной оценке на пожаровзрывоопасность подлежат следующие вещества и материалы:

- **индивидуальные химические вещества**, выпускаемые по стандарту или техническим условиям;
- **смеси индивидуальных химических веществ**, выпускаемые в соответствии со стандартами или техническими условиями;
- **природные, искусственные и синтетические материалы** неизвестного, неопределенного

- **технические промежуточные и побочные продукты, а также отходы производства**, которые выделяются и накапливаются в количествах, создающих пожарную опасность.

Проектировать объекты хозяйства можно только при наличии данных о пожаровзрывоопасности применяемых в строительстве и обращающихся веществ и материалов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ПО ВЗРЫВО-ПОЖАРООПАСНОСТИ

На современных производствах нередко используются вещества, смесь которых с воздухом представляет опасность не только пожара, но и взрыва. Это и всевозможные горючие газы, и горючие, легко воспламеняющиеся жидкости. Особенную роль здесь играют непрерывные химические производства различных неорганических соединений, в частности, удобрений, серной и азотной кислоты, соды и сопутствующего ему производство хлористого кальция — популярного антигололедного средства. Встречаются производства, технологический цикл которых предполагает наличие пылевидных горючих материалов, быстрое воспламенение которых также может привести к взрыву. Недаром современные стандарты объединяют понятия пожароопасности и взрывоопасности в общее — взрывопожароопасность. Применение или хранение на производстве взрывающихся и воспламеняющихся, при определенных условиях, веществ определяет их категорию по взрыво- и пожароопасности. Всего предусмотрено пять категорий пожароопасности: А, Б, В, Г, Д.

Категории пожароопасности

Категории А и Б по взрыво- пожароопасности присваиваются производствам, на которых возможна нештатная ситуация воспламенения, и при этом существует угроза взрыва с избыточным давлением более 5 кПа.

Категория пожароопасности А

На взрывоопасных производствах категории А, в качестве причины возможного взрыва, выделяют горючие газы, а также легко воспламеняющиеся жидкости, способные образовывать пожароопасные парогазовоздушные смеси. Температура вспышки горючих смесей для категории пожароопасности А, согласно принятой категоризации, не превышает 28°С, поэтому режим функционирования взрыво-пожароопасных производств категории А требует особого внимания, принятия своевременных и регулярных мер обеспечения пожарной безопасности.

Материалы и вещества, способность которых взрываться и гореть при взаимодействии друг с другом, с водой, либо с кислородом воздуха, также являются основанием для присвоения производству категории А по взрыво- пожароопасности.

Категория пожароопасности Б

Взрыво- пожароопасные производства категории Б — те, в которых причиной возможного взрыва и возгорания могут стать горючие пыли или волокна, а также легко воспламеняющиеся жидкости. Фактор взрыво- пожароопасности на производствах категории Б — образование взрывоопасных пыле- и паровоздушных смесей с температурой вспышки более 28°С.

Категория пожароопасности В

Собственно, категории пожароопасности (без сопутствующей угрозы взрыва), включают в себя следующие три: В, Г и Д. Категория В присваивается пожароопасным производствам, технология которых предусматривает использование горючих и трудногорючих веществ и материалов, находящихся в жидком и твердом состоянии. Вещества и материалы на производствах, имеющих категорию В по пожароопасности, не должны быть взрывоопасными, но способны только гореть в случае взаимодействия с водой, кислородом воздуха или друг с другом. При присвоении производству категории В по пожароопасности важно, чтобы помещения, в которых имеются соответствующие вещества, не относились к категории А или Б.

Категория пожароопасности Г

Категория пожароопасности Г присваивается производствам, технологический цикл которых сопряжен с обработкой негорючих веществ и материалов. Фактор пожароопасности на производствах категории Г обусловлен тем, что, будучи в горячем, раскаленном либо расплавленном состоянии, негорючие вещества выделяют лучистое тепло, искры либо пламя. Использование топлива — ещё одно основание для присвоения производству категории Г по пожароопасности. Категория Г по пожароопасности имеет место быть, если на производстве сжигаются, либо утилизируются горючие газы, жидкости, твердые вещества.

Категория пожароопасности Д

Категория пожароопасности Д предназначена для производств, в которых используются, в холодном состоянии, негорючие вещества и материалы.

Пожароопасные объекты

Категория по пожаро- и взрывоопасности — немаловажный фактор, определяющий требования к конструкции и планировке здания, режиму производства и эксплуатации помещений. Категории пожароопасности учитываются при организации пожарной охраны, в первую очередь, предписывая необходимую её техническую оснащенность. Категория пожарной опасности с необходимостью предъявляет требования к «диспозиции» пожароопасных помещений на территории предприятия. Эта характеристика во многом определяет планировочно-строительные меры безопасности, регламентирует порядок размещения, по отношению друг к другу и прочим объектам предприятия, пожароопасных строений и сооружений.

Среди объектов, возможность взрывов и пожаров на которых чрезвычайно велика, следует упомянуть, в первую очередь,

- нефтеперерабатывающие предприятия, производственные объекты химической, целлюлозно-бумажной отрасли;
- предприятия, на которых используются, в качестве сырья, либо энергоносителей, газо- и нефтепродукты;
- газо- и нефтепроводы;
- все виды транспорта, занятые в перевозках взрыво- и пожароопасных веществ;
- терминалы топливозаправочных станций (на которых, как и на транспортных средствах, факторами пожароопасности могут стать пары бензина, керосина, природный газ);
- предприятия пищевой отрасли (следует упомянуть, что горючими веществами, в частности, являются смеси сахарной, древесной, мучной и иной производственной пыли с воздухом);
- предприятия, технологический цикл которых предполагает использование лакокрасочных материалов;
- военные склады, а также любые производственные склады, предназначенные для хранения взрыво- и пожароопасных веществ и материалов.

Пожароопасность на производстве

Пожары на предприятиях, как и во всем современном электрифицированном мире, зачастую возникают по причине повреждения электропроводки, а также машин и агрегатов, находящихся под напряжением. Кроме того, «по старинке» пожароопасность выше там, где возможна неисправность топок, отопительных систем, повреждение емкостей с легковоспламеняющимися жидкостями и тому подобные нештатные ситуации.

Снизить реальную пожароопасность помещений можно, ограничивая количество хранящихся и одновременно используемых в технологических циклах горючих веществ и материалов, применяя для пожароопасных веществ герметизированное оборудование и тару. Пожароопасность помещений снижается в связи с устройством аварийного слива горючих жидкостей, противопожарных преград, средств, предотвращающих розлив и растекание легковоспламеняющихся жидкостей при пожаре. Уменьшение пожароопасности достигается регулярной очисткой помещений, оборудования, коммуникаций, а также регламентацией рабочих мест, предполагающих использование пожароопасных веществ. Профилактика пожароопасности включает в себя систематические организационные, эксплуатационные, технические и режимные мероприятия под контролем руководства предприятия.

Класс пожароопасности

Напоследок имеет смысл коснуться понятия «класс пожароопасности» в сравнении с рассмотренными характеристиками пожароопасности производств и производственных помещений. Рассмотрим существенное его отличие от понятий «категории пожароопасности» — совокупной, интегральной характеристики производства, а также «пожароопасности помещения» — реального фактора, действующего в конкретном месте, в зависимости от исполнения вполне определенных предписаний пожарной безопасности.

Класс пожароопасности — это, дополняющая понятие категории пожароопасности производства, дифференциальная характеристика производств и производственных помещений, в отношении их пожароопасности. Классификация по пожароопасности производится, по отдельности, для всего многообразия элементов производственной системы, для всех её компонентов, способных повлиять на возникновение и дальнейшее «течение» пожара. Различают классы пожароопасности для веществ, материалов, оборудования, электрической проводки, конструктивных элементов здания (например, лестничных пролётов) и т.д.

Так, например, горючие пыли по степени взрыво- и пожароопасности делятся на четыре класса.

- К 1-му классу пожароопасности относятся наиболее взрывоопасные аэрозоли, нижний концентрационный предел которых (НКПВ), соответствующий реальной возможности воспламенения (взрыва), составляет менее 15 г/м^3 к объёму воздуха. К таковым веществам относятся сера, канифоль, нафталин, пыль торфяная, мельничная, эбонитовая.

- Во 2-й класс взрыво- пожароопасности входят взрывоопасные вещества — аэрозоли, НКПВ которых составляет от 15 до 65 г/м^3 . Таковыми веществами являются: лигнин, порошок алюминиевый, а также сено, мучная, сланцевая пыль.

- 3-й класс по пожароопасности составляют наиболее пожароопасные вещества — аэрогели с НКПВ, превышающим 65 г/м^3 , температура самовоспламенения которых — не более 250°C . Примером таких веществ могут служить элеваторная, табачная пыль.

- 4-й класс пожароопасности образуют пожароопасные вещества — аэрогели, НКПВ которых превышает 65 г/м^3 , а температура самовоспламенения — предел в 250°C . Цинковая пыль и древесные опилки — распространенные «представители» 4-го класса пожароопасности в «номинации» горючие пыли.

Наибольшее значение в пределах понятия «класс пожароопасности» имеет классификация пожароопасных зон предприятия. Пожароопасная зона определяется как пространство, находящееся внутри, либо

вне помещений, в пределах которого обращаются, постоянно или периодически, горючие материалы и вещества.

Пожарная безопасность зданий и сооружений, условия развития и распространения пожара в них существенно зависят от возгораемости и огнестойкости использованных при их строительстве материалов и конструкций. Возгораемость и огнестойкость строительных материалов и конструкций устанавливаются на стадии проектирования промышленных объектов в зависимости от категории взрыво- и пожароопасности помещений, размещаемых в проектируемых зданиях.

Согласно строительным нормам и правилам строительные материалы и конструкции по возгораемости разделяются на негоряемые, трудногоряемые и сгораемые.

Несгораемыми являются такие материалы и конструкции, которые под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются. К ним относятся все естественные и искусственные неорганические материалы, которые при пожаре не горят.

Трудно сгораемые материалы и конструкции под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть, тлеть и обугливаться при наличии источника зажигания, а после его удаления эти процессы прекращаются. К ним относятся материалы, состоящие из негоряемых и сгораемых составляющих, содержащие более 8 % по массе органических заполнителей, а также горючие материалы, защищенные негорючими материалами.

Сгораемые материалы и конструкции под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются, тлеют или обугливаются, и эти процессы продолжают после удаления источника зажигания. К ним относятся все органические материалы, не отвечающие требованиям, предъявляемым к негоряемым и трудногоряемым материалам.

Огнестойкость отдельных строительных конструкций зданий и сооружений—это их свойство сохранять несущую способность во время пожара в течение определенного времени. Огнестойкость характеризуется двумя количественными показателями — пределом огнестойкости строительных конструкций и степенью огнестойкости зданий и сооружений.

Предел огнестойкости строительной конструкции устанавливают экспериментальным путем, и он определяется временем в часах от начала ее испытания на огнестойкость до появления одного из следующих признаков:

- сквозные трещины или отверстия, через которые нагретые продукты горения или пламя могут проникать через конструкцию и распространяться в смежные помещения;
- повышение температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем более чем на 140°С или в любой точке этой поверхности до температуры 180°С и более по сравнению с температурой до испытания;
- повышение температуры на необогреваемой поверхности конструкции выше 200 °С независимо от ее температуры до испытания;
- потеря конструкцией несущей способности (обрушение).

Важное практическое значение этого показателя заключается также в том, что он позволяет при планировании эвакуации работающих при возникновении пожара, а также во время его тушения предусмотреть соответствующие меры обеспечения безопасности.

Степень огнестойкости промышленных зданий и сооружений определяется в зависимости от группы возгораемости и предела огнестойкости основных строительных конструкций (несущие стены, колонны, стены лестничных клеток, плиты настила, конструкции перекрытий и т.п.), а также скорости распространения огня по ним.

Здания и сооружения по огнестойкости подразделяются на 5 степеней (СП 22.13330.2016).

Необходимая огнестойкость зданий и сооружений при их проектировании определяется исходя из категории пожарной опасности размещаемых в них производств, их этажности и площади между противопожарными стенами на этажах в соответствии со СП 56.13330.2011.

Строительство зданий с категориями производств А в Б допускается только I и II степени огнестойкости и не выше 6 этажей. Для зданий с категориями производств В, Г и Д при I и II степенях огнестойкости число и площадь этажей не ограничиваются. Здания пищевых предприятий, как правило, проектируются не ниже II степени огнестойкости.

Таблица степени огнестойкости зданий и сооружений

Степень огнестойкости зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков	Предел огнестойкости строительных конструкций						
	Несущие стены, колонны и другие несущие элементы	Наружные Ненесущие стены	Перекрытия Междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Строительные конструкции бесчердачных покрытий		Строительные конструкции лестничных клеток	
				настилы (в том числе с утеплителем)	фермы, балки, прогоны	внутренние стены	марши и площадки лестниц
I	R 120	E 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется

Примечание. Порядок отнесения строительных конструкций к несущим элементам здания, сооружения и строения устанавливается нормативными документами по пожарной безопасности.

Группы возгораемости строительных материалов и конструкций		
Группа возгораемости	Характеристики по возгораемости	
	материалов	конструкций
Несгораемые	Под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не обугливаются	Выполненные из несгораемых материалов
Трудногораемые	Под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются, обугливаются и продолжают гореть только при наличии источника огня, а после удаления источника огня горение прекращается	Выполненные из трудногораемых материалов, а также из сгораемых материалов, защищенных от огня и высоких температур несгораемыми материалами
Сгораемые	Под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются и продолжают гореть после удаления источника огня	Выполненные из сгораемых материалов и не защищенных от огня или высоких температур

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ВЗРЫВОВ И УМЕНЬШЕНИЮ ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ

Мероприятия по предупреждению взрывов и уменьшению их последствий связаны с исследованием возможности снижения пожарной опасности помещения.

Ограничением объемов хранения. Определяется максимальный объем сосуда (аппарата) с жидкостью в рассматриваемом помещении, при котором избыточное давление взрыва не превышает 5 кПа. Возможность снижения избыточного давления взрыва до 5 кПа уменьшением объема аппарата до найденного значения подтвердить проверочным расчетом избыточного давления взрыва.

Ограничением площади разлива жидкости. Определяется максимальная площадь и высота обвалования вокруг аппарата, в рассматриваемом помещении, которых развивается избыточное давление взрыва не более 5 кПа. При определении высоты обвалования, учесть, что фактическая высота должна быть не менее чем на 0,2 м больше расчетной. Возможность снижения избыточного давления взрыва до 5 кПа уменьшением площади разлива до найденного значения подтвердить проверочным расчетом избыточного давления взрыва.

Устройством аварийной вытяжной вентиляции в помещении. Определить кратность аварийной вентиляции в помещении, при которой избыточное давление взрыва не превышает 5 кПа. Возможность снижения избыточного давления взрыва до 5 кПа устройством аварийной вентиляции подтвердить проверочным расчетом избыточного давления взрыва. Учесть, что при работе аварийной вентиляции скорость воздушных потоков в помещении может увеличиться, что приведет к увеличению интенсивности испарения.

Также к мероприятиям можно отнести нижеперечисленное:

1. Применение предохранительных конструкций.
2. Установка сигнализации о накоплении взрывоопасной концентрации газов и паров.
3. Исключение источников воспламенения. Для этого крайне важно ограничить нагрев оборудования и трубопроводов до t -ры не превышающей 80% от минимальной t -ры самовоспламенения обращающихся горючих веществ. Применять материалы, не создающих при соударении искр, способных инициировать воспламенение взрывоопасных средств. Устранять опасные тепловые проявления химических реакций и меха-

нических воздействий. Не допускать накоплений в воздуховодах вентиляционных систем самовоспламеняющихся отложений.

4. Вентиляция помещений.

5. Введение флегматизаторов и ингибиторов, которые сужают область воспламенения горючих смесей. Введение флегматизаторов приводит к снижению t -ры реакционной смеси из-за их высокой теплоемкости. Ингибиторы активно взаимодействуют с центрами цепной реакции и переводят их в устойчивое соединение, обрывая тем самым цепь.

6. Устройство огнепреградителей (защитные устройства на трубопроводах, которые свободно пропускают поток жидкости или газа через твердую огнепреградительную насадку, но задерживают пламя, гася его.) принцип действия огнепреградителей основан на тушении пламени в узких каналах в результате потери тепла из зоны реакции к стенкам каналов.

7. Взрыводавление. В химической промышленности широко используют пассивные и активные средства взрывозащиты. К пассивным средствам взрывозащиты относятся предохранительные мембраны и клапаны.

Предохранительные мембраны работают по принципу сброса давления при его повышении сверх установленных пределов. Они представляют из себя специально ослабленную часть защищаемого аппарата и срабатывают при рассчитанном давлении. Предохранительные мембраны изготавливают из тонколистового проката пластичных металлов (Al, Ni и т.д.).

Предохранительный клапан представляет собой устройство автоматического действия предназначенного для выпуска из емкостей и трубопровода излишнего количества газов, пара или жидкости при повышении давления сверх установленных пределов.

Активные средства взрывозащиты срабатывают в момент возникновения взрыва по сигналу индикатора. Они локализуют и подавляют взрыв до достижения им разрушительной силы. Применяют следующие способы взрывозащиты:

- подавление взрыва при его зарождении путем введения в очаг взрыва очищенного вещества
- создание инертной зоны в трубопроводах и соседних аппаратах для предотвращения распространения пламени
- блокирование аппарата, в котором произошел взрыв, с помощью отсекающих устройств
- автоматическое прекращение работы оборудования

8. Использование технологических приемов, а именно выбор безопасных концентрационных и t -ных режимов.

9. Соблюдение правил хранения горючих газов, ЛВЖ и ГЖ.

Минимальные пределы огнестойкости и группы возгораемости основных строительных конструкций СНиП 2.01.02-85

Степень огнестойкости здания	Минимальные пределы огнестойкости строительных конструкций, ч (сверху) и максимальные пределы распространения огня по ним, см (снизу)								
	Стены				Колонны	Лестничные площадки, ступени, балки и марши лестничных клеток	Плиты настила (в том числе с утеплением) и др. конструкции перекрытий	Элементы покрытий	
	несущие и лестничных клеток	самонесущие	наружные несущие (в том числе с навесными панелями)	внутренние несущие (перегородки)				плиты, настилы (в том числе с утеплителем), прогоны	балки, арки, рамы, фермы
I	2,5	1,25	0,5	0,5	2,5	1	1	0,5	0,5
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	2	1	0,25	0,25	2	1	0,75	0,25	0,25
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	2	1	0,5 ; 0,5	0,25	2	1	0,75	н.н.	0,25
	0	0	0 ; 40	40	0	0	25	н.н.	0
III а	1	0,5	0,25	0,25	0,25	1	0,25	0,25	0,25
	0	0	40	40	0	0	0	25	0
III б	1	0,5	0,25 ; 0,5	0,25	1	0,75	0,75	0,25 ; 0,5	0,75
	40	40	0 ; 40	40	40	0	25	0 ; 25(40)	25(40)
IV	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	н.н.	н.н.
	40	40	40	40	40	25	25	н.н.	н.н.
IV б	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	40	40	н.н.	40	0	0	0	н.н.	0
V	Не нормируются								

ТЕМА ЛЕКЦИИ № 5: «ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Вопросы лекции:

1. Основы обеспечения пожарной безопасности технологических процессов.
2. Взрывопредупреждение, взрывозащита, предотвращение пожаров и пожарная защита.
3. Классификация огнетушителей. Выбор типа огнетушителей. Размещение огнетушителей. Требования безопасности.
4. Нормы оснащения производственных помещений огнетушителями.
5. Классификация пожарных извещателей.

ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В ГОСТ Р 12.3.047-2012 установлены общие требования пожарной безопасности к технологическим процессам различного назначения для всех отраслей экономики страны и предприятий любых форм собственности на стадии проектирования, строительства и реконструкции при вводе, эксплуатации и прекращении эксплуатации, разработке и изменении норм технологического проектирования и других нормативных документов, регулирующих мероприятия по обеспечению пожарной безопасности производственных объектов, при разработке технологии проекта и технологического регламента.

Пожарная опасность технологических процессов определяется на основе изучения:

- технологического регламента;
- технологической схемы;
- показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов;
- конструктивных особенностей оборудования; схемы расположения опасного оборудования.

После проведения анализа документации разрабатывают систему мер по предотвращению пожара и противопожарной защите технологических процессов в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Требования по обеспечению пожарной безопасности системы предотвращения пожара

Для предотвращения пожара следует предусмотреть меры по исключению образования горючей среды и источников воспламенения.

Предотвращение образования горючей среды можно обеспечить за счёт:

- применения негорючих и трудногорючих материалов;
- ограничения массы или объёма горючих материалов;
- изоляции горючей среды;
- поддержания безопасной концентрации среды;
- поддержания концентрации флегматизатора в паровоздушной среде защищаемого объекта;
- поддержания температуры и давления среды, исключающие распространение пламени;
- максимальной механизации и автоматизации технологических процессов;
- установки пожароопасного оборудования в изолированных помещениях; применения устройств защиты оборудования от повреждений и аварий.

Предотвращение образования в горючей среде источников воспламенения осуществляется благодаря применению:

- машин, механизмов, оборудования и устройств, при эксплуатации которых не образуются источников воспламенения;
- электрооборудования соответствующего пожароопасной и взрывоопасной зонам, группе и категории в соответствии с требованиями Правил устройств электроустановок;
- быстродействующих средств защитного отключения;
- технологического процесса и оборудования, удовлетворяющего требованиям электростатической искробезопасности;
- устройства молниезащиты зданий, сооружений и оборудования; поддержания температуры нагрева поверхности машин составляющей 80 % от минимальной температуры самовоспламенения горючего материала;
- применение неискрящих инструментов;
- ликвидация условий возникновения теплового, химического микробиологического самовозгорания;
- устранения контакта с воздухом пиррофорных соединений; устройства аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов;
- устройство на технологическом оборудовании систем противовзрывной защиты;
- проведение периодической очистки от горючих отходов и отложений пыли;
- замена ЛВЖ и ГЖ на пожаробезопасные технические моющие средства.

Требования к обеспечению пожарной безопасности системы противопожарной защиты

Противопожарная защита может быть обеспечена за счёт применения:

- средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники;
- автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения; основных строительных материалов с нормированными показателями
- пожарной опасности;
- технических средств оповещающих о пожаре и способствующих эвакуации людей;
- средств противодымной защиты. Ограничение распространения пожара за пределы очага может быть достигнуто благодаря:
- устройству противопожарных преград;
- устройству аварийного отключения аппаратов и установок; применение средств, ограничивающих разлив и растекание жидкостей
- при пожаре;
- применение огнепреграждающих устройств.

Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Для обеспечения пожарной безопасности должны быть проведены следующие организационно-технические мероприятия:

- организация пожарной охраны и ведомственных служб пожарной безопасности в соответствии с действующим законодательством;
- паспортизация веществ, материалов, изделий, технологических процессов, зданий и сооружений с целью обеспечения их пожарной безопасности;
- привлечение общественности к вопросам обеспечения пожарной безопасности;
- организация обучения персонала правилам пожарной безопасности;
- разработка и реализация норм и правил пожарной безопасности; изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению
- пожарной безопасности;
- установление порядка хранения веществ и материалов в соответствии с их физико-химическими и пожароопасными свойствами;
- нормирование численности людей на объекте по условиям безопасности при пожаре;
- разработка плана действия администрации, рабочих и служащих, а также населения в случае возникновения пожара и организация эвакуации людей;
- установление основных видов и количество пожарной техники в соответствии с требованиями размещения и обслуживания.

ВЗРЫВОПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ, ВЗРЫВОЗАЩИТА, ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОЖАРОВ И ПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

Технические мероприятия по предупреждению взрывов и пожаров и защите персонала и материальных ценностей от опасных и вредных факторов взрыва и пожара довольно разнообразны и специфичны для разных технологических процессов, поэтому следует ограничиться только их классификацией в соответствии с ГОСТ 12.1.010–76 и Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности.

В практике разработки мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности производства нашла распространение простая систематизация мероприятий технического характера на три группы:

- 1) предотвращение образования взрывоопасной среды;
- 2) исключение возникновения источников воспламенения;
- 3) локализация взрывов. Согласно ГОСТ 12.1.010–76, первые две группы мероприятий относятся к взрывопредупреждению, третья – к взрывозащите. Мероприятия первой группы наиболее эффективно обеспечивают взрывобезопасность. Однако в ряде технологических процессов (например, при пересыпании горючих порошков) взрывоопасная среда образуется при нормальном течении процесса или может возникнуть в результате аварий. В этом случае необходимо исключение источников, способных вызвать воспламенение взрывоопасных смесей. Если же существует вероятность возникновения аварий, сопровождающихся одновременным образованием взрывоопасной среды и источников воспламенения, предусматриваются ограничение распространения взрыва, уменьшение массы материала, вовлекаемого во взрыв, и снижение разрушительных последствий взрыва.

Согласно Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности взрывом называется быстрое химическое превращение среды, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов. Взрывоопасная смесь – это смесь воздуха или окислителя с горючими газами, парами ЛВЖ, горючими пылями или волокнами, которая при определенной концентрации и возникновении источника инициирования взрыва способна взорваться. При этом источниками инициирования взрыва могут быть горящие и нагретые тела, электрические разряды, тепловые проявления химических реакций и механических воздействий, искры от удара и трения, ударные волны, солнечная радиация, электромагнитные и другие излучения.

Системы предотвращения образования взрывоопасной среды в воздухе помещений должны предупреждать превышение безопасных концентраций горючих материалов, установленных на основании определения нижнего концентрационного предела распространения пламени с учетом коэффициентов безопасности. Это достигается контролем состава среды, применением герметичного оборудования (или расположением его в герметичных камерах), применением рабочей и аварийной вентиляции, отводом взрывоопасной среды.

При осуществлении указанных мероприятий используются блокировки разных типов (например, сигнал с газоанализатора, контролирующего состав среды, передается на устройства, обеспечивающие включение световой и звуковой сигнализаций и автоматическое включение аварийной вентиляции). Производственное оборудование и трубопроводы испытываются на герметичность при нормированном давлении воздуха или инертного газа. Помимо механической вентиляции предусматриваются специальные устройства для отвода взрывоопасной среды (например, свечи для отвода водорода из верхних зон помещения, где возможно его скопление). Предусматривается размещение мест отбора проб для газового анализа в наиболее опасных зонах выделения взрывоопасных материалов или их скопления в воздухе помещения.

Взрывобезопасные составы среды внутри технологического оборудования устанавливаются нормативно-технологической документацией на каждый конкретный технологический процесс.

Предотвращение образования взрывоопасной среды внутри оборудования обеспечивается герметизацией, поддержанием состава среды вне области воспламенения, применением ингибирующих (химически активных) и флегматизирующих (инертных) добавок, выбором скоростных режимов движения среды. Для исключения подсоса воздуха в оборудование помимо герметизации создают повышенное давление в самом оборудовании или герметичных камерах, в которых оно заключено, если в них создается защитная атмосфера. Перед пуском в оборудование горючих газов или разгерметизацией оборудования предусматривается его продувка инертным газом. В оборудовании, работающем в токе горючих газов (например, в случае печей водородного восстановления порошковых материалов), предусматривается дожигание отходящих газов. Поддержание среды вне области воспламенения контролируется специальными приборами; предусматривается блокировка работы оборудования при выходе состава среды за пределы допустимых концентраций горючего или окислителя.

Широко распространено использование флегматизирующих газов для создания взрывобезопасных и защитных сред. Для флегматизации горючих газов или создания защитных атмосфер в емкостях с ЛВЖ чаще всего используют азот и диоксид углерода. Их концентрация поддерживается выше точки флегматизации с учетом коэффициента безопасности. При выборе состава защитных атмосфер в технологических процессах, связанных с приготовлением или переработкой порошков металлов и сплавов, следует учитывать, что некоторые из них способны гореть в азоте и диоксиде углерода, в этом случае применяются аргон или гелий. Как правило, при разработке состава защитных атмосфер в оборудовании, в котором обращаются порошки металлов, предусматривают наличие в среде небольших взрывобезопасных концентраций кислорода, чтобы обеспечить образование защитных пленок на поверхностях, образующихся при измельчении частиц, и предотвратить самовоспламенение материала при выгрузке из оборудования.

Предотвращение образования источника воспламенения обеспечивается регламентацией огневых работ, ограничением нагрева оборудования и мощности излучения, применением материалов, не создающих при ударе искр, средств защиты от атмосферного и статического электричества, быстродействующих средств защитного отключения возможных источников инициирования взрыва, устранением опасных тепловых проявлений химических реакций и механических воздействий.

Применение безискровых материалов необходимо не только для покрытия поверхностей оборудования и движущихся его элементов, но и инструмента и крепежных деталей. Следует учитывать, что некоторые кусковые материалы, при измельчении которых образуется взрывоопасный порошок, являются источниками искрения (например, кремнийсодержащие сплавы); при работе с ними обязательно создание защитной газовой среды.

В последние годы увеличилось число случаев инициирования загораний и взрывов в результате разрядов статического электричества, что связано с расширением производства и транспортировки материалов с высоким удельным сопротивлением. Отмечены случаи воспламенения по этой причине масла и смазочных материалов, аэрозвесей в пневмопроводах пылевидных материалов. В результате трения материалов с ограниченной электропроводностью могут накапливаться заряды статического электричества с потенциалом в несколько сотен киловольт (пробивная напряженность для воздуха составляет 30 кВ/см).

Требования к взрывозащите устанавливаются в нормативно-технической документации на конкретные технологические процессы и при проектировании оборудования. Взрывозащита обеспечивается установлением минимально необходимых количеств взрывоопасных веществ, применяемых в данном технологическом процессе, обваловкой или бункеровкой взрывоопасных участков производства или размещением их в защитных кабинах, применением огнепреградителей, гидрозатворов, водяных или сланцевых завес, применением оборудования, рассчитанного на давление взрыва, защитой аппаратов от разрушения при взрыве с помощью устройств аварийного сброса давления (предохранительных мембран и клапанов), применением

быстродействующих отсечных и обратных клапанов, систем активного подавления взрыва.

Наиболее распространенным методом взрывозащиты оборудования являются взрыворазрядительные проемы в корпусе оборудования, закрываемые разрушающимися мембранами. Площадь проема и толщину мембраны рассчитывают в зависимости от механических характеристик используемого для ее изготовления материала. Одним из основных параметров, применяемых при расчете, является скорость нарастания давления в оборудовании.

Активное подавление взрывов достигается использованием специальных быстродействующих систем, включающих датчики, регистрирующие возникновение взрывного процесса, средства транспортирования флегматизирующих материалов к месту взрыва и сами эти материалы (газообразные, твердые или жидкие). Подают флегматизатор обычно посредством пневматического или взрывного импульса. Для активного подавления горения и взрыва могут быть использованы вещества, подавляющие цепные реакции (способствующие выводу из зоны реакции радикалов или связывания их в менее подвижные соединения), например галоидоорганические соединения: хлорид или бромид метила, трихлорметан, дибромтетрафторэтан и др., подавляющие горение при невысоких концентрациях.

Для каждого процесса обычно используется целая группа организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение взрывобезопасности. Для обеспечения максимальной безопасности технологического процесса указанные мероприятия должны использоваться совместно и в соответствующем сочетании, поэтому перспективно использование методов системного анализа для выявления стадий технологического процесса, нуждающихся в применении средств взрывопредупреждения и взрывозащиты, и разработки схемы взаимосвязанных мероприятий по обеспечению взрывобезопасности.

Система мер по предотвращению пожара, так же как и система взрывопредупреждения, включает способы предотвращения образования горючей среды и источников зажигания, что обеспечивается в основном теми же мероприятиями, которые разрабатываются для предотвращения взрывов. Значительное внимание уделяется изоляции горючей среды с помощью обособленных отсеков, камер, кабин, а также ограничению массы горючих веществ и материалов путем устройства аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры, периодической очистки помещений и аппаратуры от горючих отходов производства, замены ЛВЖ и ГЖ на пожаробезопасные смазывающие и моющие средства.

Противопожарная защита достигается одним из следующих способов или их комбинацией: применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники, основных строительных материалов с нормативными показателями, автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения, пропитки конструкций объектов антипиренами и нанесением огнезащитных красок, устройствами, обеспечивающими ограничение распространения пожара, организацией с помощью технических средств, включая автоматические, своевременного оповещения и эвакуации людей, применением средств коллективной и индивидуальной защиты от опасных факторов пожара, применением средств противодымной защиты.

Мероприятия по предотвращению пожаров и пожарной защите разрабатывают на стадии проектирования промышленных мероприятий. Вопросы пожарной профилактики, организационные и организационно-технические решения, обеспечение и обслуживание пожарной техники находятся в ведении пожарно-технических комиссий предприятий, служб пожарной охраны МЧС России и контролируются органами пожарного надзора.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОГнетушителей. ВЫБОР ТИПА ОГнетушителей. РАЗМЕЩЕНИЕ ОГнетушителей. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Огнетушащие вещества

В качестве зарядов в огнетушителях используются следующие огнетушащие вещества:

- вода и водные растворы химических веществ;
- пена;
- огнетушащие порошковые составы;
- аэрозольные составы;
- газовые составы:
- двуокись углерода;
- галогенсодержащие углеводороды (хладоны).

Вода - наиболее распространенное средство тушения пожаров, что обусловлено ее доступностью, низкой стоимостью, высокой теплоемкостью и высокой скрытой теплотой парообразования. Однако вода обладает достаточно высокой температурой замерзания, низкой теплопроводностью, высоким коэффициентом поверхностного натяжения (что препятствует ее быстрому растеканию по поверхности горящих твердых материалов, проникновению в глубь и их смачиванию) и т.д. Поэтому вода чаще применяется в виде растворов с различными добавками, которые придают ей особые свойства.

Другим эффективным и не менее распространенным, чем вода огнетушащим средством является пена. Она применяется для тушения пожаров различных веществ, так как может одновременно оказывать как изолирующее, так и охлаждающее воздействие. Охлаждающее действие пены позволяет во многих случаях исключить повторное самовоспламенение горючей жидкости после разрушения слоя пены.

Однако не все пены могут быть использованы для тушения пожаров. Бесполезно, например, тушить горящую жидкость мыльной пеной, т.к. она мгновенно разрушается в очаге пожара. Пены, применяемые для этих целей, должны обладать высокой структурно-механической прочностью, чтобы за время, необходимое для ее накопления и тушения пожара, сохраниться на поверхности горючей жидкости. Поэтому помимо поверхностно-активных веществ, которые собственно участвуют в создании пены, в рецептуру пенообразователя обязательно вводят стабилизаторы.

Кроме пены, для тушения пожаров также применяется и воздушная эмульсия. Она, в отличие от пены, представляет собой систему, состоящих из отдельных пузырьков воздуха, не связанных единым каркасом и свободно распределенных в жидкости. Такая эмульсия образуется при ударе распыленного жидкостного заряда огнетушителя о поверхность горящего вещества.

Пена в огнетушителях может быть получена химическим или механическим способом.

В огнетушителях химическую пену получали при взаимодействии кислотного раствора и раствора бикарбоната натрия, например:

Выделяющаяся в результате химической реакции двуокись углерода образует газовые пузырьки в пене. Но так как химическая пена обладает рядом весьма существенных недостатков, она уходит в историю и ее место занимает воздушно-механическая пена или воздушная эмульсия.

Воздушно-механическая пена получается в результате взаимодействия (смешения) распыленной струи водного раствора заряда огнетушителя на основе пенообразователя с потоком воздуха или другого газа в пенном стволе или на сетке пеногенератора.

Пенообразователи по совокупности показателей назначения подразделяются на ряд типов и классов.

Другим огнетушащим веществом, которое находит все более широкое применение за счет своей универсальности, являются огнетушащие порошковые составы, представляющие собой мелкодисперсные минеральные соли, которые обработаны специальными добавками для придания им текучести и снижения способности к смачиванию и поглощению воды.

В зависимости от назначения порошковые составы делятся на порошки общего назначения, которые могут тушить пожары твердых углеродсодержащих и жидких горючих веществ, горючих газов и электрооборудования под напряжением до 1000 В, и порошки специального назначения. Порошки специального назначения применяют для тушения металлов, металлоорганических соединений, гидридов металлов или других веществ, обладающих уникальными свойствами.

В последнее время находят все более широкое применение аэрозольные огнетушащие составы. В качестве источника для получения этих огнетушащих составов используются специальные аэрозолеобразующие твердотопливные или пиротехнические композиции, способные к горению без доступа воздуха. Аэрозольные огнетушащие составы образуются непосредственно в момент тушения при горении таких композиций. Высокая огнетушащая эффективность аэрозольных составов, но только при объемном способе тушения, обусловлена достаточно длительным временем сохранения аэрозольного облака над очагом горения и поддержанием первоначальной огнетушащей концентрации, а также высокой проникающей способностью.

Наиболее "чистыми" огнетушащими веществами являются газовые составы. В качестве зарядов в газовых огнетушителях используют двуокись углерода и хладоны.

Двуокись углерода (углекислота) при температуре 20 °С и давлении 760 мм. рт. ст. представляет собой бесцветный газ с кисловатым вкусом и слабым запахом, он в 1,5 раза тяжелее воздуха. Являясь инертным газом, двуокись углерода не поддерживает горения, при введении ее в область пламенного горения в количестве порядка 30 % об., и понижении объемного содержания кислорода до 12 - 15 % об., пламя гаснет, а при снижении концентрации кислорода в воздухе до 8 % об., прекращаются и процессы тления. При переходе жидкой двуокиси углерода (которая именно в таком виде находится в огнетушителе) в газ ее объем увеличивается в 400 - 500 раз, этот процесс идет с большим поглощением тепла. Углекислота применяется или в газообразном виде, или в снегообразном состоянии. Она не загрязняет и почти не действует на сам объект тушения; обладает хорошими диэлектрическими свойствами, достаточно высокой проникающей способностью; не изменяет своих свойств в процессе хранения.

Наибольший эффект достигается при тушении двуокисью углерода пожаров в замкнутых объемах.

Из недостатков, которыми обладает двуокись углерода необходимо отметить следующие: охлаждение металлических деталей огнетушителя до температуры порядка минус 60° С, на пластмассовом раструбе накапливаются значительные заряды статического электричества (до нескольких тысяч вольт), при ее применении снижается содержание кислорода в атмосфере помещения и др.

Среди галогенсодержащих углеводородов до недавнего времени для тушения пожаров различных веществ широко применялись хладон 114B2 (зарубежная марка - галон 2402), хладон 12B1 (галон 1211) и хладон 13B1 (галон 1301).

Принцип действия хладонов основан на прерывании (ингибировании) окислительно-восстановительных реакций в пламени и на снижении содержания кислорода в газовой среде. Хладоны, обладая высокой огнетушащей способностью почти ко всем видам горючих веществ, в тоже время имеют достаточно выраженное наркотическое действие и отрицательно воздействуют на окружающую среду. Пары бромхлорсодержащих хладонов, поднимаясь на большую высоту, взаимодействуют с озоном и снижают его концентрацию в атмосфере, нарушая ее защитные свойства. Поэтому Монреальским протоколом и другими международными соглашениями производство данных хладонов было серьезно ограничено и в дальнейшем будет свернуто, а их широкое применение - запрещено.

Взамен перечисленных хладонов были разработаны и испытаны рецептуры озонобезопасных хладонов.

Новые марки хладонов в основном применяют для оснащения стационарных автоматических систем пожаротушения, т.к. они имеют более низкую огнетушащую способность, поэтому они пока не нашли применения в качестве заряда для огнетушителей.

Классификация огнетушителей

Огнетушитель - это устройство для ликвидации (тушения) очага возгорания огнетушащими средствами. Приводится в действие ручным способом.

Огнетушители по ряду признаков могут быть классифицированы на следующие виды:

В зависимости от полной массы и возможности транспортирования огнетушители делятся на:

- переносные (общей массой до 20 кг включительно);
- передвижные (массой более 20 кг), последние могут иметь одну или несколько емкостей с огнетушащим веществом, смонтированных на тележке;
- стационарные, представляющие собой стационарно установленную емкость с огнетушащим веществом и одного или нескольких шлангов с насадками, по которым оно может быть подано на очаг горения оператором.

Переносные огнетушители могут быть:

- ручными (во время работы такие огнетушители находятся в руках оператора);
- ранцевыми (во время работы огнетушители находятся на спине оператора);
- забрасываемыми (перед началом работы такие огнетушители забрасываются оператором в очаг пожара).

Ранцевые огнетушители в основном применяются для тушения лесных пожаров или пожаров специальных объектов (например, энергетических), а забрасываемые - для тушения пожаров в помещениях на специальных объектах.

Огнетушители, в зависимости от применяемого огнетушащего вещества, подразделяют на следующие виды:

а) водные (ОВ):

- с распыленной струей - средний диаметр капель спектра распыления воды более 150 мкм (могут тушить только очаги пожара класса А);
- с тонкораспыленной струей - средний диаметр капель спектра распыления воды 150 мкм и менее (могут тушить как очаги пожара класса А, так и класса В);

б) воздушно-эмульсионные (ОВЭ)

- с зарядом на основе фторсодержащего пенообразователя (применяется для тушения пожаров классов А и В);

в) воздушно-пенные (ОВП), в том числе:

- с зарядом на основе углеводородного пенообразователя;
- с зарядом на основе фторсодержащего пенообразователя, которые в зависимости от кратности образуемого ими потока воздушно-механической пены подразделяют на:
 - огнетушители с генератором (стволом) пены низкой кратности - значение кратности пены от 5 до 20;
 - огнетушители с генератором пены средней кратности - значение кратности пены свыше 20 и до 200 включительно;

г) порошковые (ОП):

- с порошком общего назначения, которыми можно тушить очаги пожаров классов А, В, С, Е;
- с порошком общего назначения, которыми можно тушить очаги пожаров классов В, С, Е;
- с порошком специального назначения, которыми можно тушить очаги пожара класса В (иногда и очаги пожаров других классов);

д) газовые, в том числе:

- углекислотные (ОУ);

- хладоновые (ОХ);

е) комбинированные

(в разных емкостях одного огнетушителя заряжены огнетушащие вещества различных видов, например, пенный заряд и порошковый состав).

Обозначение переносных огнетушителей с 1 июля 2002 года (в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51057) осуществляется в зависимости от массы или объема (для жидкостных огнетушителей) заряженного в них огнетушащего вещества. Масса или объем огнетушащего вещества представлены, соответственно, в килограммах или в литрах и выражены целым числом.

В зависимости от вида заряженного огнетушащего вещества огнетушители подразделяют по классам пожаров, для тушения которых они предназначены:

А - горение твердых веществ;

В - горение жидких веществ;

С - горение газообразных веществ;

О - горение металлов или металлоорганических веществ (огнетушители специального назначения);

Е - пожары электрооборудования, находящегося под напряжением.

Также имеется классификация огнетушителей по ряду других параметров.

Кроме того, огнетушители подразделяются на перезаряжаемые (или ремонтируемые) и на не перезаряжаемые (огнетушители разового использования).

Выбор типа огнетушителей

Огнетушители различаются и по объему заряда огнетушащего вещества. Так, ОП-2(з) – порошковый огнетушитель с объемом заряда 2 л имеет массу 4,5 кг, а ОУ-5 – углекислотный с объемом заряда 5 л весит 13,5 кг. Есть и передвижные огнетушители объемом 100 л и массой до 240 кг, применяемые в больших производственных и складских помещениях и на АЗС.

Количество, тип и ранг огнетушителей, необходимых для защиты конкретного объекта, устанавливают исходя из величины пожарной нагрузки, физико-химических и пожароопасных свойств обрабатываемых горючих материалов (категории защищаемого помещения, определяемой по НПБ 105-95), характера возможного их взаимодействия с ОТВ и размеров защищаемого объекта.

Уже давно ушли в прошлое старые химическо-пенные огнетушители. Их сменили порошковые (ОП) и углекислотные (УО), которые отличаются высокой способностью к тушению огня и эстетичным внешним видом, что позволяет размещать огнетушители в любом помещении, и они не испортят вам интерьер.

Новое поколение огнетушителей используется для тушения электроустановок под напряжением до 1000 Вт и работает в диапазоне температур от – 400 до + 500 С. Обслуживать такие огнетушители необходимо один раз в 5 лет.

В зависимости от заряда порошковые огнетушители применяют для тушения пожаров классов АВСЕ, ВСЕ или класса Д.

Для тушения пожаров класса Д огнетушители должны быть заряжены специальным порошком, который рекомендован для тушения данного горючего вещества, и оснащены специальным успокоителем для снижения скорости и кинетической энергии порошковой струи. Параметры и количество огнетушителей определяют исходя из специфики обрабатываемых пожароопасных материалов, дисперсности частиц и возможной площади пожара.

При тушении пожара порошковыми огнетушителями необходимо применять дополнительные меры по охлаждению нагретых элементов оборудования или строительных конструкций.

Не следует использовать порошковые огнетушители для защиты оборудования, которое может выйти из строя при попадании порошка (электронно-вычислительные машины, электронное оборудование, электрические машины коллекторного типа).

Необходимо строго соблюдать рекомендованный режим хранения и периодически проверять эксплуатационные параметры порошкового заряда (влажность, текучесть, дисперсность).

