



Н.В. Крепша
Ю.Ф. Свиридов

Безопасность жизнедеятельности

Учебно – методическое пособие

Издательство ТПУ

Томск 2003

ББК 68.9

С 40

С 40 Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности:
Учеб.– метод. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. - 145 с.

Пособие написано в соответствии с Примерной программой Министерства образования РФ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности». В доступной форме изложены основы обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в производственной и природной среде. Пособие подготовлено на кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности ТПУ и предназначено для студентов ИГНД очного и заочного обучения.

ББК 68.9

Рекомендовано к печати Редакционно-издательским Советом Томского политехнического университета

Рецензенты

В.Д. Федосова

доцент кафедры химии и технологии материалов современной энергетики Северского государственного технологического института,
кандидат технических наук

М.В. Белов

начальник отдела экспертизы условий и охраны труда Управления социально-трудовых отношений администрации Томской области,
кандидат физико-математических наук

© Томский политехнический университет, 2003
© Оформление. Издательство ТПУ, 2003

Предисловие

*Мир опасностей столь же многообразен
и изменчив, как и жизнь, которой он
сопутствует и угрожает*
Белов С.В.

Научно-технический прогресс подобно цепной реакции соединяет воедино природные, антропогенные и общественные процессы, увеличивая систему связанных с ними угроз человечеству в техносфере. Поэтому знание основ безопасности жизнедеятельности (БЖД) является важным условием профессиональной деятельности инженера любого профиля, в том числе и геологоразведочного производства.

Задача современного образования в техническом вузе по безопасности жизнедеятельности – дать необходимые представления, знания, умения в данной области, которые позволят справиться с растущими угрозами в техносфере и проблемами обеспечения БЖД в системе «человек – производство – окружающая среда».

Данное учебное пособие, написанное для студентов очного и заочного отделений Института геологии и нефтегазового дела ТПУ, обеспечивает необходимый фундамент общего образования будущих специалистов по проблемам безопасности. Предмет изучается на заключительном этапе подготовки бакалавров, после изучения общенаучных, социальных и основных геологических дисциплин. Этим определяется его технический университетский характер. Особенностью дисциплины является системный, обобщенный подход к изучению проблем защиты человека в условиях современного геологического производства. При дальнейшей подготовке инженеров на базе бакалавров изучается цикл специальных дисциплин с разделами по безопасности конкретных видов работ, характерных для той или иной геологической специальности. Тем не менее, авторы в содержании данного учебного пособия старались максимально учесть специфику геологоразведочного процесса. При проведении геологических, буровых, геофизических, гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических исследований к основным видам работ обычно относят полевые, лабораторные, камеральные, а к вспомогательным – энергоснабжение, водоснабжение, ремонтные, транспортные, погрузочно-разгрузочные и др. Особенностью работ в геологии является также широкое использование взрывчатых веществ, источников ионизирующих излучений, химических веществ, сосудов под давлением, различного рода транспорта и оборудования. Поэтому, наряду с обобщенным подходом к изучению проблем защиты человека в системе «человек – производство – окружающая

среда», в данном учебном пособии излагаются основы охраны труда применительно к поисково-съёмочным, геологоразведочным и нефтегазовым работам.

При формировании содержания пособия авторы придерживались следующих методических принципов:

- все проблемы возникают в системе «человек - производство – среда», поэтому для понимания необходимо изучить все звенья этой системы как источник опасности;

- уметь идентифицировать вредные и опасные факторы, формирующиеся в звеньях этой системы;

- получить навыки анализа и применения в выпускных квалификационных проектах и работах изученных методов и средств защиты от выявленных вредностей и опасностей.

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» включает следующие темы: теоретические основы БЖД в системе «человек – производство – окружающая среда», правовые, нормативно-технические и организационные основы, анатомо-физиологические последствия воздействия на человека вредных и опасных факторов, их идентификацию, вопросы производственной санитарии и техники безопасности в геологии.

Приводится большой список опубликованной литературы по рассматриваемой тематике. Пособие основано на новейшей системе действующих государственных нормативных актов в области охраны труда, утвержденных органами законодательной власти на декабрь 2002 года.