В жилых зданиях, офисах, архивах и помещениях, где расположены компьютеры, оргтехника и другое ценное оборудование, стоит использовать углекислотные огнетушители. Они отличаются более чистым действием при использовании, так как огнетушащее вещество (углекислота) после тушения испаряется, не оставляя следов.

Запрещается применять углекислотные огнетушители для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением выше 10 кВ.

Углекислотные огнетушители с диффузором, создающим струю ОТВ в виде снежных хлопьев, как правило, применяют для тушения пожаров класса А.

Углекислотные огнетушители с диффузором, создающим поток ОТВ в виде газовой струи, следует применять для тушения пожаров класса Е.

Хладоновые огнетушители должны применяться в тех случаях, когда для эффективного тушения пожара необходимы огнетушащие составы, не повреждающие защищаемое оборудование и объекты (вычислительные центры, радиоэлектронная аппаратура, музейные экспонаты, архивы и т. д.).

Воздушно-пенные огнетушители применяют для тушения пожаров класса А (как правило, со стволом пены низкой кратности) и пожаров класса В.

Воздушно-пенные огнетушители не должны применяться для тушения пожаров оборудования, находящегося под электрическим напряжением, для тушения сильно нагретых или расплавленных веществ, а также веществ, вступающих с водой в химическую реакцию, которая сопровождается интенсивным выделением тепла и разбрызгиванием горячего.

Химические пенные огнетушители и огнетушители, приводимые в действие путем их переворачивания, запрещается вводить в эксплуатацию. Они должны быть исключены из инструкций и рекомендаций по пожарной безопасности и заменены более эффективными огнетушителями, тип которых определяют в зависимости от возможного класса пожара (табл. 1) и с учетом особенностей защищаемого объекта.

Водные огнетушители следует применять для тушения пожаров класса А.

Запрещается применять водные огнетушители для ликвидации пожаров оборудования, находящегося под электрическим напряжением, для тушения сильно нагретых или расплавленных веществ, а также веществ, вступающих с водой в химическую реакцию, которая сопровождается интенсивным выделением тепла и разбрызгиванием горячего.

При возможности возникновения на защищаемом объекте значительного очага пожара (предполагаемый пролив горючей жидкости может произойти на площади более 1 м²) необходимо использовать передвижные огнетушители.

Допускается помещения, оборудованные автоматическими установками пожаротушения, обеспечивать огнетушителями на 50 % исходя из их расчетного количества.

Не допускается на объектах безыскровой и слабой электризации применять порошковые и углекислотные огнетушители с раструбами из диэлектрических материалов (ГОСТ 12.2.037).

Размещение огнетушителей

Огнетушители следует размещать на защищаемом объекте так, чтобы они сами были защищены от воздействия прямых солнечных лучей, тепловых потоков, механических воздействий и других неблагоприятных факторов (вибрация, агрессивная среда, повышенная влажность и т. д.). Огнетушители должны быть хорошо видны и легкодоступны в случае пожара. Лучше, если они будут размещены вблизи мест наиболее вероятного возникновения пожара, вдоль путей прохода, а также - около выхода из помещения. Огнетушители не должны препятствовать эвакуации людей во время пожара.

Для размещения первичных средств пожаротушения в производственных и складских помещениях, а также на территории защищаемых объектов должны оборудоваться пожарные щиты (пункты).

В помещениях, насыщенных производственным или другим оборудованием, заслоняющим огнетушители, должны быть установлены указатели их местоположения. Указатели должны быть выполнены по ГОСТ 12.4.026 и располагаться на видных местах на высоте 2,0 - 2,5 м от уровня пола, с учетом условий их видимости [ГОСТ 12.4.009; 4].

Расстояние от возможного очага пожара до ближайшего огнетушителя определяется требованиями правил [2], оно не должно превышать 20 м для общественных зданий и сооружений; 30 м – для помещений категорий А, Б и В; 40 м - для помещений категорий В и Г; 70 м - для помещений категории Д.

Рекомендуется переносные огнетушители устанавливать на подвесных кронштейнах или в специальных шкафах. Огнетушители должны располагаться так, чтобы основные надписи и пиктограммы, показывающие порядок приведения их в действие, были хорошо видны и обращены наружу или в сторону наиболее вероятного подхода к ним.

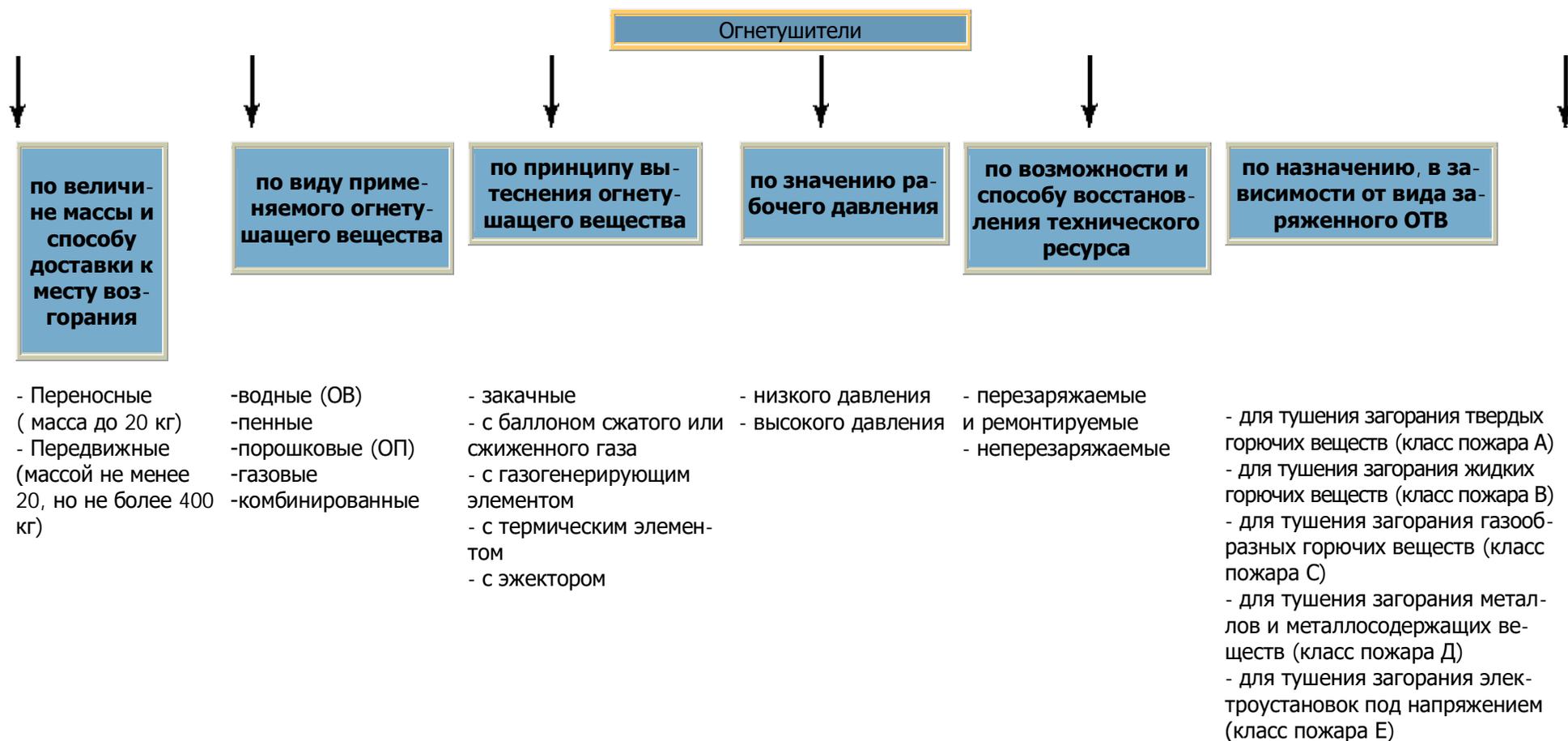
Запорно-пусковое устройство огнетушителей и дверцы шкафа (в случае их размещения в шкафу) должны быть опломбированы.

Огнетушители, имеющие полную массу менее 15 кг, должны быть установлены таким образом, чтобы их верх располагался на высоте не более 1,5 м от пола; переносные огнетушители, имеющие полную массу 15 кг и более, должны устанавливаться так, чтобы верх огнетушителя располагался на высоте не более 1,0 м. Они могут устанавливаться на полу, с обязательной фиксацией от возможного падения при случайном воздействии.

Расстояние от двери до огнетушителя должно быть таким, чтобы не мешать ее полному открыванию.

Огнетушители не должны устанавливаться в таких местах, где значения температуры выходят за температурный диапазон, указанный на огнетушителях.

Водные и пенные огнетушители, установленные вне помещений или в неотапливаемом помещении и не предназначенные для эксплуатации при отрицательных температурах, должны быть сняты на холодное время года (температура воздуха ниже 1 °С). В этом случае на их месте и на пожарном щите должна быть помещена информация о месте нахождения огнетушителей в течение указанного периода и о месте нахождения ближайшего огнетушителя.



Требования безопасности

При техническом обслуживании огнетушителей необходимо соблюдать требования безопасности, изложенные в нормативно-технической документации на данный тип огнетушителя.

Запрещается:

- эксплуатировать огнетушители при появлении вмятин, вздутий или трещин на корпусе огнетушителя, на запорно-пусковой головке или на накидной гайке, а также при нарушении герметичности соединений узлов огнетушителя или при неисправности индикатора давления;
- производить любые работы, если корпус огнетушителя находится под давлением вытесняющего газа или паров ОТВ;
- заполнять корпус закачного огнетушителя вытесняющим газом вне защитного ограждения и от источника, не имеющего предохранительного клапана, регулятора давления и манометра;
- наносить удары по огнетушителю или по источнику вытесняющего газа;
- производить гидравлические (а тем более пневматические) испытания огнетушителя и его узлов вне защитного устройства, предотвращающего разлет осколков и травмирование обслуживающего персонала в случае разрушения огнетушителя;
- использовать открытый огонь или другие источники зажигания при обращении с концентрированными растворами отдельных пенообразователей, так как они могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси;
- производить работы с ОТВ без соответствующих средств защиты органов дыхания, кожи и зрения;
- сбрасывать в атмосферу хладоны или сливать без соответствующей переработки пенообразователи.

Лица, работающие с огнетушителями при их техническом обслуживании и зарядке, должны соблюдать требования безопасности и личной гигиены, изложенные в нормативно-технической документации на соответствующие огнетушители, огнетушащие вещества и источники вытесняющего газа.

• При тушении пожара в помещении с помощью газовых передвижных огнетушителей (углекислотные или хладоновые) необходимо учитывать возможность снижения содержания кислорода в воздухе помещений ниже предельного значения и использовать изолирующие средства защиты органов дыхания.

• При тушении пожара порошковыми огнетушителями необходимо учитывать возможность образования высокой запыленности и снижения видимости очага пожара (особенно в помещении небольшого объема) в результате образования порошкового облака.

• При тушении электрооборудования при помощи газовых или порошковых огнетушителей необходимо соблюдать безопасное расстояние (не менее 1 м) от распыливающего сопла и корпуса огнетушителя до токоведущих частей.

• При тушении пожара с помощью пенного или водного огнетушителя необходимо обесточить помещение и оборудование.

НОРМЫ ОСНАЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ОГNETУШИТЕЛЯМИ

1. При определении видов и количества первичных средств пожаротушения следует учитывать физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ, их отношение к огнетушащим веществам, также площадь производственных помещений, открытых площадок и установок.

2. Комплектование технологического оборудования [огнетушителями](#) осуществляется согласно требованиям технических условий (паспортов) на это оборудование или соответствующим правилам пожарной безопасности.

3. Комплектование импортного оборудования огнетушителями производится согласно условиям договора на его поставку.

4. Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей следует производить в зависимости от огнетушащей способности, предельной площади, [класса пожара](#) горючих веществ и материалов защищаемом помещении или на объекте согласно ИСО N 3941 - 77.

класс А - пожары твердых веществ, основном органического происхождения, горение которых сопровождается тлением (древесина, текстиль, бумага);

класс В - пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ;

класс С - пожары газов;

класс D - пожары металлов и их сплавов;

класс Е - пожары, связанные с горением электроустановок.

Выбор типа огнетушителя (передвижной или ручной) обусловлен размерами возможных очагов пожара. При их значительных размерах необходимо использовать передвижные огнетушители.

5. Выбирая огнетушитель с соответствующим температурным пределом использования, необходимо учитывать климатические условия эксплуатации зданий и сооружений.

6. Если возможны комбинированные очаги пожара, то предпочтение при выборе огнетушителя отдается более универсальному по области применения.

7. Для предельной площади помещений разных категорий (максимальной площади, защищаемой одним или группой огнетушителей) необходимо предусматривать число огнетушителей одного из типов, указанное в таблицах перед знаком "++" или "+".

8. В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должны размещаться не менее двух ручных огнетушителей.

9. Помещения категории Д могут не оснащаться огнетушителями, если их площадь не превышает 100 м².

10. При наличии нескольких небольших помещений одной категории пожарной опасности количество необходимых огнетушителей определяется согласно п. 14 и таблицам с учетом суммарной площади этих помещений.

11. Огнетушители, отправленные с предприятия на перезарядку, должны заменяться соответствующим количеством заряженных огнетушителей.

12. При защите помещений ЭВМ, телефонных станций, музеев, архивов и т.д. следует учитывать специфику взаимодействия огнетушащих веществ с защищаемым оборудованием, изделиями, материалами и т.п. Данные помещения следует оборудовать хладоновыми и углекислотными огнетушителями с учетом предельно допустимой концентрации огнетушащего вещества.

13. Помещения, оборудованные автоматическими стационарными установками пожаротушения, обеспечиваются огнетушителями на 50%, исходя из их расчетного количества.

14. Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать:

20 м - для общественных зданий и сооружений;

30 м - для помещений категорий А, Б и В;

40 м - для помещений категории Г;

70 м - для помещений категории Д.

15. На объекте должно быть определено лицо, ответственное за приобретение, ремонт, сохранность и готовность к действию первичных средств пожаротушения. Учет проверки наличия и состояния первичных средств пожаротушения следует вести в специальном журнале произвольной формы.

16. Каждый огнетушитель, установленный на объекте, должен иметь порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской. На него заводят паспорт по установленной форме.

17. Огнетушители должны всегда содержаться в исправном состоянии, периодически осматриваться, проверяться и своевременно перезаряжаться.

18. В зимнее время (при температуре ниже 1°С) огнетушители необходимо хранить в отапливаемых помещениях.

19. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, проходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Их следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,5 м.

Нормы оснащения помещений ручными порошковыми и углекислотными огнетушителями

Категория помещения	Предельная защищаемая площадь, м ²	Класс пожара	Порошковые огнетушители, л / кг			Углекислотные огнетушители, л / кг		
			2/2	5/4	10/8	2/2	3(5)	5(8)
А, Б, В (горючие газы и жидкости)	200	А	-	2 +	1 ++	-	-	-
		В	-	2 +	1 ++	-	-	-
		С	-	2 +	1 ++	-	-	-
		Д	-	2 +	1 ++	-	-	-
		(Е)	-	2 +	1 ++	-	2 ++	2 ++
В	400	А	4 +	2 ++	1 +	-	2 +	2 +
		Д	-	2 +	1 ++	-	-	-
		(Е)	2 ++	-	1 +	4 +	2 ++	2 ++

Категория помещения	Предельная защищаемая площадь, м ²	Класс пожара	Порошковые огнетушители, л / кг			Углекислотные огнетушители, л / кг		
			2/2	5/4	10/8	2/2	3(5)	5(8)
Г	800	В	-	2 ++	1 +	-	-	-
		С	4 +	2 ++	1 +	-	-	-
Г, Д	1800	А	4 +	2 ++	1 +	-	-	-
		Д	-	2 +	1 ++	-	-	-
		(Е)	2 +	2 ++	1 +	4 +	2 ++	2 ++
Общественные здания	800	А	8 +	4 ++	2 +	-	4 +	4 +
		(Е)	-	4 ++	2 +	4 +	2 ++	2 ++

Примечания:

1. Для тушения пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды: для класса А - порошок ABC(E); для классов В, С и (Е) - BC(E) или ABC(E) и класса D - D.

2. Для порошковых огнетушителей и углекислотных огнетушителей приведена двойная маркировка: старая маркировка по вместимости корпуса, л/ новая маркировка по массе огнетушащего состава, кг. При оснащении помещений порошковыми и углекислотными огнетушителями допускается использовать огнетушители как со старой, так и с новой маркировкой.

3. Знаком "++" обозначены рекомендуемые к оснащению объектов огнетушители, знаком "+" - огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком "-" - огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов.

4. В замкнутых помещениях объемом не более 50 м³, для тушения пожаров вместо переносных огнетушителей, или дополнительно к ним, могут быть использованы огнетушители самосрабатывающие порошковые.

Нормы оснащения помещений ручными пенными, водными и хладоновыми огнетушителями

Категория помещения	Предельная защищаемая площадь, м ²	Класс пожара	Пенные, водные огнетушители вместимостью, л	Хладоновые огнетушители вместимостью, л
			10	2 (3)
А, Б, В (горючие газы и жидкости)	200	А	2 ++	-
		В	4 +	4 +
		С	-	4 +
		Д	-	-
		(Е)	-	-
В	400	А	2 ++	-
		Д	-	-
		(Е)	-	2 +
Г	800	В	2 +	-
		С	-	-

Категория помещения	Предельная защищаемая площадь, м ²	Класс пожара	Пенные, водные огнетушители вместимостью, л	Хладоновые огнетушители вместимостью, л
			10	2 (3)
Г, Д	1800	А	2 ++	-
		Д	-	-
		(Е)	-	2 +
Общественные здания	800	А	4 ++	-
		(Е)	-	4 +

Примечания:

Знаком "++" обозначены рекомендуемые к оснащению объектов огнетушители, знаком "+" - огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком "-" - огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов.

Нормы оснащения помещений передвижными воздушно-пенными и комбинированными огнетушителями

Категория помещения	Предельная защищаемая площадь, м ²	Класс пожара	Воздушно-пенные огнетушители вместимостью, л	Комбинированные огнетушители (пена, порошок) вместимостью, л
			100	100
А, Б, В (горючие газы и жидкости)	500	А	1 ++	1 ++
		В	2 +	1 ++
		С	-	1 +
		Д	-	-
		(Е)	-	-
В (кроме горючих газов и жидкостей), Г	800	А	1 ++	1 ++
		В	2+	1 ++
		С	-	1 +
		Д	-	-
		(Е)	-	-

Примечание:

1. Для тушения очагов пожаров различных классов комбинированные огнетушители должны иметь соответствующие заряды: для класса А - порошок АВС(Е); для класса В, С и (Е) - ВС(Е) или АВС(Е) и класса Д - Д.

2. Знаком "++" обозначены рекомендуемые к оснащению объектов огнетушители, знаком "+" - огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком "-" - огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов.

**Нормы оснащения помещений передвижными
порошковыми и углекислотными огнетушителями**

Категория помещения	Предельная защищаемая площадь, м ²	Класс пожара	Порошковые огнетушители вместимостью, л	Углекислотные огнетушители вместимостью, л	
			100	25	80
А, Б, В (горючие газы и жидкости)	500	А	1 ++	-	3 +
		В	1 ++	-	3 +
		С	1 ++	-	3 +
		Д	1 ++	-	-
		(Е)	1 +	2 +	1 ++
В (кроме горючих газов и жидкостей), Г	800	А	1 ++	4 +	2 +
		В	1 ++	-	3 +
		С	1 ++	-	3 +
		Д	1 ++	-	-
		(Е)	1 +	1 ++	1 +

Примечания:

1. Для тушения очагов пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды: для класса А - порошок АВС(Е); для класса В, С и (Е) - ВС(Е) или АВС(Е) и класса Д - Д.

2. Знаком "+" обозначены рекомендуемые к оснащению объектов огнетушители, знаком "-" - огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком "-" - огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов.

Системы пожарной сигнализации в настоящее время используются практически на всех предприятиях, учреждениях и объектах. Они включают в себя технические средства обнаружения факта появления признаков пожара (пожарные извещатели), технические средства сбора и обработки информации (приборы приемно-контрольные) и технические средства оповещения (световые и звуковые оповещатели).

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

Классификация пожарных извещателей — технический предмет, который, однако, следует знать не только инженерам, но и тем, кто готовится стать владельцем охранной пожарной сигнализации. КПД будущей системы и то, что вы потребуете от специалистов по разработке и монтажу, во многом определяется вашим представлением о полных возможностях пожарной сигнализации. А полные данные вы можете получить только зная типы пожарных извещателей.

Классификация датчиков пожарных проводится по нескольким направлениям, которые мы сейчас рассмотрим.

Вид распознаваемого признака пожара

Пожар можно распознать по разным признакам, и извещатели соответственно есть

- дымовые (здесь датчик распознает просачивающийся дым),
- пламени (извещатель распознает наличие пламени),
- тепловые (датчик распознает характерное для пожара повышение температуры),
- газовые (реагирующие на газ) и
- комбинированные (сочетающие в себе вышеуказанные четыре пункта).

Обнаруживает возгорание и активируется извещатель по одной из трех причин:

- резкое повышение температуры в окружении;
- в воздухе резко повышается концентрация частиц дыма;
- появления в окружающей среде излучения, испускаемого открытым пламенем.

В соответствии с тем, какие материалы находятся на вашем объекте, необходимо ставить извещатели пожарные, классификация которых позволяет обнаруживать соответствующий тип горения.

Далее будут рассмотрены основные типы моделей пожарных извещателей.



Рисунок 16 – Тепловые извещатели

Тепловые извещатели реагируют на резкое изменение температуры в окружающей среде. Как правило, в них устанавливается механизм, способный реагировать на температуру до 75 градусов по Цельсию.

Тепловые дифференциальные извещатели – одни из наиболее распространенных, так как характеризуются оперативностью реагирования и стабильностью в работе. У них внутри располагается пара теплочувствительных элементов. Первый из которых изолирован и никак не контактирует с окружением, второй имеет выход наружу.

Дымовые модели датчиков оповещают о пожаре в том случае, если в окружающей среде резко возрастает концентрация дымовых частиц. Так как дым может характеризоваться по различным параметрам, выделяют несколько типов дымовых пожарных извещателей:

- Ионизационный
- Оптический
- Линейный

Комбинированные модели получили более редкое распространение из-за своей сложности конструкции и высокой стоимости по сравнению с приборами определенного типа. Однако стоит отметить, что они обладают большей надежностью и универсальностью. Никто не знает, каким образом возникнет возгорание и чем оно будет характеризоваться. К примеру, пламя может гореть и без выделения обильного дыма – дымовые модели в таких условиях не способны дать вовремя оповещение о пожаре.



Рисунок 17 – Дымовые извещатели

Извещатели пламени – еще одна разновидность устройств, которые реагируют на появление открытого очага возгорания. Они могут встречаться на рынке двух типов:

- Ультрафиолетовые
- Инфракрасные

Самыми распространенными являются ручные извещатели, которые приводятся в действие человеком. Для этого необходимо повернуть или опустить рычаг, расположенный на них, и мгновенно начнет раздаваться предупреждающий сигнал. Ими оснащаются все общественные здания, однако к категории автономных они не относятся.



Рисунок 18 – Извещатели пламени



Рисунок 19 – Общая классификация пожарных извещателей



Рисунок 20 – Общая классификация автоматических пожарных извещателей

Способ питания

По способу получения электроэнергии пожарные извещатели делятся на:

- те, что питаются по шлейфу, то есть по общему кабелю вместе с другими приборами сети,
- те, что питаются по отдельному каналу, и
- те, что имеют автономное питание.

Выбор способа питания имеет значение, когда на объекте затруднены условия для прокладки кабелей либо когда кабели располагаются в зонах, сильно подверженных воздействию пожара. Владельцу придется выбрать между стоимостью монтажа, красотой интерьера и надежностью сигнализации.

Принцип формирования сигнала

Пожарные извещатели подразделяются на два вида по тому, как именно они узнают об опасности. Это извещатели *активные* (те, что сами посылают в окружающую среду сигнал, а затем реагируют на его изменение) и *пассивные* (которые ожидают, пока признак пожара сам достигнет из местоположения).

Возможность определения местонахождения

При пожаротушении иногда очень полезно знать, в какой точке именно произошел пожар, в какой стадии он находится в том или ином помещении, как он распространяется. Определить это помогают адрес-

ные извещатели. В противоположность им существуют извещатели безадресные, которые извещают лишь, что пожар в наличии.

Разница между такими извещателями в цене и типе установленной системы.

Вид контролируемой зоны

Согласно этой классификации пожарные извещатели делятся на точечные (извещатель, получающий данные в одной точке), линейные (опасность распознается с помощью линии луча между двумя приборами), объемные (контролирующие из места своего нахождения определенный объем пространства) и комбинированные.

При выборе данных извещателей принимается во внимание объем помещения, специфика его конфигурации и некоторые другие факторы, в том числе цена.

Иные классификации

Существуют десятки иных признаков, по которым можно классифицировать извещатели пожарные, классификация их, однако, полезна более инженерам-техникам, нежели пользователям. Мы же надеемся, что вы чувствуете себя проинформированными насчет классификации пожарных извещателей, сможете понять, какие функции может иметь система пожарных извещателей, а также что именно вам от нее нужно.

ТЕМА ЛЕКЦИИ № 6: «ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»

Вопросы лекции:

1. Виды производственного освещения.
2. Принцип гигиенического нормирования производственного освещения.
3. Источники искусственного освещения.
4. Светильники. Задачи и методы светотехнического расчета искусственного освещения производственных помещений.

Для характеристики света используются такие понятия и определения, как световой поток, освещенность, сила света и яркость.

Световой поток - это мощность световой энергии, оцениваемой по зрительному восприятию. Единица его измерения - *люмен* (лм). Световой поток можно оценивать в пространстве или на поверхности.

Единица измерения пространственной плотности светового потока или *силы света* - *кандела* (кд). Единицей измерения поверхностной плотности светового потока, называемой *освещенность*, является *люкс* (лк). Это уровень освещенности поверхности площадью 1 м^2 , на которую падает, равномерно распределяясь, световой поток в 1 лм.

Яркость - величина светового потока, исходящего от освещаемой или светящейся поверхности в сторону глаза. Измеряется яркость в канделах на площадь ($\text{кд}/\text{м}^2$). Определенные уровни яркости освещенных предметов необходимы для зрительного восприятия. Однако чрезмерная яркость - так называемая *блесткость* - явление нежелательное, так как оно вызывает ослепление, что приводит к утомлению глаз и снижению общей работоспособности. При длительном воздействии чрезмерной яркости возникает снижение работоспособности и заболевание глаз.

Коэффициент пульсации освещенности - критерий оценки изменения освещенности поверхности вследствие периодического изменения во времени светового потока источника света.

ВИДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Свет имеет важное значение для человека, поскольку обеспечивает зрительное восприятие человеком окружающей среды. Большую часть информации, которую люди получают через органы чувств, составляет свет примерно 80 %. Он позволяет оценить форму, цвет и перспективу предметов, окружающих человека в повседневной жизни. Качество зрительной информации во многом определяется условиями зрительной работы. Не следует забывать и то, что такие элементы самочувствия человека, как настроение, степень утомления, зависят от освещения и цвета окружающих предметов.

Назначение производственного освещения обеспечение нормальных зрительных условий для выполнения соответствующего вида работ в производственном помещении. Неудовлетворительная организация системы производственного освещения может привести к появлению ошибок, допущенных при выполнении порученных операций работником, а также несчастных случаев, связанных с трудностями в распознавании тех или иных предметов или определения степени опасности, связанной с обслуживанием станков, транспортных средств, контейнеров с агрессивными веществами и т. д.

Повреждения зрения, связанные с недостатками системы освещения, являются, к сожалению, частым явлением. Благодаря способности зрения приспособляться к недостаточному освещению этой проблеме не уделяют необходимого внимания.

По типу источника света производственное освещение бывает трех видов:

- **Естественное** источником света является солнце (прямой или диффузно рассеянный свет небесного купола);

- **Искусственное** искусственные источники света;

- **Совмещенное** недостаточное естественное освещение дополняется искусственным освещением.

Естественное освещение имеет как положительные, так и отрицательные стороны.

Солнечное излучение сильно влияет на кожу, внутренние органы и ткани и, прежде всего, на центральную нервную систему. Интересно, что это влияние не ограничивается временем, когда человек находится на солнце, а продолжается и после того, как он уходит в помещение или наступает ночь. Медики называют его рефлексорным.

Действие солнечного света начинается с влияния на кожный покров. Незащищенная одеждой кожа человека отражает от 20 до 40 % упавших на нее видимых и ближайших к ним по длине волн невидимых инфракрасных лучей (20 % отражает кожа загорелого человека, а 40 % самая незагорелая, белая кожа). Поглощенная часть (60–65 %) лучистой энергии проникает под внешний кожный покров и влияет на более глубокие слои тела.

Ультрафиолетовые и некоторые инфракрасные лучи отражаются кожей в меньшей степени и сильнее поглощаются роговым, более грубым слоем кожи.

У людей, длительное время работающих на Севере, в шахтах, метро или просто в городах в средней полосе России, у тех, которые в дневное время большей частью находятся в помещениях, а по улицам перемещаются на транспорте, развивается солнечное голодание. Дело в том, что обычные оконные стекла зданий в незначительной степени пропускают физиологически активные ультрафиолетовые лучи, а в городах их и без того мало доходит до поверхности земли в результате загрязнения воздуха пылью, дымом, выхлопными газами.

При солнечном голодании кожа становится бледной, холодной и вялой. Она плохо снабжается питательными веществами и кислородом. В ней слабее циркулируют кровь и лимфа, из нее плохо выводятся продукты распада шлаки и начинается отравление организма отработанными веществами. Кроме того, капилляры делаются более ломкими, в связи с чем увеличивается склонность к кровоизлияниям.

У тех, кто испытывает солнечное голодание, происходят болезненные, неприятные метаморфозы, затрагивающие как сферу психики, так и физическое состояние. Прежде всего, появляются нарушения деятельности нервной системы: ухудшаются память и сон, усиливается возбудимость у одних и безучастность, заторможенность у других. С ухудшением кальциевого обмена (появлением затруднений при усвоении пищевого кальция и фосфора, которые продолжают выводиться из организма, а следовательно, наступает обеднение тканей этими необходимыми веществами) начинают усиленно разрушаться зубы, увеличивается ломкость костей. При длительном солнечном голодании снижаются умственные способности и работоспособность, очень быстро наступают утомление и раздражение, уменьшается подвижность, ухудшаются возможности борьбы с попадающими в организм микробами (снижается иммунитет). Человек, испытывающий солнечное голодание, чаще заболевает простудными и другими инфекционными заболеваниями, и болезнь носит затяжной характер. В этих случаях медленно и плохо заживают переломы, порезы и любые ранения. Появляется склонность к гнойничковым заболеваниям у тех, кто раньше этим не страдал, а также ухудшается течение хронических заболеваний у тех, кто их уже имеет, тяжелее протекают воспалительные процессы, что связано с повышением проницаемости стенок сосудов, усиливается склонность к отекам [1].

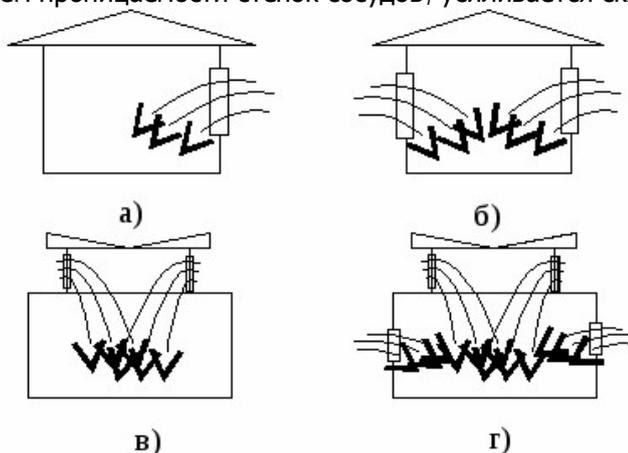


Рисунок 21 – Виды естественного освещения в зависимости от конструктивного исполнения

Учитывая степень благотворного влияния естественного света на организм человека, гигиена труда требует максимального использования естественного освещения. Оно не устраивается только там, где это противопоказано технологическими условиями производства, например, при хранении светочувствительных химикатов и изделий.

По конструктивному исполнению естественное освещение подразделяют на следующие:

- боковое, осуществляемое через оконные проемы одно- или двустороннее (рис. 21, а, б);
- верхнее, когда свет проникает в помещение через аэрационные или зенитные фонари, проемы в перекрытиях (рис. 21, в);
- комбинированное, когда к верхнему освещению добавляется боковое (рис. 21, г).

Наиболее эффективно комбинированное естественное освещение, обеспечивающее более равномерное распределение освещенности внутри производственного помещения.

К сожалению, при естественном освещении освещенность сильно изменяется в течение суток, длительность светового дня зависит от времени года, освещенность меняется при изменении погодных условий, возможно тенеобразование или ослепление при ярком свете.

Искусственное освещение позволяет устранить перечисленные выше недостатки естественного освещения и обеспечить оптимальный световой режим.

Искусственное освещение подразделяется на следующие виды:

- рабочее;
- аварийное;
- охранное;
- дежурное.

Рабочее освещение является обязательным для всех помещений, зданий, а также участков открытых пространств. Оно служит для обеспечения нормальных условий работы, прохода людей, проезда транспорта.

Аварийное освещение разделяется, в свою очередь, на освещение безопасности и эвакуационное.

Освещение безопасности предусматривают в тех случаях, когда отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать:

- взрыв, пожар, отравление людей;
- длительное нарушение технологического процесса;
- нарушение работы таких объектов, как электрические станции, узлы радио- и телевизионных передач и связи, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплофикации, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение работ и т.п.;
- нарушение режима детских учреждений независимо от числа находящихся в них детей.

Эвакуационное освещение в помещениях или местах проведения работ вне зданий следует предусматривать:

- в местах опасных для прохода людей;
- в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей (если число эвакуируемых более 50 человек);
- по основным проходам производственных помещений, в которых работают более 50 человек;
- на лестничных клетках жилых зданий высотой 6 этажей и более;
- в производственных помещениях без естественного света и т.п.

Источники света аварийного освещения могут включаться одновременно со светильниками основного освещения и постоянно гореть или включаться автоматически только при прекращении питания нормально-го освещения.

Охранное освещение (при отсутствии специальных технических средств охраны) предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время.

Дежурное освещение предусматривается для освещения помещений в нерабочее время. При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения.

Искусственное освещение по конструктивному исполнению может быть двух видов: общее; комбинированное.

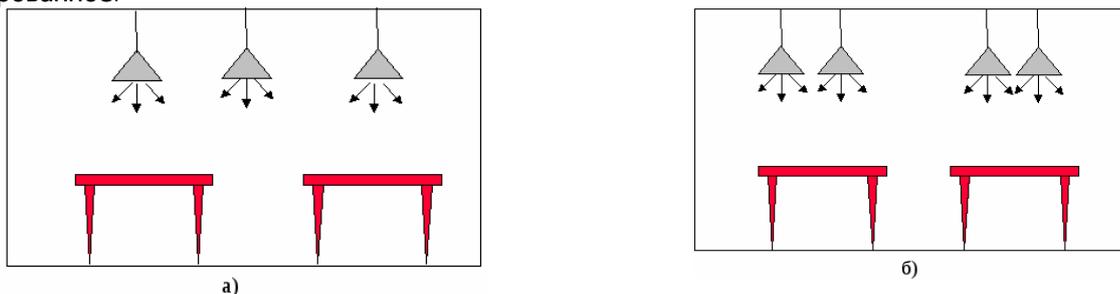


Рисунок 22 – Виды искусственного общего освещения:
а) общее равномерное освещение; б) общее локализованное освещение

Общее освещение – освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения. Светильники могут быть расположены равномерно (общее равномерное освещение, рис. 22, а) или применительно к расположению оборудования или рабочих мест (общее локализованное освещение, рис. 22, б).

Комбинированное освещение – освещение, при котором к общему добавляется местное, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах (рис. 23). Одно местное освещение применять нельзя!

Существуют также специальные виды искусственного освещения, например, бактерицидное и эритемное. Эритемные лампы применяют для облучения людей с целью восполнения солнечной недостаточности в северных регионах и средней полосе (при отсутствии или недостатке естественного света на рабочем месте, например, шахты, метро и т.д.).

Бактерицидные лампы применяют для подавления жизнедеятельности патогенных микроорганизмов, в том числе и ответственных за распространение воздушно-капельным путем опасных инфекционных заболеваний, таких как туберкулез, дифтерия, корь, грипп, оспа и др., и используют в производственных помещениях, а также для обеззараживания питьевой воды, продуктов питания и т.п.

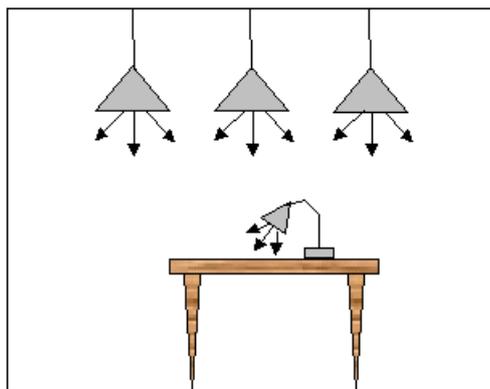


Рисунок 23 – Комбинированное искусственное освещение:
а) общее равномерное освещение; б) общее локализованное освещение

Совмещенное освещение – освещение, при котором в светлое время суток одновременно используется естественный и искусственный свет. При этом недостаточное по условиям зрительной работы естественное освещение постоянно дополняется искусственным освещением.

Совмещенное освещение может применяться, например, для многоэтажных зданий большой ширины, одноэтажных многопролетных зданий с пролетами большой ширины и т. п.

Условия зрительного комфорта на рабочем месте

1. *Уровень освещенности на рабочем месте должен соответствовать характеру выполняемой работы.* Обычно, чем сложнее зрительная работа, тем выше должен быть средний уровень освещенности. Тем не менее, чрезмерно высокая освещенность рабочей зоны может утомлять глаза.

2. *Равномерное распределение освещенности на рабочих поверхностях и в пределах окружающего пространства.* Это условие связано с тем, что постоянное перемещение в неравномерно освещенных зонах приводит к утомлению органов зрения, кроме того, на адаптацию к резкому изменению освещенности глазу требуется некоторое время, в течение которого человек не может видеть окружающее пространство и своевременно реагировать на возможные опасные ситуации. По этой причине одно местное освещение не применяется.

3. *Отсутствие резких теней на рабочей поверхности.* Резкие тени создают неравномерное распределение освещенности в поле зрения, искажают форму предметов и их размеры. Особенную опасность представляют движущиеся тени, дезориентирующие человека в пространстве и способствующие возникновению травмоопасных ситуаций.

4. *В поле зрения должны отсутствовать прямая и отраженная блескости.* Прямая блескость появляется, если источник света находится непосредственно в поле зрения, отраженная, если источник попадает в поле зрения, отражаясь в зеркальных и полированных поверхностях. Появление прямой или отраженной блескости в поле зрения может привести к временному ослеплению работника.

5. *Величина освещенности должна быть постоянной во времени.* Пульсация освещенности оказывает неблагоприятное влияние, как на органы зрения, так и на центральную нервную систему человека, кроме того, в ряде случаев может привести к очень опасному явлению: стробоскопическому эффекту (вращаю-

щиеся предметы могут казаться неподвижными либо вращающимися в обратную сторону). Пульсация освещенности чаще всего возникает при использовании в качестве источников света газоразрядных ламп, которые в сети переменного тока (50 Гц) загораются и гаснут 100 раз в секунду (при переходе тока через ноль).

6. *Направленность светового потока на рабочую поверхность должна быть оптимальной*, чтобы обеспечить рассмотрение внутренних поверхностей изделий, оценить рельефность поверхностей и т. п.

7. *Следует выбирать необходимый спектральный состав света* либо для обеспечения правильной цветопередачи, либо для усиления цветовых контрастов.

8. *Осветительная установка должна быть безвредной и безопасной в процессе эксплуатации*. Выбор типа осветительной установки должен определяться условиями эксплуатации. Так, например, для эксплуатации в условиях повышенной влажности должны использоваться светильники соответствующего влагозащищенного исполнения и т. д. Установки бактерицидного освещения могут представлять опасность для людей, и при их эксплуатации и установке необходимо соблюдать меры предосторожности.

ПРИНЦИП ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Целью нормирования освещения является создание таких норм его, которые обеспечивали бы надлежащий уровень видимости и наибольшую работоспособность зрения при длительной работе и минимальном его утомлении. На основании рассмотренных выше условий видимости в зависимости от качественных и количественных характеристик освещения представляется возможным определить следующие основные гигиенические требования к освещению: достаточность уровня освещенности или яркости фона; равномерность распределения яркости в поле зрения; ограничение слепящего действия от источников света; устранение резких и глубоких теней; приближение спектра излучения искусственных источников к спектру дневного света. Для зрительных работ различной точности и ответственности необходимо нормировать различные уровни освещенности. Чем меньше угловые размеры объектов, а также контраст объекта с фоном и коэффициент отражения освещаемой поверхности, тем выше должен быть уровень нормируемой освещенности. Основная задача при определении уровня освещенности — установить нормируемую величину, определяемую характеристикой объекта различения и фона и рядом дополнительных показателей: сложностью и продолжительностью зрительной работы; санитарными требованиями; требованиями безопасности работы и передвижения. При нормировании устанавливаются минимальные гигиенические величины освещенности. Снижение их наносит ущерб работоспособности и вызывает повышенное утомление зрения. Устранение и ограничение слепящего действия источников света и отражающих поверхностей предусмотрены регламентацией минимально допустимых высот подвеса светильников (не ниже 2,8 м от пола) и предельно допустимых яркостей светящихся поверхностей светильников (от 2000 до 5000 нт). Рядом дополнительных мероприятий — матовой окраской поверхностей и оборудования, устранением из поля зрения глянцевых и полированных предметов — достигается ослабление отраженной блескости.

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется сводом правил СП 52.13330.2011 «**Естественное и искусственное освещение**» в зависимости от характеристики зрительной работы, наименьшего размера объекта различения, разряда зрительной работы (I-VIII), системы освещения, характеристики фона, контраста объекта различения с фоном.

Объект различения - это рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы

Для оценки (нормирования) естественного освещения на производстве используется величина *коэффициента естественной освещенности (КЕО)* - это относительная величина, показывающая во сколько раз освещенность внутри помещения меньше наружной. Этот коэффициент выражается в процентах.

Кроме количественного показателя КЕО, нормируется такая качественная характеристика как *неравномерность естественного освещения*, т. е. величина, характеризующая отношение наибольшего и наименьшего КЕО в пределах характерного разреза помещения.

Нормируемыми параметрами для систем искусственного освещения являются: *величина минимальной освещенности E_{min} , допустимая яркость в поле зрения $b_{дог}$* а также *показатель ослепленности P и коэффициент пульсации K_p* .

Величина минимальной освещенности задается для наиболее темного участка рабочей поверхности. *Под рабочей поверхностью* понимается условная горизонтальная плоскость, расположенная на расстоянии 0,8 м от уровня пола производственного помещения.

ИСТОЧНИКИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Источником искусственного света называется устройство, предназначенное для превращения какого-либо вида энергии в оптическое излучение.

В настоящее время светотехническая промышленность выпускает широчайший ассортимент источников света отличающихся по своим характеристикам, которые делятся на две большие группы:

- лампы накаливания;
- газоразрядные лампы.

Принцип действия **ламп накаливания** основан на способности раскаленной нити из тугоплавкого металла (вольфрама) в инертном газе или вакууме излучать видимый свет. Инертный газ препятствует испарению вольфрама и уменьшает потемнение колбы. Лампы имеют различные формы колбы, играющие чаще всего декоративную роль. Лампы накаливания бывают прозрачными, матовыми и имеют также широкую цветовую гамму (белые, красные, синие, зеленые, желтые колбы). Они выпускаются в широком диапазоне мощностей (от 15 до 1500 Вт).

Лампы накаливания, изобретенные в 1872 г. А.Н. Лодыгиным и усовершенствованные в 1879 г. Т.А. Эдисоном, до сих пор являются наиболее широко распространенными источниками света. Они обладают рядом достоинств: их можно непосредственно включать в сеть с напряжением, равным рабочему напряжению лампы, они просты в изготовлении, дешевы, компактны, практически не зависят от условий окружающей среды, имеют незначительный период разгорания, световой поток к концу срока службы снижается незначительно. В лампах накаливания уменьшение силы света обеспечивается простым уменьшением напряжения. Вольфрамовая нить (рис. 24) представляет собой компактный источник света, который легко фокусируется рефлекторами и линзами. Все это облегчает использование ламп накаливания там, где требуется управление световым потоком (освещение сцены, витрин, конференц-залов и т. д.).

Однако эти лампы имеют ряд существенных недостатков:

- низкую экономичность (КПД 3...5 %);
- низкую световую отдачу (7...20 лм/Вт);
- однородный спектральный состав света (преобладание желтой и красной частей спектра при недостатке синей и фиолетовой по сравнению с естественным светом);
- нерациональное распределение светового потока для большинства ламп, что требует применения осветительной арматуры (светильников);
- малый срок службы (от 1 000 до 3 000 ч).