Данное учебное пособие предназначено больше для студентов - заочников, обучающихся в ИГНД ТПУ. Оно не является альтернативным имеющимся единичным учебникам по курсу «Безопасность жизнедеятельности», но способствует достижению образовательной цели – успешной сдаче экзамена. Используя пособие при подготовке к экзаменам, студенты могут в предельно сжатые сроки систематизировать и конкретизировать знания, сосредоточить свое внимание на основных понятиях, отвечая на вопросы самоконтроля после каждой темы.

По задачам и структуре пособие приближается к учебнику, носит компилятивный характер и базируется на опыте многолетнего чтения авторами данной дисциплины студентам Института геологии и нефтегазового дела.

Авторы будут признательны за любую объективную критику и конкретные предложения по существу предмета.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1.1. Общие положения

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека со средой обитания. Жизнедеятельность человека неразрывно связана с окружающей его средой. Она осуществляется или в условиях производственной среды или окружающей природной среды, т.е. в среде обитания.

Среда обитания – окружающая человека среда – это совокупность факторов (физических, химических, биологических, социальных), способных оказывать прямое или косвенное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

В системе «человек – среда обитания» в соответствии с законом сохранения жизни происходит непрерывный обмен потоками вещества, энергии и информации. В этих условиях человек подвергается воздействию опасностей. «По-видимому, на свете нет ничего, что не могло бы случиться» (Марк Твен). Поэтому, проблема защиты человека от опасностей возникла с момента его появления на Земле. Потоки веществ, энергии и информации имеют естественную (природную) и техногенную (антропогенную) природу.

На заре человечества опасности имели *природный* характер – молнии, землетрясения, наводнения, ураганы, дикие животные, ядовитые змеи и т.д. Существовать на этом свете тогда было небезопасно. Теперь, с развитием человечества появились опасности, творцом которых стал человек. Это угрозы техногенного характера. В настоящее время от них страдает все больше людей.

За последние двадцать лет число чрезвычайных ситуаций техногенного характера увеличилось в два раза. В нашей стране ежегодно происходит более 13 млн. несчастных случаев: более всего, 400 тыс., на производстве; 200 тыс. на транспорте; 10 тыс. при пожарах. Россия в настоящее время вступила в полосу техногенных катастроф. По прогнозу Министерства чрезвычайной ситуации Россию в 2004 году, также как и в 2003 году ожидает немало природных катастроф: возрастет число лесных пожаров, весной предстоят сильные паводки, наводнения с тайфунами. Статистические данные свидетельствуют, что больше всего людей погибает, становятся инвалидами и больными от опасностей *техногенного, природного и экологического* характера.

Нельзя утверждать, что современное состояние безопасности – это результат бездеятельности и кризиса государственной власти. Мини-

стерство по чрезвычайным ситуациям, возглавляемое Сергеем Шойгу, проводит достаточную работу по ликвидации различного рода чрезвычайных ситуаций в России и за рубежом. Но наша спасательная отечественная техника оказалась беспомощной в ситуации страшной гибели подводной лодки «Курск» в августе 2000 года.

По официальной статистике МЧС, причина двух третей техногенных катастроф – «несвоевременный и некачественный ремонт». Трубы лопаются, станки выходят из строя, системы управления отказывают, дома рушатся. Большая часть оборудования в России была введена в строй в 60-е годы. Средняя степень износа оборудования в машиностроении 70 %, в химической и нефтехимической – 80%. Фактический срок годности наших станков 33 года. Нормальный срок годности станков по мировым стандартам 8–9 лет.

Что же делать в современной ситуации? По словам сотрудников Госстроя, самым лучшим было бы 10 лет вообще ничего нового не строить, а все деньги направлять на капитальный ремонт. Для этого потребуются инвестиции 40 – 50 млрд. долл. в год.

Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют, когда потоки вещества, энергии и информации находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природой. Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека или окружающую природу. Взаимодействие человека со средой может быть позитивным и негативным. Различают следующие состояния взаимодействия в системе «человек – среда обитания»:

комфортное (оптимальное) или жизненно необходимое, когда создаются благоприятные условия деятельности и отдыха, предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и продуктивной деятельности;

допустимое (нейтральное), когда нет негативного влияния на здоровье человека, но взаимодействия в системе «человек – среда обитания» приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека;

опасное (вредное), когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая заболевания или деградацию окружающей среды;

чрезвычайно опасное (ЧП), когда потоки энергии высоких уровней за короткий период могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушение в природной среде.

Из четырех характерных состояний взаимодействия человека и окружающей среды лишь первые два (комфортное и допустимое) соответ-

ствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а два последние (опасное и чрезвычайно опасное) – недопустимы для процессов жизнедеятельности, сохранения и развития природной среды.

Например, требуется определить, является ли безопасным для работников на химическом производстве воздух рабочей зоны, в котором содержатся пары бензина. По нормативному документу (ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования») находим, что величина предельно допустимой концентрации (ПДК) этого вещества составляет 100 мг/м куб. Если действительно величина концентрации бензина в воздухе не превышает этого значения (например, 85 мг/м куб), то такой воздух является безопасным для работающих. Если величина концентрации бензина в воздухе превышает это значение, то следует применять специальные меры для снижения повышенной концентрации паров бензина до безопасного, например, использование приточно-вытяжной вентиляции, средств индивидуальной защиты и т.д.

Предметом научной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД) является деятельность человека и способы защиты его от опасностей.

Опасность – центральное понятие в безопасности жизнедеятельности.

Опасность – это процессы, явления, предметы, оказывающие негативное влияние на жизнь и здоровье человека, способные причинить ущерб природной среде.

Человеческая практика дает основание утверждать, *что любая деятельность потенциально опасна*. Эта значит, что все действия человека и факторы среды обитания, прежде всего технические средства и технологии, обладают способностью генерировать травмирующие и вредные факторы. Аксиома о потенциальной опасности любой деятельности положена в основу научной проблемы обеспечения безопасности человека.

Эта аксиома имеет два важных вывода:

1. Невозможно разработать (найти) абсолютно безопасный вид производственной деятельности человека.
2. Ни один вид деятельности не может обеспечить абсолютную безопасность для человека, т.е. нулевых рисков не бывает.

С момента своего появления человек **перманентно** (постоянно) живет и действует в условиях изменяющихся **потенциальных** (возможных) опасностей. Все опасности носят потенциальный и всеобщий характер. Они могут быть везде, но не всегда приносят вред человеку и окружающей среде.

Опасности имеют ограниченную зону воздействия, которая называется *зоной действия опасности*. Только реализуясь во времени и в пространстве, опасности могут причинить вред здоровью человека (травмы, болезни, стрессы).

Источниками формирования опасностей в конкретной деятельности являются:

- сам человек как сложная система «организм – личность». Непригодными для реализации конкретной деятельности могут быть люди с плохим здоровьем, физиологическими ограничениями возможностей организма, психологическими расстройствами и т.д.;
- процессы взаимодействия человека и элементов среды обитания.

В условиях производства на человека действуют в основном техногенные опасности, которые принято называть *опасными и вредными производственными факторами*.

Опасным производственным фактором (ОПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или резкому ухудшению здоровья. К опасным производственным факторам относятся, например, электрический ток определенной силы; возможность падения с высоты самого работающего либо различных деталей и предметов; оборудование, работающего под давлением выше атмосферного, и т.д.

Вредным производственным фактором (ВПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Заболевания, возникающие под действием производственных факторов, называются профессиональными. К вредным производственным факторам относятся: неблагоприятные метеорологические условия; запыленность и загазованность воздушной среды; воздействия шума, инфра- и ультразвука, вибрации и др.

Все опасные и вредные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003–74. ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» по условиям их проявления в окружающей среде подразделяются на *физические, химические, биологические и психофизиологические*.

К *физическим опасным и вредным факторам* относятся электрический ток, повышенное давление паров или газов в сосудах, недопустимые уровни шума, вибрации, недостаточная освещенность и т.д.