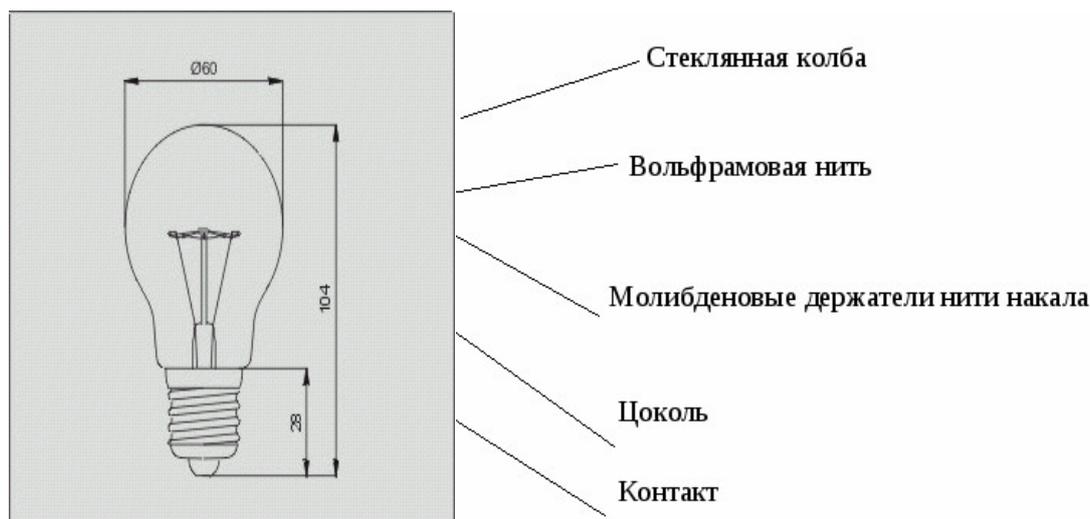
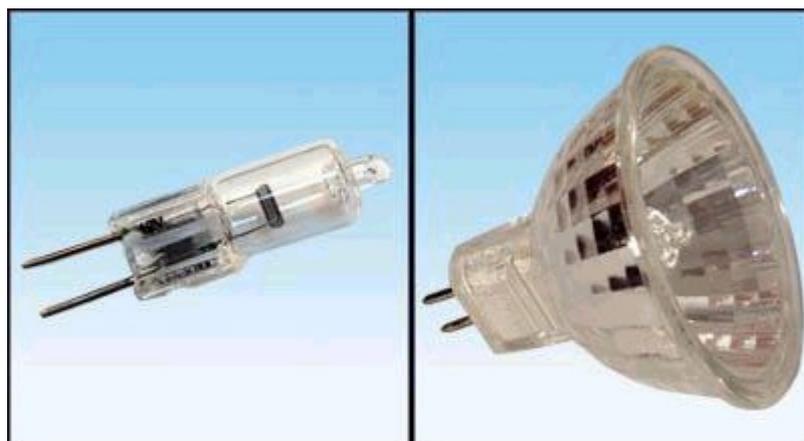
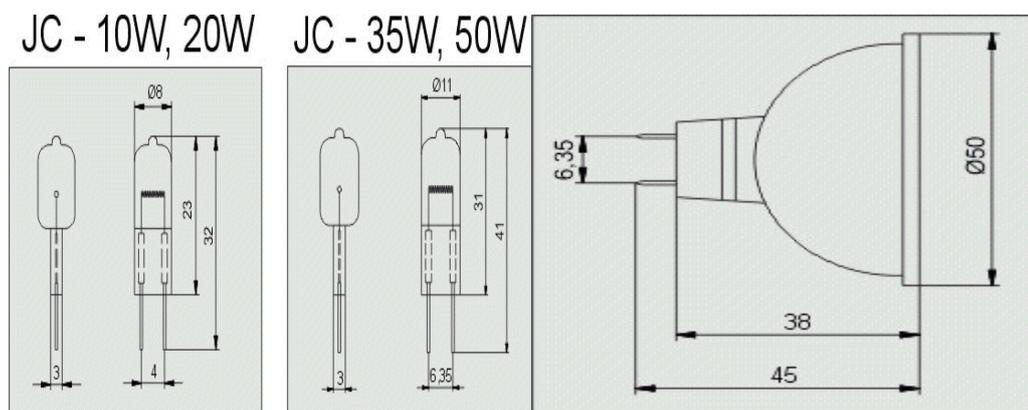


Рисунок 24 – Устройство лампы накаливания

Галогенные лампы накаливания (рис. 25). Принцип действия такой же, как и у обычных ламп накаливания (свечение вольфрамовой нити), но в колбе находится галогенный газ (бром или йод), контролирующий испарение вольфрама. Колба галогенной лампы изготавливается, как правило, из кварцевого стекла, так как требуется поддержание минимальной температуры стенки колбы лампы на уровне 250 °С. Это необходимо для того, чтобы галоид вольфрама оставался в газообразном состоянии и не осаждался на стенках лампы. У большинства галогенных ламп срок службы выше, чем у аналогичных ламп накаливания, нить работает при более высокой температуре, излучая более белый цвета. Эти лампы используются там, где требуются малый размер источника света, высокая направленность светового потока и возможность управлять интенсивностью светового потока.

Галогенные лампы могут питаться напряжением 220 и 12 В (рис. 25). Низковольтные галогенные лампы изначально предназначались для диаскопов и кинопроекторных аппаратов. При напряжении 12 В нить той же мощности, что и при 220 В становится меньше и толще. Большая масса нити позволяет выдерживать более высокую рабочую температуру и обеспечивает большую световую отдачу, больший срок службы. Поскольку высокая температура источника света вредна для пленки в кинопроекторных аппаратах и диапроекторах, разработан специальный тип рефлектора, который отражает только видимое излучение, позволяя инфракрасному излучению (теплу) уходить через заднюю часть лампы.



А)

Б)

Рисунок 25 – Галогенные лампы:

А – напряжение питания 220 в; Б – напряжение питания 12 в.

В **газоразрядных источниках света** излучение оптического диапазона возникает в результате газового разряда в атмосфере инертных газов, паров металлов и их смесей [5].

По сравнению с лампами накаливания газоразрядные лампы имеют ряд преимуществ:

- у них более высокая световая отдача (до 40 лм/Вт) и более высокий КПД (до 7 %);
- большой срок службы (10–12 тыс. ч), а у ламп высокого давления до 15 тыс. ч;
- относительно низкая яркость самого источника света, что не вызывает ослепления;
- спектр излучения может регулироваться за счет использования различных люминофоров и может быть приближен к спектру естественного света.

Несмотря на ряд очевидных преимуществ газоразрядные источники света не свободны и от некоторых недостатков:

- газоразрядные источники света не могут непосредственно присоединяться к электрической сети, в схему их подключения обязательно входит пускорегулирующий аппарат (ПРА);
- ПРА имеет в своем составе балластное сопротивление в виде дросселя и является источником шума;
- для зажигания газоразрядной лампы требуется некоторое время (от 5 с до 3...10 мин);
- световой поток лампы к концу срока службы существенно снижается и пульсирует;
- С, они зажигаются ненадежно); для некоторых видов газоразрядных ламп (люминесцентных) существуют ограничения по температуре окружающей среды (при температурах, близких к 0
- поскольку в газоразрядных лампах содержится ртуть (вещество 1-го класса опасности), то после окончания срока службы необходима их специальная утилизация (переработка или захоронение);
- стробоскопическому эффекту (вращающиеся предметы могут казаться неподвижными либо вращающимися в обратную сторону). Для устранения этого явления приходится применять специальные схемы включения ламп и принимать меры, предотвращающие стробоскопический эффект. –газоразрядные лампы в сети переменного тока загораются и гаснут 100 раз в секунду. Если не принять специальных мер, то это может, во-первых, вызывать дополнительное зрительное утомление и, во-вторых, привести к очень опасному явлению

Способы уменьшения пульсации освещенности на рабочей поверхности следующие.

1. Использование трехфазной схемы включения ламп (рис. 26).

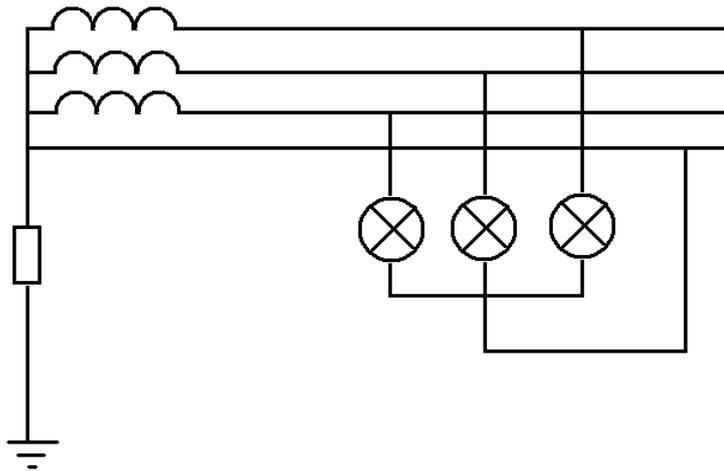


Рисунок 26 – Трёхфазная схема включения газоразрядных ламп

Световые потоки ламп, питаемых разными фазами, суммируются в каждый момент времени в отдельных точках пространства, что снижает пульсации общего светового потока. При таком подключении необходимо стремиться к тому, чтобы освещённость в каждой точке создавалась не менее чем от двух-трех ламп.

2. В однофазной сети при использовании двухлампового светильника уменьшение пульсации достигается включением в цепь одной лампы только дросселя, а в цепь другой дросселя и конденсатора. Параметры дросселей и конденсатора подбираются таким образом, чтобы обеспечить сдвиг токов в цепях ламп относительно друг друга на 120° (рис. 27).

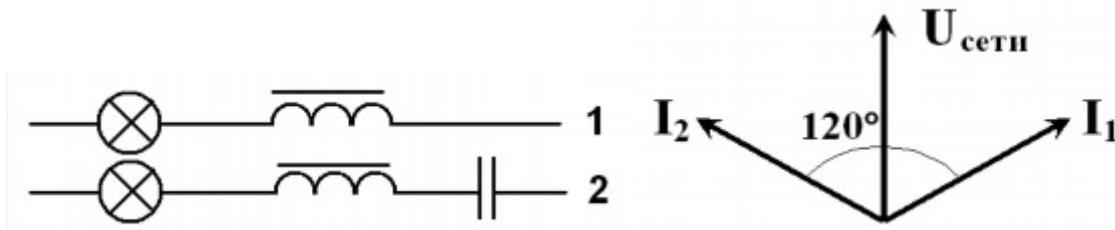


Рисунок 27 – Двухламповая схема включения газоразрядных ламп

Суммарный световой поток двух ламп в этом случае никогда не будет равен нулю, а колеблется вокруг некоторого среднего уровня с частотой меньшей, чем при одиночной лампе.

При сравнительно небольшом количестве ламп в осветительной установке этим методам свойственны также следующие недостатки: усложнение проектирования и монтажа осветительных установок, недостаточно высокая надёжность, так как выход из строя части ламп может увеличивать пульсацию освещённости на отдельных участках рабочей поверхности. Если в многоламповых осветительных установках удастся достаточно успешно нейтрализовать пульсацию освещённости, то в случае использования однолампового источника света эта проблема остаётся, как правило, нерешённой. Например, для местного освещения желателен одноламповый источник света как наиболее надёжный, экономичный и компактный.

Практика эксплуатации осветительных установок на основе газоразрядных ламп показала, что методы снижения пульсации освещённости на рабочей поверхности при помощи расфазировки светильников или применения схемы с отстающим и опережающим током не обеспечивают допустимых значений коэффициента пульсации для точных работ и при эксплуатации ПЭВМ.

Практически всегда часть ламп в таких осветительных системах горит нестабильно или неисправна, что приводит к значительному увеличению K_p в большинстве точек рабочей зоны.

3. Увеличение частоты питающего напряжения. Этот способ является наиболее эффективным, поскольку предусматривает снижение пульсации светового потока источника света. При частоте питания более 400 Гц исчезает пульсация, так как в колбе лампы возникает постоянный объемный заряд, который не исчезает при переходе тока через ноль и обеспечивает постоянство светового потока.

В настоящее время вместо традиционных ПРА, имеющих в своем составе балластное сопротивление в виде дросселя, целесообразно использовать высокочастотные «электронные» ПРА (ЭПРА), которые обеспе-

чивают полное отсутствие пульсации светового потока. Кроме того, применение ЭПРА позволяет увеличить световую отдачу и срок службы газоразрядных ламп на 10–15 %. Газоразрядные лампы бывают двух основных типов: лампы низкого давления (люминесцентные) и лампы высокого давления.

Люминесцентная лампа представляет собой запаянную с двух сторон стеклянную трубку, на внутреннюю поверхность которой нанесен слой люминофора – вещества, светящегося под действием ультрафиолетовых лучей. В торцы трубки впаяны два электрода. Воздух из трубки удален, и вместо него введены небольшое количество аргона и капля ртути, которая при работе лампы превращается в пар (аргон облегчает создание электрического разряда). Приложенное к электродам лампы переменное напряжение вызывает электрический разряд между электродами люминесцентной лампы и прохождение тока в парах ртути и аргона, наполняющих трубку. Электрод, с которого происходят выделение потока электронов, называется катодом.

Эмиссия (испускание) электронов в люминесцентной лампе происходит при нагреве катода до достаточно высокой температуры и поэтому называется термоэлектронной. Величина термоэлектронной эмиссии зависит от температуры, материала и формы поверхности катода. Катод изготавливается из вольфрамовой нити, свернутой в небольшую спираль. Спираль покрыта углекислыми солями бария и стронция, превращающимися в процессе обработки в так называемый оксид. Оксидная пленка, покрывающая электрод, увеличивает способность излучения электронов и облегчает зажигание лампы при более низком напряжении.

Промышленностью выпускаются люминесцентные лампы общего назначения мощностью 4, 6, 8, 10, 13, 15, 20, 30, 40, 65, 80, 125, 150 и 200 Вт. Лампы мощностью от 15 до 80 Вт выпускаются серийно в соответствии с ГОСТ Р 59175-2020. Остальные лампы изготавливаются небольшими партиями по соответствующим техническим условиям.

По цветности излучаемого светового потока выпускаются лампы пяти основных типов: лампы дневного света – ЛД; белого света – ЛБ; холодно-белого света – ЛХБ; тепло-белого света – ЛТБ; дневного света с улучшенной цветопередачей – ЛДЦ, а также ЛХБЦ и ЛТБЦ, из которых последние преимущественно предназначены для жилых помещений. Кроме вышеуказанных, выпускаются цветные лампы (красные, розовые, желтые, зеленые и голубые), которые применяются для декоративного и театрального освещения. По форме трубки-колбы имеется несколько разновидностей ламп: прямолинейные, П-образные, кольцевые, U-образные и др. Наибольшее распространение получили прямолинейные лампы.

Одной из разновидностей люминесцентных ламп общего назначения являются рефлекторные лампы. В обозначении маркировки ламп вводится буква Р. В этих лампах до слоя люминофора на большую часть внутренней поверхности трубки наносится слой хорошо отражающего свет порошка. Не покрытой таким порошком остается только полоса вдоль трубки. Световой поток лампы направляется отражающим слоем через эту полосу. Основным преимуществом рефлекторных ламп является то, что они могут использоваться в светильниках без отражателей, так как отражающий слой играет роль отражателя. Особенно выгодно применение рефлекторных ламп в помещениях с высоким уровнем пыли, так как пыль оседает главным образом на верхней поверхности лампы, а свет проходит вниз через свободную от пыли поверхность.

Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) (рис. 28). По принципу своего действия практически не отличаются от обычных люминесцентных (электрический разряд генерирует ультрафиолет, который, в свою очередь, заставляет светиться люминофор), поэтому световая отдача и срок службы КЛЛ имеют те же преимущества перед лампами накаливания, что и у люминесцентных ламп.



Рисунок 28 – Компактные люминесцентные лампы

КЛЛ или как их иногда называют «энергосберегающие» лампы явились результатом усовершенствования всех технико-экономических характеристик газоразрядных ламп, что привело к устранению типичных недостатков ламп накаливания и люминесцентных ламп при одновременном сохранении и развитии их достоинств.

Прежде всего, специалистам удалось уменьшить размеры ламп. Новые технологические возможности позволили уменьшить диаметр трубки до 7 мм, и, изогнув её дважды или трижды, получить компактную конструкцию (см. рис. 28). Уменьшение габаритов позволило сократить применение ртути более чем в 10 раз (до 2–3 мг), а в амальгамных КЛЛ ртути в чистом виде нет вообще, она находится в связанном состоянии.

Пожаро- и взрывобезопасность, а также защита от поражения потребителя электрическим током возросли на порядок, кроме того, качественные КЛЛ, как правило, имеют защиту при повреждении излучающего блока, травмобезопасные неизвлекаемые цоколи и ряд других усовершенствований.

Уменьшение габаритов КЛЛ позволило применять их как в отдельной осветительной установке, так и для прямой замены ламп накаливания в светильниках со стандартными патронами, рассчитанными на использование резьбового цоколя.

Подавляющее большинство КЛЛ оснащены ЭПРА, которые значительно энергоэкономичней, чем традиционные электромагнитные ПРА, так как потери мощности в балласте не происходит, и, кроме того, гарантируют практически мгновенное включение лампы.

Специальные люминесцентные лампы. Кроме описанных выше осветительных люминесцентных ламп, выпускаются бактерицидные и эритемные лампы.

Бактерицидные лампы являются источником коротковолнового ультрафиолетового излучения, уничтожающего бактерии, обеззараживающего (стерилизующего) воздух помещений, воду, пищевые продукты, тару на пищевых предприятиях и пр.

В отличие от осветительных люминесцентных ламп, у которых стекло трубки и люминофор не пропускают ультрафиолетовые лучи, в бактерицидных лампах трубки изготавливаются из специального увиолевого стекла, хорошо пропускающего ультрафиолетовое излучение с короткой волной. Бактерицидные лампы не покрываются люминофором. Промышленностью выпускаются бактерицидные лампы типа ДБ15, ДБ30-1 и ДБ60 (дуговые бактерицидные) мощностью соответственно 15, 30 и 60 Вт, напряжение на лампах 55, 100 и 103 В и средняя продолжительность горения 2000, 3000 и 5000 ч.

Эритемные лампы являются источником ультрафиолетового излучения и используются для компенсации ультрафиолетовой недостаточности. Отличительными особенностями эритемных ламп являются сорт стекла и состав люминофора. Для эритемных ламп применяется увиолевоое стекло, хорошо пропускающее ультрафиолетовое излучение, но с более длинной волной, чем в бактерицидных лампах, и со специально подобранным люминофором. Такой люминофор преобразует излучение ртутного разряда в ультрафиолетовое излучение с соответствующим диапазоном длин волн, что соответствует недостающему осенью и зимой ультрафиолетовому излучению Солнца. Своё название эти лампы получили по тому действию, которое они оказывают на кожу человека: вызывают её покраснение, загар-эритему. Такие лампы применяют в установках для искусственного ультрафиолетового облучения людей и животных с оздоровительной целью.

Промышленностью выпускаются эритемные лампы типа ЛЭ15, ЛЭ30-1 и ЛЭР40 мощностью соответственно 15, 30 и 40 Вт; напряжение на лампах 58, 108 и 103 В; средняя продолжительность горения 600, 2000 и 1500 ч. Лампа типа ЛЭР имеет на внутренней поверхности рефлекторный слой, покрывающий примерно 2/3 поперечного сечения трубки и позволяющий сконцентрировать излучение лампы в определенном направлении. Свечение эритемных ламп синевато-голубое.

Дуговые ртутные лампы высокого давления (дрл). В отличие от люминесцентных ламп, где давление паров ртути составляет доли миллиметров ртутного столба, в ртутных лампах ДРЛ используется газовый разряд в парах ртути при давлениях, намного превышающих атмосферное (рис. 29). Такие лампы представляют собой толстостенную кварцевую трубку (горелку) с двумя или более электродами, вмонтированную во внешнюю колбу из термостойкого стекла, стенки которой изнутри покрыты люминофором. Внутри горелки находятся дозированная капля ртути и газ аргон; в торцы её впаяны вольфрамовые электроды. Аргон облегчает зажигание разряда в холодной трубке, и после зажигания разряда начинается процесс испарения ртути, которая переходит в парообразное состояние.

При установлении дугового разряда между рабочими электродами плотность и температура паров ртути по диаметру трубки будут неодинаковыми: по оси трубки температура будет максимальной. Благодаря этому плотность тока в центре трубки максимальна, и разряд имеет вид светящегося шнура, расположенного по оси трубки.

С повышением давления паров ртути меняется характер спектра, излучаемого газовым разрядом. Чем выше давление, тем больше яркость сплошного фона. В связи с изменением спектра излучения меняется цветность света, создаваемого ртутной лампой от сине-зеленой при низких давлениях до белой при высоких давлениях. Применение ламп ДРЛ для освещения оказалось возможным в результате получения температуростойких люминофоров, при помощи которых удалось исправить цветность излучения ртутного разряда. Дело в том, что цветность излучения разряда в парах ртути, дающего интенсивный свет синеватого оттенка, делает невозможным правильное восприятие цветовых оттенков: лица людей становятся мертвенно-бледными, губы – синевато-серыми, краски окружающих предметов искажаются. Поэтому ртутные лампы без люминофора считают практически малопригодными для освещения даже в тех случаях, когда к цветопередаче не предъявляются высокие требования, например, при освещении улиц. От этого недостат-

ка удалось избавиться при помощи люминофора, который наносится на внутреннюю поверхность внешней колбы лампы ДРЛ. Колба эта имеет форму, обеспечивающую при работе лампы одинаковую температуру всей поверхности, покрытой люминофором. Люминофор хорошо поглощает невидимое ультрафиолетовое излучение, проходящее через кварцевые стенки трубки, и преобразует его в оранжево-красное видимое излучение, исправляя тем самым цветность излучения лампы. При этом видимое излучение ртутного разряда люминофор почти не поглощает.

Лампы типа ДРЛ выпускаются мощностью 80–1000 Вт, имеют довольно высокую световую отдачу (от 40 до 50 лм/Вт, в зависимости от их мощности), срок службы составляет до 7500 часов. Ртутные лампы высокого давления имеют значительное преимущество по сравнению с лампами накаливания и люминесцентными лампами из-за способности сосредоточить значительную световую мощность в небольшом объеме. Лампы ДРЛ требуют последовательного с ними включения ПРА.

Параметры окружающей среды не оказывают значительного влияния на работу ламп ДРЛ, что позволяет использовать их для уличного освещения, где другие лампы могут применяться лишь в светильниках с тепловой изоляцией и при наличии специальных схем включения.