Химические опасные и вредные производственные факторы представляют собой вредные для организма человека вещества в различных состояниях. К ним относятся общетоксические, раздражающие, сенсибилизирующие (вызывающие аллергические заболевания), канцероген-

ные (вызывающие развитие опухолей), мутагенные (действующие на половые клетки организма). В эту группу входят многочисленные пары и газы: пары бензола, оксид углерода, азота, аэрозоли свинца и т.д.

Биологические опасные и вредные производственные факторы: различные микроорганизмы (бактерии, вирусы и т.д.), воздействие которых на работающих вызывает травмы или заболевания.

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы – это физические и эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение, монотонность труда.

Четкой границы между опасными и вредными производственными факторами часто не существует. Состояние условий труда, при котором исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов, называется *безопасностью* труда.

Структура дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» состоит из трех взаимосвязанных разделов: **охрана человека в быту, охрана человека в процессе труда, охрана окружающей среды.**

Охрана труда (ОТ) – система законодательных актов и норм, направленных на обеспечение безопасности труда и соответствующих им социально-экономических, организационных, технических и социально-гигиенических мероприятий. Охрана труда состоит из следующих разделов:

1. Основы законодательства об охране труда.
2. Производственная санитария (ПС).
3. Основы техники безопасности (ТБ).
4. Основы пожарной профилактики.

Производственная санитария – это комплекс организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Техника безопасности – это комплекс организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Целью безопасности жизнедеятельности как науки является разработка научных основ и практических рекомендаций для оптимального поведения человека в мире опасностей.

Дисциплина «БЖД» решает следующие задачи:

1. Идентификация опасных и вредных производственных факторов.
2. Защита человека от опасных и вредных факторов.
3. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени.

В дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» рассматриваются вопросы предупреждения опасного и вредного воздействия окружающей среды на человека. Она носит профилактический характер. Знание законов, требований, и рекомендаций по безопасности жизнедеятельности необходимо всем специалистам, инженерно-техническим работникам, руководителям предприятий, поскольку они ежедневно в быту и на производстве сталкиваются с проблемой обеспечения безопасности и сохранения здоровья своего и своих подчиненных. Она является частью единой области человеческой деятельности, имеющей приоритетное значение в жизни человека.

Таким образом, дисциплина изучает *общие опасности*, угрожающие каждому человеку и способы защиты от них в любых условиях обитания человека. Вред человеку может наносить любая деятельность: работа на производстве (трудовая деятельность), различные виды отдыха, развлечения и даже деятельность, связанная с получением знаний.

Основой выживания человека в среде его обитания является:

- 1) *умение* предвидеть и идентифицировать (распознать) опасности (вид, пространственные и временные координаты), по возможности их избегать, по необходимости действовать;
- 2) *знание* об окружающих опасностях;
- 3) грамотные *действия*;
- 4) *желание* совершенствовать свои физические возможности, чтобы противостоять опасностям.

1.2. Понятие риска

Нормативы безопасности труда (ПДК и ПДВ) являются критериями экологичности источника воздействия на среду обитания. Соблюдение этих критериев гарантирует безопасность жизненного пространства.

В тех случаях, когда потоки масс или энергии могут нарастать стремительно и достигать чрезмерно высоких значений (например, при авариях) в качестве критерия безопасности принимают допустимую вероятность (риск) возникновения подобного события.

Риск – количественная характеристика действия опасностей, формируемых конкретной деятельностью человека.

Риск - это частота реализации опасностей или некая мера ожидаемых потерь при конкретных действиях субъекта. Величину риска определяют по формуле:

$R = n/N$ (чел⁻¹ год⁻¹), где R – риск; n - число чрезвычайных событий в год; N – общее число событий в год.

Например, следует определить риск гибели человека в России за 1 год; известно, что численность работающих на производстве равна 138 млн. человек, а ежегодно погибает на них 14 тыс. человек.

Решение: $R = 1.4 \cdot 10^4 / 1.38 \cdot 10^8 = 10^{-4}$ (чел⁻¹ год⁻¹).