Кп у ламп ДРЛ составляет около 60 %, что не позволяет рекомендовать их для освещения производственных помещений, где производится напряжённая зрительная работа.

Ртутные лампы ДРЛ выпускают двух модификаций: двухэлектродные и четырехэлектродные.

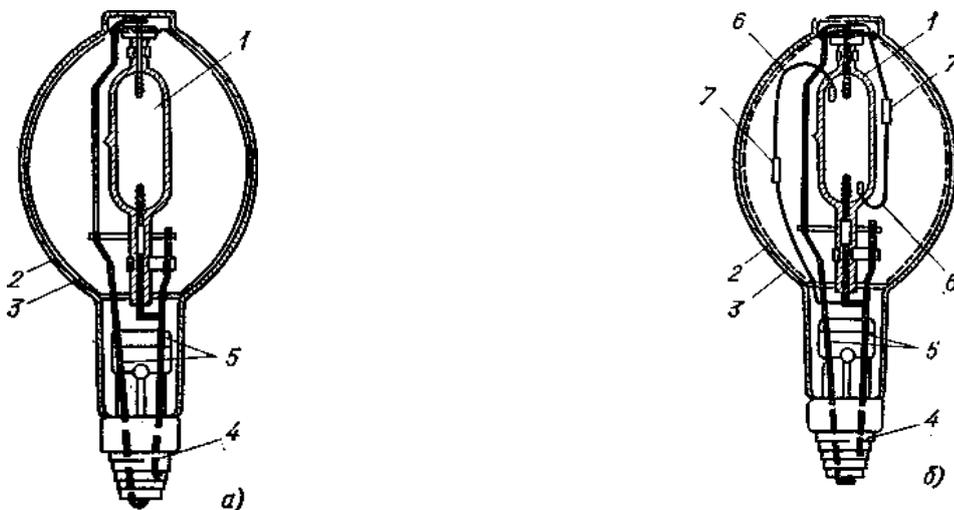


Рис. 29 – Дуговая ртутная люминесцентная лампа типа ДРЛ с исправленной цветностью:
а) – двухэлектродная лампа; б) – четырехэлектродная лампа;

1 – ртутная кварцевая трубка; 2 – внешняя колба; 3 – люминофор; 4 – резьбовой цоколь;
5 – рабочие электроды; 6 – зажигающие электроды; 7 – резисторы

СВЕТИЛЬНИКИ. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ СВОТТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Все большее распространение получают лампы накаливания с йодным циклом - галогидные лампы, которые имеют лучший спектральный состав света и хорошие экономические характеристики.

В качестве осветительных приборов применяют светильники и прожекторы. В качестве переносного местного освещения используют аккумуляторные фонари.

По конструкции светильники делят: на открытые, защищенные закрытые, пыленепроницаемые, влагозащищенные, взрывозащищенные и взрывобезопасные. По распределению светового потока в пространстве светильники бывают прямого, преимущественного прямого, рассеянного и отраженного света.

Светильники аварийного освещения присоединяют к независимому источнику питания электроэнергии, они включаются автоматически при прекращении действия основного освещения или вручную. Каждый работник должен знать порядок и места включения аварийного освещения.

При эксплуатации осветительных приборов производственного освещения необходимо проводить регулярную очистку остекленных проемов и светильников от загрязнений, своевременную замену перегоревших ламп, контроль напряжений в осветительной сети, систематический ремонт элементов светотехнической и электрической частей светильного прибора. Чистка стекол световых проемов должна производиться не менее двух раз в год для помещений с незначительным выделением пыли и не реже четырех раз в год для помещений со значительным выделением пыли. Чистка светильников должна производиться от 4 до 12 раз в год в зависимости от запыленности производственного помещения. Проверка уровня освещенности в контрольных точках помещения или на отдельных рабочих местах производится не реже одного раза в год. Основным прибор для измерения освещенности является фотоэлектрический люксметр.

Основной задачей светотехнических расчетов является: для естественного освещения определение необходимой площади световых проемов; для искусственного - требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещенности.

Светотехническим расчетом могут быть определены:

- мощность ламп, необходимая для получения заданной освещенности при выбранном типе, расположении и числе светильников,
- число и расположение светильников, необходимых для получения заданной освещенности при выбранном типе светильников и мощности ламп в них,
- расчетная освещенность при известном типе, расположении светильников и мощности ламп в них.

Основными при проектировании являются задачи первого вида, поскольку тип светильников и их расположение должны выбираться исходя из качества освещения и его экономичности.

Решение задач при расчете освещения второго вида производится, если мощность ламп точно задана, например необходимо применить светильники с люминесцентными лампами мощностью 80 Вт.

Задачи третьего вида решаются для существующих установок, если освещенность невозможно измерить, и для [проверки проектов](#) и расчетов, например, для проверки точечный методом расчетов, выполненных методом коэффициента использования.

Выполнение светотехнических расчетов возможно методами:

- 1) методом коэффициента использования светового потока,
- 2) методом удельной мощности,
- 3) точечным методом.

Метод коэффициента использования применяется для (расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при светильниках любого типа.

Метод удельной мощности применяется для приближенного предварительного определения установленной мощности осветительной установки.

Точечный метод расчета освещения применяется для расчета общего равномерного и локализованного освещения, местного освещения независимо от расположения освещаемой поверхности при светильниках прямого света.

Кроме вышеуказанных методов расчета освещения, имеется комбинированный метод, который применяется в тех случаях, когда неприменим метод коэффициента использования, а светильники не относятся к классу прямого света.

ТЕМА К ЛЕКЦИИ № 7: «ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ»

Вопросы лекции:

1. Природа и виды ионизирующих излучений; источники излучений; биологическое действие излучений на человека.
2. Нормирование излучений, дозы и пределы облучения; работа с радиоактивными веществами и источниками; дозиметрический контроль.
3. СИЗ от ионизирующих излучений.

ПРИРОДА И ВИДЫ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ; ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ЧЕЛОВЕКА

Ионизирующее излучение – поток заряженных или нейтральных частиц и квантов электромагнитного излучения, прохождение которых через вещество приводит к ионизации и возбуждению атомов или молекул среды.

Все ионизирующие излучения по своей природе делятся на фотонные и корпускулярные. К фотонному ионизирующему излучению относятся гамма-излучение, возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер или аннигиляции частиц, тормозное излучение, возникающее при уменьшении кинетической энергии заряженных частиц, характеристическое излучение с дискретным энергетическим спектром, возникающее при изменении энергетического состояния электронов атома и рентгеновское излучение, состоящее из тормозного и/или характеристического излучений. К корпускулярному ионизирующему излучению относят альфа-излучение, электронное, протонное, нейтронное и мезонное излучения. Корпускулярное излучение, состоящее из потока заряженных частиц (альфа-, бета-частиц, протонов, электронов), кинетическая энергия которых достаточна для ионизации атомов при столкновении, относится к классу непосредственно ионизирующего излучения. Нейтроны и другие элементарные частицы непосредственно не производят ионизацию, но в процессе взаимодействия со средой высвобождают заряженные частицы (электроны, протоны), способные ионизировать атомы и молекулы среды, через которую проходят. Соответственно, корпускулярное излучение, состоящее из потока незаряженных частиц, называют косвенно ионизирующим излучением.

Источником ионизирующего излучения называют объект, содержащий радиоактивный материал, или техническое устройство, испускающее или способное (при определенных условиях) испускать ионизирующее излучение.

Классификация источников излучения. Современные ядерно-технические установки обычно представляют собой сложные источники излучений. Например, источниками излучений действующего ядерного реактора, кроме активной зоны, являются система охлаждения, конструкционные материалы, оборудование и др. Поле излучения таких реальных сложных источников обычно представляется как суперпозиция полей излучения отдельных, более элементарных источников.

Любой источник излучения характеризуется:

1. Видом излучения – основное внимание уделяется наиболее часто встречающимся на практике источникам γ -излучения, нейтронов, α -, b^+ -, b^- -частиц.

2. Геометрией источника (формой и размерами) – геометрически источники могут быть точечными и протяженными. Протяженные источники представляют суперпозицию точечных источников и могут быть линейными, поверхностными или объемными с ограниченными, полубесконечными или бесконечными размерами.

Физически точечным можно считать такой источник, максимальные размеры которого много меньше расстояния до точки детектирования и длины свободного пробега в материале источника (ослаблением излучения в источнике можно пренебречь). Поверхностные источники имеют толщину много меньшую, чем расстояние до точки детектирования и длина свободного пробега в материале источника. В объемном источнике излучатели распределены в трехмерной области пространства.

3. Мощностью и ее распределением по источнику – источники излучения наиболее часто распределяются по протяженному излучателю равномерно, экспоненциально, линейно или по косинусоидальному закону.

4. Энергетическим составом – энергетический спектр источников может быть моноэнергетическим (испускаются частицы одной фиксированной энергии), дискретным (испускаются моноэнергетические частицы нескольких энергий) или непрерывным (испускаются частицы разных энергий в пределах некоторого энергетического диапазона).

5. Угловым распределением излучения – среди многообразия угловых распределений излучений источников для решения большинства практических задач достаточно рассматривать следующие: изотропное, косинусоидальное, мононаправленное. Иногда встречаются угловые распределения, которые можно записать в виде комбинаций изотропных и косинусоидальных угловых распределений излучений.

(На практике источники встречаются в неограниченном многообразии указанных характеристик.) Гамма-лучи, альфа- и бета-частицы обладают различной проникающей способностью. Пробег альфа-частицы в воздухе не превышает нескольких сантиметров; бета-частицы могут пройти в воздухе несколько метров, а гамма-кванты – десятки, сотни метров. При внешнем облучении человека альфа-частицы полностью задерживаются поверхностным слоем кожи; бета-частицы не могут проникнуть в глубь человеческого организма больше, чем на несколько миллиметров; гамма-кванты способны вызвать облучение всего тела.

Под радиоактивностью понимается самопроизвольное превращение неустойчивого нуклида в другой нуклид, сопровождающееся испусканием ионизирующего излучения. Количество радиоактивного вещества измеряется единицами массы и активностью, которая равна числу ядерных превращений (распадов) в единицу времени. Единицей активности в СИ служит распад в секунду: $1\text{Бк}=1\text{расп/с}$. Наиболее употребительной внесистемной международной единицей является кюри: $1\text{Ки}=3,7 \cdot 10^{10}\text{ Бк}$, что соответствует активности 1г радия.

Также применяются:

1. Доли кюри: 1милликюри=0,001кюри; 1микрокюри=0,000001кюри.

2. Резерфорд: 1резерфорд – такое количество радиоактивного вещества, в котором происходит 10^6 распадов в 1с.

3. Рентген: 1рентген – такое количество гамма-излучения (или рентгеновского излучения), которое вызывает образование $2,082 \cdot 10^9$ пар ионов в 1см^3 воздуха (условия нормальные), или то количество излучения, которое вызывает выделение энергии $0,109\text{эрг/см}^3$ воздуха.

Источники излучений

Различают естественные и созданные человеком источники излучения. Основную часть облучения население Земли получает от естественных источников. Естественные (природные) источники космического и земного происхождения создают естественный радиационный фон (ЕРФ). На территории России естественный фон создает мощность экспозиционной дозы порядка 40...200 мбэр/год. Излучение, обусловленное рассеянными в биосфере искусственными радионуклидами, порождает искусственный радиационный фон (ИРФ), который в настоящее время в целом по земному шару добавляет к ЕРФ лишь 1,3%.

Сочетание ЕРФ и ИРФ образует радиационный фон, который воздействует на все население земного шара, имея относительно постоянный уровень.

Космические лучи представляют поток протонов и α -частиц, приходящих на Землю из мирового пространства. К естественным источникам земного происхождения относится излучение радиоактивных веществ, содержащихся в породах, почве, строительных материалах, воздухе, воде.

По отношению к человеку источники облучения могут находиться вне организма и облучать его снаружи. В этом случае говорят о внешнем облучении. Радиоактивные вещества могут оказаться в воздухе, которым дышит человек, в пище, в воде и попасть внутрь организма. Это будет внутреннее облучение.

Средняя эффективная эквивалентная доза, получаемая человеком от внешнего облучения за год от космических лучей, составляет 0,3 мЗв, от источников земного происхождения — 0,35 мЗв. В среднем примерно 2/3 эффективной эквивалентной дозы облучения, которую человек получает от естественных источников радиации, поступает от радиоактивных веществ, попавших в организм с пищей, водой, воздухом.

Наиболее весомый из всех естественных источников радиации — это невидимый, не имеющий вкуса и запаха газ радон (в 7,5 раза тяжелее воздуха). В здания радон поступает с природным газом (3 кБк/сут), с водой (4 кБк/сут), с наружным воздухом (10 кБк/сут), из стройматериалов и грунта под зданием (60 кБк/сут).

За последние десятилетия человек создал более тысячи искусственных радионуклидов и научился применять их в различных целях. Значения индивидуальных доз, получаемых людьми от искусственных источников, сильно различаются.

Биологическое действие излучений на человека

Под воздействием ионизирующего излучения на организм человека в тканях могут происходить сложные физические и биологические процессы. В результате ионизации живой ткани происходит разрыв молекулярных связей и изменение химической структуры различных соединений, что в свою очередь приводит к гибели клеток.

Еще более существенную роль в формировании биологических последствий играют продукты радиолиза воды, которая составляет 60...70% массы биологической ткани. Под действием ионизирующего излучения на воду образуются свободные радикалы Н- и ОН-, а в присутствии кислорода также свободный радикал гидропероксида и пероксида водорода, являющиеся сильными окислителями. Продукты радиолиза вступают в химические реакции с молекулами тканей, образуя соединения, не свойственные здоровому организму. Это приводит к нарушению отдельных функций или систем, а также жизнедеятельности организма в целом.

Интенсивность химических реакций, индуцированных свободными радикалами, повышается, и в них вовлекаются многие сотни и тысячи молекул, не затронутых облучением. В этом состоит специфика действия ионизирующего излучения на биологические объекты, то есть производимый излучением эффект обусловлен не столько количеством поглощенной энергии в облучаемом объекте, сколько той формой, в которой эта энергия передается. Никакой другой вид энергии (тепловой, электрической и др.), поглощенной биологическим объектом в том же количестве, не приводит к таким изменениям, какие вызывают ионизирующие излучения.

Нарушения биологических процессов могут быть либо обратимыми, когда нормальная работа клеток облученной ткани полностью восстанавливается, либо необратимыми, ведущими к поражению отдельных органов или всего организма и возникновению *лучевой болезни*.

Различают две формы лучевой болезни — острую и хроническую.

Острая форма возникает в результате облучения большими дозами в короткий промежуток времени. При дозах порядка тысяч рад поражение организма может быть мгновенным («смерть под лучом»).

Острая лучевая болезнь может возникнуть и при попадании внутрь организма больших количеств радионуклидов.

Хронические поражения развиваются в результате систематического облучения дозами, превышающими предельно допустимые (ПДД).

Изменения в состоянии здоровья называются *соматическими эффектами*, если они проявляются непосредственно у облученного лица, и *наследственными*, если они проявляются у его потомства.

Для решения вопросов радиационной безопасности в первую очередь представляют интерес эффекты, наблюдаемые при «малых дозах» — порядка нескольких сантитвертов в час (определение см. далее) и ниже, которые реально встречаются при практическом использовании атомной энергии.

В нормах радиационной безопасности в качестве единицы времени, как правило, используется год, и как следствие этого, понятие годовой дозы облучения.

Весьма важным здесь является то, что, согласно современным представлениям, выход неблагоприятных эффектов в диапазоне «малых доз», встречающихся в обычных условиях, мало зависит от мощности дозы. Это означает, что эффект определяется прежде всего суммарной накопленной дозой вне зависимости от того, получена она за 1 день, за 1 с или за 50 лет. Таким образом, оценивая эффекты хронического облучения, следует иметь в виду, что эти эффекты накапливаются в организме в течение длительного времени.

Еще в 1899 г. был установлен факт подавления раковых клеток ионизирующим излучением. В дальнейшем полезное применение радиоактивных веществ в различных сферах деятельности стремительно развивалось. В 1954 г. в Советском Союзе была пущена первая в мире АЭС. К сожалению, исследования атома привели к созданию и применению в 1945 г. атомной бомбы в Хиросиме и Нагасаки. 26 апреля 1986 г. на ЧАЭС произошла тяжелейшая авария, которая привела к гибели и заболеванию людей, заражению значительной территории.

Исследователи излучений первыми столкнулись с их опасными свойствами. Анри Беккерель получил ожог кожи. Мария Кюри предположительно умерла от рака крови. По крайней мере 336 человек, работавших с радиоактивными материалами, умерли от переоблучения. Отказаться от применения радиоактивных веществ в науке, медицине, технике, сельском хозяйстве невозможно по объективным причинам. Остается один путь — обеспечить радиационную безопасность, то есть такое состояние среды обитания, при котором с определенной вероятностью исключается радиационное поражение человека.

НОРМИРОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЙ, ДОЗЫ И ПРЕДЕЛЫ ОБЛУЧЕНИЯ; РАБОТА С РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ И ИСТОЧНИКАМИ; ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Нормирование излучений

Под радиационной безопасностью населения понимается состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

Основными документами, регламентирующими уровни воздействия ионизирующих излучений являются «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009) СанПиН 2.6.1.2523-09; «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)» (СП 2.6.1.2612-10) и др.

Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 (далее - Нормы) применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.

В Нормах и Правилах нашли отражение нормативные документы:

Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» ФЗ от 09.01.96 г.;

«О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.99

г.; «Об использовании атомной энергии» № 170-ФЗ от 21.11.95г.

Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасности источников излучений, принятые совместно: Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций; Международным агентством по атомной энергии; Международной организацией труда; Агентством по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития; Панамериканской организацией здравоохранения и Всемирной организацией здравоохранения (серия безопасности № 115), 1996г.

В статье 1 закона «О радиационной безопасности населения» говорится: «Радиационная безопасность населения — состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения».

Из статьи 22: «Граждане Российской Федерации, иностранные граждане и лица без гражданства, проживающие на территории Российской Федерации, имеют право на радиационную безопасность. Это право обеспечивается за счет проведения комплекса мероприятий по предотвращению радиационного воздействия на организм человека ионизирующего излучения выше установленных норм, правил и нормативов, выполнения гражданами и организациями, осуществляющими деятельность с использованием источников ионизирующего излучения, требований к обеспечению радиационной безопасности».

Требования НРБ-99 являются обязательными для всех юридических лиц. Эти нормы являются основополагающим документом, регламентирующим требования закона РФ «О радиационной безопасности населения», и применяются во всех условиях воздействия на человека радиации.

В НРБ-99/2009 приводятся термины и определения, например: радиационный риск — это вероятность того, что у человека в результате облучения возникает какой-либо конкретный вредный эффект.

Нормы устанавливают следующие категории облучаемых лиц: персонал и все население. **Персонал** — лица, работающие с техническими источниками (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б).

Для категорий облучаемых лиц устанавливаются три класса

нормативов: 1. Основные пределы доз (табл. 7.16).

2. Допустимые уровни монофакторного (для одного радионуклида или одного вида внешнего излучения) воздействия, являющиеся производными от основных дозовых пределов: пределы годового поступления, допустимые среднегодовые объемные активности (ДОВА), среднегодовые удельные активности (ДУА) и т. д.

3. Контрольные уровни (дозы, уровни активности и др.). Контрольные уровни устанавливаются

учитывать достигнутый в учреждении уровень радиационной безопасности и обеспечивать условия, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого.

Основные пределы доз облучения лиц из персонала и населения не включают в себя дозы от природных, медицинских источников ионизирующего излучения и дозу вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Основные пределы доз

Нормируемая величина	Пределы доз	
	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год		
в хрусталике	150 мЗв	15 мЗв
в коже	500 мЗв	50 мЗв
в кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

Примечание. Основные пределы доз, как и все остальные допустимые уровни облучения персонала группы Б равны 1/4 значений для персонала группы А.

При подсчете вклада в общее (внешнее и внутреннее) облучение от поступления в организм радионуклидов берется сумма произведений поступлений каждого радионуклида за год на его дозовый коэффициент. Годовая эффективная доза облучения равна сумме эффективной дозы внешнего облучения, накопленной за календарный год, и ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же период. Интервал времени для определения величины ожидаемой эффективной дозы устанавливается равным 50 годам для лиц из персонала и 70 годам для лиц из населения. В соответствии с этим эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности 1000 мЗв, а для населения за период жизни — 70 мЗв. Начало периодов введено с 1 января 2000 г.

Для каждой категории облучаемых лиц допустимое годовое поступление радионуклида рассчитывается путем деления годового предела дозы на соответствующий дозовый коэффициент.

Применительно к настоящим Нормам и Правилам приняты следующие **термины и определения**.

Активность (А) - мера радиоактивности какого-либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени

$$A = dN/dt$$

где dN — ожидаемое число спонтанных ядерных превращений из данного энергетического состояния, происходящих за промежуток времени dt . Единицей активности является беккерель (Бк). Внесистемная единица активности кюри (Ки) составляет $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк.

Активность минимально значимая (МЗА) — активность открытого источника ионизирующего излучения в помещении или на рабочем месте, при превышении которой требуется разрешение органов Роспотребнадзора на использование этих источников, если при этом также превышено значение минимально значимой удельной активности.

Активность минимально значимая удельная (МЗУА) удельная активность открытого источника ионизирующего излучения в помещении или на рабочем месте, при превышении которой требуется разрешение органов Роспотребнадзора на использование этого источника, если при этом также превышено значение минимально значимой активности

Активность удельная (объемная) — отношение активности A радионуклида в веществе к массе m (объему V) вещества

$$A_m = A/m; \quad A_v = A/V.$$

Единица удельной активности — беккерель на килограмм, Бк/кг. Единица объемной активности — беккерель на метр кубический, Бк/м³.

Активность эквивалентная равновесная объемная (ЭРОА) дочерних продуктов изотопов радона - ^{222}Rn и ^{220}Rn - взвешенная сумма объемных активностей короткоживущих дочерних продуктов изотопов радона — ^{210}Po (RaA), ^{214}Pb (RaB), ^{214}Bi (RaC), ^{212}Pb (ThB), ^{212}Bi (ThC) соответственно:

$$(ЭРОА)_{\text{Rn}} = 0,10 A_{\text{RaA}} + 0,52 A_{\text{RaB}} + 0,38 A_{\text{RaC}}$$

$$(ЭРОА)_{\text{Th}} = 0,91 A_{\text{ThB}} + 0,09 A_{\text{ThC}}$$

где A_i - объемные активности дочерних изотопов радона.

Взвешивающие коэффициенты для отдельных видов излучения при расчете эквивалентной дозы (W_R) – используемые в радиационной защите множители поглощенной дозы, учитывающие относительную эффективность различных видов излучения в индуцировании биологических эффектов

Фотоны любых энергий		1
Электроны и мюоны любых энергий		1
Нейтроны с энергией менее 10 кэВ		5
	от 10 кэВ до 100 кэВ	10
	от 100 кэВ до 2 МэВ	20
	от 2 МэВ до 20 МэВ	10
	более 20 МэВ	5
Протоны с энергией более 2 МэВ, кроме протонов отдачи		5
Альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра		20

* Примечание: Все значения относятся к излучению, падающему на тело, а в случае внутреннего облучения испускаемому при ядерном превращении.

Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов при расчете эффективной дозы (W_T) - множители эквивалентной дозы в органах и тканях, используемые в радиационной защите для учета различной чувствительности разных органов и тканей в возникновении стохастических эффектов радиации

Орган, ткань	Множитель	Орган, ткань	Множитель
Гонады	0,20	Грудная железа	0,05
Костный мозг (красный)	0,12	Печень	0,05
Толстый кишечник	0,12	Пищевод	0,05
Легкие	0,12	Щитовидная железа	0,05
Желудок	0,12	Кожа	0,01
Мочевой пузырь	0,05	Клетки костных	0,01
Грудная железа	0,05	поверхностей	
Мочевой пузырь	0,05	Остальное	0,05*

* При расчетах учитывать, что «Остальное» включает надпочечники, головной мозг, экстракорокальный отдел органов дыхания, тонкий кишечник, почки, мышечную ткань, поджелудочную железу, селезенку, вилочковую железу и матку. В тех исключительных случаях, когда один из перечисленных органов или тканей получает эквивалентную дозу, превышающую самую большую дозу, полученную любым из двенадцати органов или тканей, для которых определены взвешивающие коэффициенты, следует приписать этому органу или ткани взвешивающий коэффициент, равный 0,025, а оставшимся органам или тканям из рубрики "Остальное" приписать суммарный коэффициент, равный 0,025.

Группа критическая группа лиц из населения (не менее 10 человек) однородная по одному или нескольким признакам – полу, возрасту, социальным или профессиональным условиям, месту проживания, рациону питания, которая подвергается наибольшему радиационному воздействию по данному пути облучения от данного источника излучения.

Доза поглощенная (D) – величина энергии ионизирующего излучения, переданная веществу:

$$D = de/dm,$$

где de - средняя энергия, переданная ионизирующим излучением веществу, находящемуся в элементарном объеме, а dm - масса вещества в этом объеме. Энергия может быть усреднена по любому определенному объему, и в этом случае средняя доза будет равна полной энергии, переданной объему, деленной на массу этого объема. В единицах СИ поглощенная доза измеряется в джоулях, деленных на килограмм ($\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$), и имеет специальное название грей (Гр). Используемая ранее внесистемная единица рад равна 0,01 Гр.

Доза в органе или ткани (D_T) – средняя поглощенная доза в определенном органе или ткани человеческого тела:

$$D_T = (1/m_T) \int_{m_T} D \times dm$$

где m_T – масса органа или ткани, а D – поглощенная доза в элементе массы dm .

Доза эквивалентная ($H_{T,R}$) – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения, W_R :

$$H_{T,R} = W_R \times D_{T,R}$$

где $D_{T,R}$ – средняя поглощенная доза в органе или ткани T , а W_R - взвешивающий коэффициент для излучения R .

При воздействии различных видов излучения с различными взвешивающими коэффициентами эквивалентная доза определяется как сумма эквивалентных доз для этих видов излучения:

$$H_T = \sum_R H_{T,R}$$

Единицей эквивалентной дозы является зиверт (Зв).

Доза эффективная (E) – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты:

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T,$$

где H_T – эквивалентная доза в органе или ткани T , а W_T взвешивающий коэффициент для органа или ткани T . Единица эффективной дозы – зиверт (Зв).

Доза эквивалентная ($H_T(t)$) или эффективная ($E(t)$) ожидаемая при внутреннем облучении – доза за время t , прошедшее после поступления радиоактивных веществ в организм:

$$H_T(t) = \int_{t_0}^{t_0+t} H_T W_T dt,$$
$$E(t) = \sum_T W_T \times H_T(t)$$

где t_0 момент поступления, а $H_T(t)$ – мощность эквивалентной дозы к моменту времени t в органе или ткани T .

Когда t не определено, то его следует принять равным 50 годам для взрослых и $(70 - t_0)$ – для детей.

Доза эффективная (эквивалентная) годовая – сумма эффективной (эквивалентной) дозы внешнего облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной (эквивалентной) дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год.

Единица годовой эффективной дозы – зиверт (Зв).

Доза эффективная коллективная – мера коллективного риска возникновения стохастических эффектов облучения; она равна сумме индивидуальных эффективных доз. Единица эффективной коллективной дозы – человеко-зиверт (чел.-Зв).

Доза предотвращаемая – прогнозируемая доза вследствие радиационной аварии, которая может быть предотвращена защитными мероприятиями.

Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное) – радиоактивные вещества, которые не переносятся при контакте на другие предметы и не удаляются при дезактивации.

Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное) – радиоактивные вещества, которые переносятся при контакте на другие предметы и удаляются при дезактивации.

Зона наблюдения – территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой проводится радиационный контроль.

Источник радионуклидный закрытый – источник излучения, устройство которого исключает поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду в условиях применения и износа, на которые он рассчитан.

Источник радионуклидный открытый – источник излучения, при использовании которого возможно поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду.

Категория объекта радиационного – характеристика объекта по степени потенциальной опасности объекта для населения в условиях его нормальной эксплуатации и при возможной аварии.

Квота – часть предела дозы, установленная для ограничения облучения населения от конкретного техногенного источника излучения и пути облучения (внешнее, поступление с водой, пищей и воздухом).

Класс работ – характеристика работ с открытыми источниками ионизирующего излучения по степени потенциальной опасности для персонала, определяющая требования по радиационной безопасности в зависимости от радиотоксичности и активности нуклидов.

Население – все лица, включая персонал вне работы с источниками ионизирующего излучения.

Облучение планируемое повышенное – планируемое облучение персонала в дозах, превышающих установленные основные пределы доз, с целью предупреждения развития радиационной аварии или ограничения ее последствий.

Облучение потенциальное – облучение, которое может возникнуть в результате радиационной аварии.

Облучение природное – облучение, которое обусловлено природными источниками излучения.

Облучение производственное – облучение работников от всех техногенных и природных источников ионизирующего излучения в процессе производственной деятельности.

Облучение профессиональное – облучение персонала в процессе его работы с техногенными источниками ионизирующего излучения.

Облучение техногенное – облучение от техногенных источников как в нормальных, так и в аварийных условиях, за исключением медицинского облучения пациентов.

Органы государственного надзора за радиационной безопасностью – органы, которые уполномочены Правительством Российской Федерации или ее субъектов осуществлять надзор за радиационной

безопасностью.

Отходы радиоактивные — не предназначенные для дальнейшего использования вещества в любом агрегатном состоянии, в которых содержание радионуклидов превышает уровни, установленные настоящими Нормами и Правилами.

Паспорт радиационно-гигиенической организации – документ, характеризующий состояние радиационной безопасности в организации и содержащий рекомендации по ее улучшению.

Паспорт радиационно-гигиенической территории – документ, характеризующий состояние радиационной безопасности населения территории и содержащий рекомендации по ее улучшению.

Паспорт санитарный – документ, разрешающий организации в течение установленного времени проводить регламентированные работы с источниками ионизирующего излучения в конкретных помещениях, вне помещений или на транспортных средствах.

Персонал – лица, работающие с техногенными источниками излучения (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б).

Предел дозы (ПД) – величина годовой эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения, которая не должна превышать в условиях нормальной работы. Соблюдение предела годовой дозы предотвращает возникновение детерминированных эффектов, а вероятность стохастических эффектов сохраняется при этом на приемлемом уровне.

Предел годового поступления (ПГП) – допустимый уровень поступления данного радионуклида в организм в течение года, который при монофакторном воздействии приводит к облучению условного человека ожидаемой дозой, равной соответствующему пределу годовой дозы.

Санитарно-защитная зона - территория вокруг источника ионизирующего излучения, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации данного источника может превысить установленный предел дозы облучения населения.

Санпропускник - комплекс помещений, предназначенных для смены одежды, обуви, санитарной обработки персонала, контроля радиоактивного загрязнения кожных покровов, средств индивидуальной защиты, специальной и личной одежды персонала.

Саншлюз - помещение между зонами радиационного объекта, предназначенное для предварительной дезактивации и смены дополнительных средств индивидуальной защиты.

Уровень вмешательства (УВ) — уровень радиационного фактора, при превышении которого следует проводить определенные защитные мероприятия.

Уровень контрольный - значение контролируемой величины дозы, мощности дозы, радиоактивного загрязнения и т. д., устанавливаемое для оперативного радиационного контроля, с целью закрепления достигнутого уровня радиационной безопасности, обеспечения дальнейшего снижения облучения персонала и населения, радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Устройство (источник), генерирующее ионизирующее излучение - электрофизическое устройство (рентгеновский аппарат, ускоритель, генератор и т. д.), в котором ионизирующее излучение возникает за счет изменения скорости заряженных частиц, их аннигиляции или ядерных реакций.

Эффекты излучения детерминированные - клинически выявляемые вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующим излучением, в отношении которых предполагается существование порога, ниже которого эффект отсутствует, а выше - тяжесть эффекта зависит от дозы.

Эффекты излучения стохастические — вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующим излучением, не имеющие дозового порога возникновения, вероятность возникновения которых пропорциональна дозе и для которых тяжесть проявления не зависит от дозы.

Доза: понятие, виды, единицы измерения

Влияние ионизирующего излучения на вещество характеризуется поглощенной дозой – количеством энергии, переданной единице массы вещества. В системе СИ единицей поглощенной дозы служит грей (Гр) – доза, при которой 1кг вещества передается энергия 1Дж. Иногда используют внесистемную единицу – рад: 1рад=100эрг/г=102Гр. Поглощенная доза ионизирующего излучения является основной физической величиной, определяющей степень радиационного воздействия, т.е. мерой ожидаемых последствий облучения объектов живой и неживой природы.

Поглощенная доза характеризует не само излучение, а его воздействие на среду. Однако, для изучения влияния радиации на живые организмы этих единиц недостаточно, поскольку такое влияние зависит не только от плотности поглощенной энергии, но и от ее распределения в пространстве, точнее – от энергии, переданной частицами на единицу длины их пробега. Для альфа-частиц, например, она в 20 раз выше, чем для гамма-квантов, и поэтому, при одинаковой поглощенной дозе облучение этими частицами примерно в 20 раз опаснее гамма-облучения. Чтобы учесть это, вводится понятие эквивалентной дозы, равной произведению поглощенной дозы на коэффициент качества k , который характеризует действие данного вида радиации на живые организмы. Коэффициент качества показывает, во сколько раз ожидаемый биологический эффект больше, чем для излучения с ЛПЭ=3,5кэВ на 1мкм пути в воде. (ЛПЭ (линейная передача энергии)

вдоль пути пробега ионизирующей частицы характеризует потерю энергии заряженных частиц на единицу пути вследствие ионизации и возбуждения.)

Единица эквивалентной дозы в системе СИ – зиверт (Зв). Внесистемная единица: бэр – биологический эквивалент рентгена; $1\text{Зв}=100\text{бэр}$.

Характерные значения дозы облучения:

1,0мбэр – одна тысячная доля бэр;

30мбэр – среднегодовая доза облучения, обусловленная космическим излучением на равнинной части территории России;

60-80мбэр – среднегодовая доза облучения, обусловленная космическим излучением для людей, живущих в горной местности;

300мбэр – средняя годовая доза населения от всех источников естественного радиоактивного облучения;

500мбэр – предельно допустимая годовая доза облучения для ограниченной части населения.

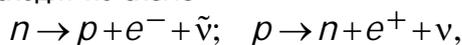
Естественная радиоактивность

Биосфера Земли постоянно подвергается действию ионизирующего излучения, в том числе космического, альфа-, бета- и гамма-излучения многочисленных радионуклидов, рассеянных в земных породах, воде подземных источников, рек, морей и океанов, в воздухе, а также входящих в состав живых организмов.

Совокупность этих видов ионизирующего излучения получила название природного или естественного радиоактивного фона.

Альфа-излучение. Под альфа-излучением понимаются α -частицы, т. е. поток ядер гелия (${}^4\text{He}$), испускаемые при ядерном распаде или ядерных превращениях. α -частицы имеют заряд +2 и поэтому испытывают сильное электромагнитное взаимодействие с веществом. Небольшой слой защиты позволяет существенно ослабить излучение. Иначе обстоит дело, когда источники α -излучения расположены в воздухе (а тем более в дыхательных путях человека) и нет никаких защищающих экранов: тогда α -частицы могут проникать в организм человека и наносить большой вред.

Бета-излучение. Под бета-излучением (β^\pm -излучение) понимается испускание электрона e^- (заряд -1) (или позитрона e^+). В ядре может происходить превращение нейтрона в протон или протона в нейтрон соответственно, эти процессы происходят по схеме



где n — нейтрон; p — протон; $\bar{\nu}$ — антинейтрино; ν — нейтрино.

Нейтрон тяжелее протона, поэтому, казалось бы, первая реакция разрешена (и всегда будет происходить), а вторая запрещена. Но это не так, ибо речь идет о распадах нейтрона и протона в ядрах (причем в конечном состоянии также образуется ядро) и необходимо учитывать энергию связи начальных и конечных ядер. Именно за счет связи в ядре нейтроны и не распадаются, иначе не осталось бы вообще вещества в виде ядер, содержащих нейтроны.

Энергия связи нуклонов (нуклоны - протоны и нейтроны) в ядре составляет несколько мегаэлектрон-вольт (МэВ). Разница масс нейтрона и протона также порядка 1 МэВ (массы нейтрона и протона, измеренные в атомных единицах массы (а. е. м.), 1,00898 и 1,00758 соответственно; 1 а. е. м., определяемая как $1/12$ массы изотопа ${}^{12}\text{C}$, равна 931,1 МэВ; при получении последнего равенства используется связь между массой и энергией $E=Mc^2$ (соотношение Эйнштейна), где c — скорость света в вакууме, равная $2,9979 \cdot 10^{10}$ см/с).

Электроны за счет электромагнитного взаимодействия сильно поглощаются веществом, так что при минимальном слое защиты они не представляют опасности для человека. Однако если имеется интенсивный неэкранируемый пучок электронов, то его попадание на человеческое тело может привести к поражению кожи или даже к потере зрения.

Нейтронное излучение. Нейтроны образуются в процессе деления ядер. Энергия нейтронов деления лежит в области нескольких МэВ (центр распределения по энергиям соответствует $E_0 \approx 2 \text{ МэВ}$). Вследствие замедления нейтронов, например, в обычных энергетических реакторах спектр нейтронов простирается от нуля до нескольких МэВ. Взаимодействие нейтронов с веществом обусловлено сильным взаимодействием (сильное взаимодействие — специфичное для нуклонов взаимодействие, в частности, приводящее к образованию атомных ядер; оно примерно в 100 раз интенсивнее, чем электромагнитное; но сильное взаимодействие проявляется на очень малых расстояниях, порядка размера ядра, т.е. 10^{-13} см: если частицы сближаются на такие расстояния, то их взаимодействие является сильным). Электромагнитным взаимодействием нейтроны не обладают, так как они нейтральны, а взаимодействие, обусловленное наличием у нейтрона магнитного момента, мало и представляет лишь большой экспериментально-научный, а не практический интерес.

В ядерных реакторах плотности потока нейтронов велики, и поэтому необходима защита от нейтронов. Но специфично то, что нейтроны в реакторе существуют лишь в момент протекания цепной реакции, в

«заглушённом» реакторе, т. е. реакторе на нулевой мощности, плотность потока нейтронов практически равна нулю.

Фотонное излучение — поток электромагнитных колебаний, распространяющихся в вакууме со скоростью 300000 км/с. К нему принадлежат:

- гамма-излучение — электромагнитное излучение, испускаемое при распаде ядра и ядерных превращениях;
- характеристическое излучение — фотонное излучение, обусловленное перестройкой электронных оболочек (при переходе электрона с более удаленной от ядра орбиты на менее удаленную происходит испускание кинетической энергии);
- тормозное излучение, испускаемое при изменении кинетической энергии заряженных частиц: заряженные частицы при взаимодействии с электрическим полем атома и ядра тормозятся и отклоняются от направления своего движения, испуская при этом излучение, называемое тормозным;
- рентгеновское излучение, являющееся совокупностью характеристического и тормозного излучений.

Радиочувствительность

Известно, что дозы излучения, приводящие к заболеванию или смерти различных организмов, различны. Т.е. можно сказать, что каждому биологическому виду свойственна своя мера чувствительности к действию ионизирующей радиации, своя радиочувствительность. Примером крайне низкой радиочувствительности служат бактерии, обнаруженные в канале ядерного реактора. В этих условиях бактерии не только не погибали, но и размножались.

В качестве интегрального критерия радиочувствительности наиболее часто используют величину LD_{50} (летальная доза) – доза, облучение в которой вызывает 50%-ную гибель биообъектов. Величины LD_{50} в природе различаются довольно значительно даже в пределах одного вида. Кроме того, даже в одном организме различные ткани и клетки значительно различаются по радиочувствительности, и наряду с чувствительными (костный мозг, лимфоидная ткань, эпителий слизистой тонкого кишечника) имеются относительно устойчивые ткани (мышечная, нервная, костная). Величина радиочувствительности подчиняется следующему закону: *чувствительность клеток к излучению прямо зависит от их способности к размножению в данный момент времени.*

Ядро клетки более радиочувствительно по сравнению с цитоплазмой. Прямые доказательства этого факта были получены в опытах с прицельным облучением ядра. Оказалось, что попадание уже одной α -частицы в ядро оплодотворенного яйца насекомого вызывает гибель зародыша, тогда как при прохождении частиц через цитоплазму для достижения такого же эффекта необходимо 15млн α -частиц.

В опытах на амебах с помощью микрохирургического метода было показано, что пересадка ядер клеток, облученных в дозе 15000рад, в необлученные клетки вызывает такой же эффект (5%-ю выживаемость). Если же облучению подвергали цитоплазму даже в дозе 25000рад, после чего в нее трансплантировали необлученное ядро, то эффекта не наблюдалось: все 100% амеб делились и давали жизнеспособное потомство.

Внутриядерной структурой, ответственной за жизнеспособность клетки, является ДНК. Известно, что ДНК, уложенная в ядрах, представляет собой вещество наследственности, в ее цепях записана огромная по объему генетическая информация. Облучение вызывает различные повреждения ДНК и ее комплексов. К их числу относятся разрывы молекул ДНК, сшивки ДНК-ДНК, ДНК-белок, потеря оснований, изменение состава оснований. Разрывы цепей ДНК являются основной причиной гибели делящихся клеток. В клетке существует система репарации наследственного материала, которая исправляет часть разрывов ДНК, удаляет измененные участки генетического текста, однако не всегда полностью «излечивает молекулу ДНК».

Критерием для изучения зависимости доза – эффект служит выживаемость клетки или организма. Зависимость выживания клеток описывается следующим уравнением:

$$N = N_0 e^{-\frac{D}{D_0}},$$

где N – число выживших клеток, D – любая доза облучения, D_0 – доза, при которой доля живых клеток уменьшается в e раз. Т.о. можно сделать вывод, что с увеличением дозы излучения увеличивается не только (и не столько) степень поражения всех облученных клеток, сколько доля пораженных, т.е. погибших клеток.

Генетический аспект облучения

Мутации – внезапные естественные или вызванные искусственно наследуемые изменения генетического материала, приводящие к изменению тех или иных признаков организма.

Классификация мутаций:

Условно мутации делят на *спонтанные*, возникающие под влиянием природных факторов внешней среды или в результате биохимических изменений в самом организме, и *индуцированные*, возникающие под влиянием специального воздействия мутагенных факторов, например, ионизирующего излучения химических веществ, в том числе и лекарственных препаратов, пищевых консервантов, пестицидов и т.п. Мутации

могут быть *прямыми*, если их проявление приводит к отклонению от признаков так называемого дикого типа (наиболее распространенного в природе) и *обратными* (реверсии), если они приводят к восстановлению дикого типа. Мутации в половых клетках – генеративные – передаются следующим поколениям; мутации в любых других клетках организма – соматические – наследуются только дочерними клетками, образовавшимися путем митоза, т.е. оказывают воздействие лишь на тот организм, в котором возникли.

Ядерные мутации затрагивают хромосомы ядра, цитоплазматические – генетический материал, заключенный в цитоплазматических органоидах клетки – митохондриях, пластидах. В зависимости от характера изменений в генетическом материале различают точечные мутации, геномные мутации и хромосомные aberrации (перестройки). Точечные мутации (относящиеся к определенному генному участку) представляют собой результат изменения последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК, являющейся носителем генетической информации.

Точечные мутации связаны с добавлением (дупликации, вставки), выпадением (делеции) или перестановкой (инверсии) оснований в ДНК. Хромосомные aberrации являются более крупными изменениями структуры хромосом, часто видимыми в световой микроскоп. Геномные мутации связаны с изменением числа хромосом в клетке, кратным одинарному набору хромосом, а также увеличением или уменьшением числа отдельных хромосом.

Наиболее характерные виды поражений организма при радиационном облучении

Радиоактивные вещества могут воздействовать на организм человека внешне и внутренне. Внешнее облучение характеризуется воздействием ионизирующего излучения извне и обусловлено различной проникающей способностью частиц.

Внутреннее облучение связано с попаданием радиоактивного вещества внутрь человеческого организма с пищей (пероральный путь поступления), с вдыхаемым воздухом (ингаляционный путь) или через открытую рану (непосредственно в кровь).

Воздействие радиоактивного излучения на организм человека зависит от многих факторов и определяется:

1. Скоростью радиоактивного распада радионуклида;
2. Скоростью выведения РВ из организма;
3. Типом радиоактивного излучения;
4. Особенности накопления РВ в тех или иных внутренних органах человека.

Острые последствия проявляются в первые несколько дней (недель) после облучения. Отдаленные последствия – последствия, которые развиваются не сразу после облучения, а спустя некоторое время.

Дозиметрический контроль

Безопасность работы с источниками ионизирующих излучений на предприятиях контролируют службы радиационной безопасности, которые комплектуются из лиц, прошедших специальную подготовку.

Основные задачи, определяемые национальным законодательством, по дозиметрическому контролю радиационной обстановки следующие:

- контроль мощности дозы рентгеновского, гамма-излучения, корпусных излучений на рабочих местах, в смежных помещениях и на территории предприятия;
- контроль за содержанием радиоактивных газов и аэрозолей в воздухе рабочих и других помещений;
- контроль индивидуального облучения;
- контроль за величиной выброса радиоактивных веществ в атмосферу;
- контроль за содержанием радиоактивных веществ в сточных водах, сбрасываемых в канализацию;
- контроль сбора, удаления и обезвреживания радиоактивных отходов;
- контроль уровня загрязнения объектов внешней среды за пределами предприятия.

Эти службы оснащены необходимыми приборами и оборудованием.

Применяемые для дозиметрического контроля приборы представляют собой различного вида дозиметры, которые в зависимости от назначения делят на следующие группы:

- 1) рентгенометры – приборы, измеряющие мощность экспозиционной дозы ионизирующего излучения;
- 2) радиометры – измеряющие плотность потоков ионизирующих излучений (интенсивность внешних потоков бета-частиц, нейтронов);
- 3) индивидуальные дозиметры – измеряющие экспозиционную или поглощенную дозу ионизирующих излучений.

Действие дозиметрических приборов основано на измерении тока или электрического заряда на выходе детектора, дающем информацию об энергии, потерянной ионизирующим излучением в чувствительном объеме детектора. По величине суммарного заряда, накопленного за определенный промежуток времени, можно судить о величине дозы, энергии излучения, а по величине тока — о соответствующем значении мощности дозы, интенсивности и др.

Для обнаружения изменения радиационной обстановки по жесткому бета-, гамма- и нейтронному облучению и измерения мощности экспозиционной дозы применяют индикатор ионизирующих излучений.

В настоящее время при дозиметрическом контроле чаще всего применяют следующие приборы.

Ионизационная камера — газонаполненный датчик, предназначенный для измерения уровня ионизирующего излучения.

Измерение уровня излучения происходит путём измерения уровня ионизации газа в рабочем объёме камеры, который находится между двумя электродами. Между электродами создаётся разность потенциалов. При наличии ионов в газе между электродами возникает ионный ток, который может быть измерен. Ток при прочих равных условиях пропорционален скорости возникновения ионов и, соответственно, мощности дозы облучения.

В широком смысле к ионизационным камерам относят также пропорциональные счётчики и счётчики Гейгера-Мюллера. В этих приборах используется явление так называемого газового усиления за счёт вторичной ионизации — в сильном электрическом поле электроны, возникшие при пролёте ионизирующей частицы, разгоняются до энергии, достаточной, чтобы в свою очередь ионизировать молекулы газа. В узком смысле ионизационная камера — это газонаполненный ионизационный детектор, работающий вне режима газового усиления. Ниже термин используется именно в этом значении.

Газ, которым заполняется ионизационная камера, обычно является инертным газом с добавлением легко ионизирующегося соединения (обычно углеводорода — метана или ацетилена). Открытые ионизационные камеры (например, ионизационные детекторы дыма) заполнены воздухом.

Ионизационные камеры бывают токовыми (интегрирующими) и импульсными. В последнем случае на анод камеры собираются быстро движущиеся электроны (за время порядка 1 мкс), тогда как медленно дрейфующие тяжёлые положительные ионы не успевают за это время достичь катода. Это позволяет регистрировать отдельные импульсы от каждой частицы. В такие камеры вводят третий электрод — сетку, расположенную вблизи анода и экранирующую его от положительных ионов.

Измерение потока нейтронов

Ионизационные камеры позволяют измерять не только альфа-, бета- или гамма-излучение, но и нейтронное излучение, что достаточно трудно, так как нейтроны не несут заряда и их прохождение через газовый объём камеры не приводит к ионизации газа, которую можно было бы измерить.

Для измерения потока нейтронов камеру разделяют на 2 одинаковых части. В первой части измеряют фоновую ионизацию газа за счёт альфа-, бета- или гамма-излучения, во второй части камеры на стенки наносят бор-10 (для ионизационных камер, измеряющих большие потоки нейтронов в ядерных реакторах) или уран-235 (для камер, измеряющих малые потоки нейтронов). При захвате нейтрона ядром урана-235 происходит вынужденное деление ядра и дополнительная ионизация газа в объёме камеры осколками деления. Бор-10 при захвате нейтрона распадается на ядро лития-7 и альфа-частицу. Разница в ионизации обоих объёмов камеры пропорциональна потоку нейтронов. Вариант ионизационной камеры с ураном-235 (или другим делящимся изотопом) на электродах называется камерой деления. Иногда камеру заполняют газообразным соединением ¹⁰BF₃-трифторидом бора-10, что позволяет улучшить эффективность регистрации осколков.

При измерении потоков нейтронов ионизационные камеры могут работать в двух режимах:

- импульсном — при измерении малых потоков нейтронов;
- токовом — при измерении больших потоков нейтронов.

Используется на АЭС в аппаратуре контроля нейтронного потока (АКНП) для измерения нейтронной мощности реактора. Используемые в настоящее время ионизационные камеры:

- КНК-15 — камера пускового диапазона.
- КНК-53 — камера рабочего диапазона.

Счётчик Гейгера



Счётчик Гейгера СИ-8Б (СССР) со слюдяным окошком для измерения мягкого бета-излучения. Окно прозрачно, под ним можно разглядеть спиральный проволочный электрод, другим электродом является корпус прибора.

Радиометр, чувствительный элемент — счётчик Гейгера — расположен в выносном блоке на переднем плане.

Счётчик Гейгера, счётчик Гейгера—Мюллера — газоразрядный прибор для автоматического подсчёта числа попавших в него ионизирующих частиц. Представляет собой газонаполненный конденсатор, который пробивается при пролёте ионизирующей частицы через объём газа.

Дополнительная электронная схема обеспечивает счётчик питанием (как правило, не менее 300 В), обеспечивает, при необходимости, гашение разряда и подсчитывает количество разрядов через счётчик.

Счётчики Гейгера разделяются на несамогасящиеся и самогасящиеся (не требующие внешней схемы прекращения разряда).

Чувствительность счётчика определяется составом газа, его объёмом и материалом (и толщиной) его стенок.

В бытовых дозиметрах и радиометрах производства СССР и России обычно применяются 400-вольтовые счётчики:

- «СБМ-20» (по размерам — чуть толще карандаша), СБМ-21 (как сигаретный фильтр, оба со стальным корпусом, пригодный для жёсткого β - и γ -излучений)

- «СИ-8Б» (со слюдяным окном в корпусе, пригоден для измерения мягкого β -излучения)

Широкое применение счетчика Гейгера — Мюллера объясняется высокой чувствительностью, возможностью регистрировать разного рода излучения, сравнительной простотой и дешевизной установки. Счетчик был изобретен в 1908 году Гейгером и усовершенствован Мюллером.

Цилиндрический счетчик Гейгера — Мюллера состоит из металлической трубки или металлизированной изнутри стеклянной трубки и тонкой металлической нити, натянутой по оси цилиндра. Нить служит анодом, трубка — катодом. Трубка заполняется разреженным газом, в большинстве случаев используют благородные газы аргон и неон. Между катодом и анодом создается напряжение порядка 1500 В.

Работа счетчика основана на ударной ионизации. Гамма — кванты, испускаемые радиоактивным изотопом, попадая на стенки счетчика, выбивают из него электроны. Электроны, двигаясь в газе и сталкиваясь с атомами газа, выбивают из атомов электроны и создают положительные ионы и свободные электроны. Электрическое поле между катодом и анодом ускоряет электроны до энергий, при которых начинается ударная ионизация. Возникает лавина ионов, и ток через счетчик резко возрастает. При этом на сопротивлении R образуется импульс напряжения, который подается в регистрирующее устройство. Чтобы счетчик смог регистрировать следующую попавшую в него частицу, лавинный заряд нужно погасить. Это происходит автоматически. В момент появления импульса тока на сопротивлении R возникает большое падение напряжения, поэтому напряжение между анодом и катодом резко уменьшается и настолько, что разряд прекращается, и счетчик снова готов к работе.

Важной характеристикой счетчика является его эффективность. Не все гамма-фотоны, попавшие на счетчик, дадут вторичные электроны и будут зарегистрированы, так как акты взаимодействия гамма-лучей с веществом сравнительно редки, и часть вторичных электронов поглощается в стенках прибора, не достигнув газового объема

Эффективность счетчика зависит от толщины стенок счетчика, их материала и энергии гамма — излучения. Наибольшей эффективностью обладают счетчики, стенки которых сделаны из материала с большим атомным номером Z , так как при этом увеличивается образование вторичных электронов. Кроме того, стенки счетчика должны быть достаточно толстыми. Толщина стенки счетчика выбирается из условия ее равенства длине свободного пробега вторичных электронов в материале стенки. При большой толщине стенки вторичные электроны не пройдут в рабочий объем счетчика и возникновение импульса тока не произойдет. Так как гамма-излучение слабо взаимодействует с веществом, то обычно эффективность гамма — счетчиков также мала и составляет всего 1-2 %. Другим недостатком счетчика Гейгера — Мюллера является то, что он не дает возможность идентифицировать частицы и определять их энергию. Эти недостатки отсутствуют в сцинтилляционных счетчиках.

ЗАЩИТА ОТ ИЗЛУЧЕНИЙ. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Концепция беспорогового действия радиации является в настоящее время официальной доктриной, на основании которой ведется нормирование и оцениваются гипотетически возможные неблагоприятные последствия при развитии тех или иных направлений атомной техники, а на этой основе принимаются рекомендации по радиационной защите.

Если исходить из гипотезы о беспороговом действии радиации, то любая доза облучения не безразлична для человека. Следовательно, возникает дилемма. С одной стороны, необходимо до минимума свести уровень облучения. С другой стороны, должны быть обеспечены условия широкого практического использования атомной техники, без развития которой немислим технический прогресс.

Следовательно, при рассмотрении вопроса о целесообразности использования атомной энергии или источников ионизирующих излучений в той или иной сфере человеческой деятельности, необходимо решить, какой выход отдаленных последствий, обусловленных облучением, то есть какой риск является оп-

равданным и приемлемым в настоящее время с учетом тех выгод, которое дает обществу внедрение новой технологии.

К сожалению, в настоящее время еще не выработаны обобщающие социально-экономические критерии, позволяющие количественно соотнести вред и пользу при развитии той или иной технологии. Учитывая указанные обстоятельства, Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) рекомендует при нормировании радиационного фактора приемлемый риск оценивать путем сравнения с риском от других видов профессиональной деятельности.

Радиационная безопасность персонала обеспечивается комплексом технических и организационных мер.

Безопасность персонала в первую очередь обеспечивается:

1) соблюдением требований НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010;

2) эффективностью защитных экранов и барьеров;

3) соответствующим расстоянием от источников излучения;

4) ограничением времени работы с источниками излучений;

5) применением СИЗ;

6) ограничением допуска к работе с источниками излучений по возрасту, полу, состоянию здоровья, уровню предыдущего облучения;

7) организацией радиационного контроля;

8) системой информации о радиационной обстановке.

Радиационная безопасность населения обеспечивается эффективностью мероприятий по радиацион-

ной защите в нормальных условиях и, в случае радиационной аварии, созданием условий жизнедеятельности, отвечающих требованиям нормативных документов.

Безопасность на радиационно опасном объекте и вокруг него зависит от качества проекта, выбора площадки для размещения объекта, физической защиты источника излучений, зонирования территории внутри объекта и вокруг него, условий эксплуатации технологических систем, системы радиационного контроля, радиационной грамотности персонала и населения.

Средства индивидуальной защиты от ионизирующего излучения

Защита от ионизирующего излучения основывается на четырех принципах: количество, время, расстояние, экранирование.

Защита количеством обеспечивается минимальным использованием радиоактивных веществ и других источников ионизирующего излучения. Этот принцип имеет ограниченное применение из-за жестких требований большинства технологических процессов.

Защита временем обуславливается теми же закономерностями. Максимально сократив продолжительность работы с источником ионизирующего излучения, можно значительно уменьшить получаемую дозу.

Защита расстоянием основывается на том, что доза ионизирующего излучения обратно пропорциональна квадрату расстояния до источника излучения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Практическая работа № 1: «РАСЧЕТ ПЛОЩАДИ УЧАСТКА, ЗАНИМАЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ И ПЛОЩАДИ СЛУЖЕБНО-БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ»

Цель работы: Приобретение навыков расчета площади участка занимаемого технологическим оборудованием и площади служебно-бытовых помещений производственных зданий на конкретном примере.

Практическая работа № 2: «ТЕПЛОВЛАЖНОСТНАЯ ОБРАБОТКА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ»

Цель работы: Изучение термодинамических свойств и процессов влажного атмосферного воздуха. Определение параметров рабочих процессов с использованием $I - d$ -диаграммы.

Практическая работа № 3: «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ СТЕНЫ»

Цель работы: Изучить и практически освоить расчет пределов огнестойкости железобетонной стены.

Практическая работа № 4: «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОЛОННЫ»

Цель работы: Изучить и практически освоить расчет пределов огнестойкости железобетонной колонны.

Практическая работа № 5: «РАСЧЕТ ОБЩЕОБМЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ ВОЗДУХА ЦЕХОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ»

Цель работы:

1. Приобретение навыков расчета выделения пыли при обработке хрупких металлов резанием на токарных, фрезерных, сверлильных и расточных станках конкретном примере.
2. Приобретение навыков расчета выделения пыли при абразивной обработке металла для шлифовальных и заточных станков.
3. Приобретение навыков расчета выделения пыли при применении смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ).
4. Определение количества воздуха, подаваемого в помещение для обеспечения требуемых условий воздушной среды $L_{вр}$ ($m^3/ч$).

Практическая работа № 6: «РАСЧЕТ ОБЩЕОБМЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ ВОЗДУХА СБОРОЧНО-СВАРОЧНОГО ЦЕХА»

Цель работы:

1. Приобретение навыков расчета общеобменной вентиляции по загрязнению воздуха в сборочно-сварочном цехе на конкретном примере.
 - 1.1. Приобретение навыков расчета выделения вредных веществ при автоматической сварке.
2. Определение количества воздуха, подаваемого в помещение для обеспечения требуемых условий воздушной среды при автоматической сварке сборочно-сварочного цеха.
 - 2.1. Сделать вывод.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Практическая работа № 7: «РАСЧЕТ ОБЩЕОБМЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ ВОЗДУХА ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА»

Цель работы:

1. Приобретение навыков расчета общеобменной вентиляции по загрязнению воздуха в литейном цехе на конкретном примере.
 - 1.1. Приобретение навыков расчета выделения пыли в плавильном отделении при плавке стали и чугуна.
 - 1.2. Приобретение навыков расчета выделения вредных веществ окиси углерода на заливочном участке.
 - 1.3. Приобретение навыков расчета выделения вредных веществ на выбивном участке.
 - 1.4. Приобретение навыков расчета выделения пыли в формовочно-стержневом отделении.

2. Определение количества воздуха, подаваемого в помещение для обеспечения требуемых условий воздушной среды на всех участках литейного цеха.

2.1. Сделать вывод по полученным значениям количества воздуха в литейном цехе.

3. Ответить на контрольные вопросы.

Практическая работа № 8: «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, ПОДАВАЕМОЕ МЕСТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ»

Цель работы:

1. Приобретение навыков расчета местной вентиляции на конкретном примере.

2. Определение количества воздуха, подаваемого в помещение для обеспечения требуемых условий воздушной среды цеха.

Практическая работа № 9: «РАСЧЕТ ОБЩЕОБМЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПО ТЕПЛОВОМУ ФАКТОРУ»

Цель работы: научиться рассчитывать общеобменную вентиляцию по тепловому фактору и выбирать вентилятор по найденной мощности электродвигателя.

Практическая работа № 10: «РАСЧЕТ МЕСТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ»

Цель работы: научиться рассчитывать производительность вентиляции кузнечно-прессового и термического цеха. Сделать вывод.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа № 1: «МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ (МИКРОКЛИМАТ) В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ»

Цель работы: Познакомиться с комплексом метеорологических условий в производственных помещениях, с гигиеническими требованиями (нормативами) к показателям микроклимата производственных помещений и освоить некоторые способы оценки показателей метеорологических условий.

Порядок выполнения работы

1. Изучить и законспектировать общие сведения о комплексе метеорологических условий на рабочем месте по пункту I.

2. Изучить и законспектировать сведения о способах измерения показателей микроклимата на рабочем месте по пункту II.

3. Рассчитать, согласно своего варианта, величину относительной влажности на рабочем месте по пункту III.

4. Подготовить контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 2: «ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ МЕСТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ»

Цель работы:

1. Ознакомиться с порядком нормирования местного освещения, а так же с методами и приборами для определения состояния местного освещения на рабочих местах.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Наименование работы.

Цель работы.

Материально-техническое обеспечение.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Расчет местного освещения.

Лабораторная работа № 3: «ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ»

Цель работы: Ознакомиться с порядком нормирования и расчета естественного освещения, с приборами и методами определения качества естественного освещения на рабочих местах.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Наименование работы.

Цель работы.
Материально-техническое обеспечение.
Подготовить ответы на контрольные вопросы.
Расчет естественного освещения.

Лабораторная работа № 4: «ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ»

Цель работы:

- освоение методов исследования освещенности рабочих мест;
- освоение методов расчета параметров искусственного освещения и разработки мероприятий по обеспечению освещенности рабочих мест в соответствии с санитарными нормами;
- приобретение навыков работы с нормативными документами по охране труда.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Наименование работы.
Цель работы.
Материально-техническое обеспечение.
Подготовить ответы на контрольные вопросы.
Расчет системы искусственного освещения в соответствии с заданием.

Лабораторная работа № 5: «ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАЛЫХ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА И ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ И РАСХОДА ВОЗДУХА АНЕМОМЕТРАМИ РАЗЛИЧНОГО ТИПА»

Цель работы: Ознакомление студентов с приборами измерения скорости движения воздуха и с устройством и методикой измерения малых скоростей движения воздуха с помощью кататермометров.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Наименование работы.
Цель работы.
Подготовить ответы на контрольные вопросы.
Расчет малых скоростей движения воздуха в соответствии с заданием.

Лабораторная работа № 6: «ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА В РАБОЧИХ ПОМЕЩЕНИЯХ»

Цель работы: Ознакомление со свойствами пыли, ее влиянием на организм человека, изучение методик, используемых для исследования запыленности воздуха.

Задание

Определить концентрацию пыли в пылевой камере весовым методом. Дать санитарно-гигиеническую оценку степени запыленности воздуха.

Лабораторная работа № 7: «ЗАЩИТА ОТ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ»

Цель работы: Ознакомить студентов с теорией теплового воздействия на человека, нормативными требованиями к тепловому излучению, с исследованием интенсивности тепловых излучений в зависимости от расстояния до источника и оценкой эффективности защиты от теплового излучения с помощью экранов.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Наименование работы.
Цель работы.
Сделать описание стенда.
Оценить эффективность работы теплозащитных экранов.
Дать рекомендации об организационно-технических мероприятиях по улучшению условий труда при выполнении работ в зоне действия источников тепловых излучений.
Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 8: «ИЗУЧЕНИЕ СРЕДСТВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ»

Цель работы: Изучить назначение, устройство и принцип работы средств тушения пожаров.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Наименование работы.

Цель работы.

Огнетушащие свойства воды.

Средства тушения пожаров водой.

Классификация пожарных рукавов, стволов и sprысков.

Назначение и принцип действия спринклерных и дренчерных установок.

Пена. Кратность и огнегасительные свойства. Способы и средства получения пены.

Классификация огнетушителей.

Назначение огнетушителей, принцип действия и область их применения.

Автономные системы пожаротушения: назначение, принцип действия, область применения.

Лабораторная работа № 9: «ИЗУЧЕНИЕ СРЕДСТВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ»

Цель работы: Ознакомиться с конструкциями и применением ручных огнетушителей, с нормами их запаса.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Наименование работы.

Цель работы.

Ознакомиться с п. 3.1 и приведенными ниже краткими теоретическими сведениями.

Изучить устройство и принцип действия огнетушителей.

Заполнить табл. 1, 2 с помощью общих сведений.

Выполнить технический рисунок основных частей огнетушителей ОХП-10, ОУ-2, ОП-5.

Рассчитать необходимое количество первичных средств тушения пожаров для образовательного учреждения, заполнив табл. 3 с помощью Приложений, используя вариант, назначенный преподавателем, по таблице 4.

Подготовить ответиты на контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 10: «ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ»

Цель работы: Ознакомление со способом определения радиационного контроля и оценке соответствия параметров радиационной обстановки нормативам.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Наименование работы.

Цель работы.

Ознакомиться с методикой.

В соответствии с категорией облучаемых лиц, группой критических органов и режимов работы определить основные дозовые пределы (ПДД и ПД).

Определить максимальную эквивалентную дозу излучения.

Сделать вывод о соответствии радиационной обстановки нормам радиационной безопасности.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

ОСНОВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, эффективного формирования запланированных компетенций, повышения качества подготовки используются следующие инновационные образовательные технологии:

- информационно-коммуникативные технологии, позволяющие овладеть и свободно оперировать большим запасом знаний путем самостоятельного изучения профессиональной литературы, применения новых информационных технологий, включая использование технических и электронных средств получения информации;

- проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать средства для их решения;
- практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений и навыков, позволяющих качественно осуществлять профессиональную деятельность;
- личностно-ориентированные технологии, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности учебном процессе;
- здоровьесберегающие технологии, позволяющие равномерно во время занятия распределять различные виды заданий, определять время подачи сложного учебного материала, выделять время на проведение самостоятельных работ.

По интересующим студентов вопросам можно обращаться к:

преподавателям кафедры «ПБ», ауд. 532-10 (профессор Кузнецов Д.М.);
старшему преподавателю каф. «ПБ» Гапоновой Е.Ю., ауд. 534-10.

Адрес кафедры: 344029, Ростов-на-Дону, ул. Страны Советов, 1(корпус 10);
тел. (863) 258-91-58;

e-mail кафедры «ПБ» — spu-39.2@donstu.ru;

e-mail ст. преподавателя кафедры «ПБ» Гапоновой Е.Ю. — caterina.gaponova@yandex.ru
(с указанием фамилия преподавателя);

Сайт кафедры «ПБ» — <https://donstu.ru/structure/science-education/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti-i-inzhenernaya-ekologiya/proizvodstvennaya-bezopasnost/>;

Сайт ДГТУ — <http://www.donstu.ru/>

СОСТАВИТЕЛИ:

ГАПОНОВА Екатерина Юрьевна
КУЗНЕЦОВ Дмитрий Евгеньевич
ГАПОНОВ Сергей Владимирович

**Методические материалы по изучению
дисциплины «Безопасность труда» для
обучающихся 3-ого курса направления
20.03.01 «Техносферная безопасность»
всех форм обучения**

Ответственный за выпуск
заведующий кафедрой «Производственная безопасность», д-р технич. наук, профессор С.Л. Пушенко

В печать

Объем усл.п.л. Офсет. Формат 60×84/16.

Бумага тип №3. Заказ № . Тираж . Цена свободная

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.