Риск в настоящее время все чаще используется для оценки воздействия негативных факторов производства. Это связано с тем, что риск как количественную характеристику реализации опасностей, можно использовать для оценки состояний условий труда, экономического ущерба; формировать систему социальной политики на производстве (обеспечение компенсаций, льгот). В настоящее время ГОСТом Р 12.0.006-2002 ССБТ «Общие требования к управлению охраной труда в организации» предусматривается кроме разработки, внедрения идентификации опасностей также и оценку, регулирование и контроль риска.

Потенциальными носителями риска следует считать *среду* (производственную, природную) и *субъект* (человека). Субъект в процессе своей деятельности (принятия решения) создает опасные воздействия и становится субъектом опасности. Это определяется его надежностью: профессионализмом, информируемостью, уровнем знания техники безопасности и т.д.

В производственных условиях различают индивидуальный и коллективный риск.

Индивидуальный риск характеризует реализацию опасности определенного вида деятельности для конкретного индивидуума.

В нашей стране используются показатели индивидуального производственного риска – показатели производственного травматизма, профессиональной заболеваемости (частота несчастных случаев и профессиональных заболеваний).

Коллективный риск – это травмирование или гибель двух и более человек от воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Классификация источников опасности и уровней риска смерти человека представлена в табл.1.

В настоящее время сложилось представление о величинах *приемлемого (допустимого) и неприемлемого риска*.

Современный мир отверг концепцию абсолютной безопасности и пришел к концепции *приемлемого (допустимого) риска*.

Приемлемый риск – это такой низкий уровень смертности, травматизма или инвалидности людей, который не влияет на экономические показатели предприятия, отрасли экономики или государства. Это такой

риск, который приемлет общество в данный период времени. Риски, которые признаны неприемлемыми, должны быть использованы как база для разработки целей и задач в области охраны труда на предприятиях.

Таблица 1

Классификация источников и уровней риска смерти человека в промышленно развитых странах (R – число смертельных случаев чел⁻¹ год⁻¹)
(Кукин, 1999)

Источники	Причины	Среднее значение
Внутренняя среда организма	Генетические и соматические заболевания, старение	$R_{cp} = 0,6-1 \cdot 10^{-2}$
Естественная среда обитания	Несчастные случаи от стихийных бедствий (землетрясения, ураганы, наводнения и др.)	$R_{cp} = 1 \cdot 10^{-6}$ Наводнения = $4 \cdot 10^{-5}$ Землетрясения = $3 \cdot 10^{-5}$ Грозы = $6 \cdot 10^{-7}$ Ураганы = $3 \cdot 10^{-8}$
Техносфера	Несчастные случаи в быту, на транспорте, заболевания от загрязнения окружающей среды	$R_{cp} = 1 \cdot 10^{-3}$
Профессиональная деятельность	Профессиональные заболевания, несчастные случаи на производстве (при профессиональной деятельности)	Профессиональная деятельность: Безопасная $R_{cp} < 10^{-4}$ Относительно безопасная $R_{cp} = 10^{-4} - 10^{-3}$ Опасная $R_{cp} = 10^{-3} - 10^{-2}$ Особо опасная $R_{cp} > 10^{-2}$
Социальная среда	Самоубийства, самоповреждения, преступные действия, военные действия и т. д.	$R_{cp} = (0,5 - 1,5) \cdot 10^{-4}$

Приемлемый риск имеет вероятность реализации негативного воздействия **менее 10^{-6}** . По международной договоренности принято считать, что действие *техногенных* опасностей (технический риск) должно находиться в пределах **10^{-7} – 10^{-6}** .

Концепция приемлемого риска в нашей стране пока не востребована. Введение понятия «приемлемый риск» является в России необходимой процедурой, так как направлено на защиту безопасности жизни человека. Кроме оценки риска в новом нормативном документе по

управлению охраной труда в организации предусматривается регулирование и контроль риска. В числе мер по регулированию и контролю используют: исключение опасной работы (процедуры); замену опасной процедуры; инженерные методы контроля (диагностики); административные методы контроля; средства коллективной и индивидуальной защиты.

При проведении работ с высоким уровнем риска должны даваться письменные разрешения на проведение таких работ.

Неприемлемый риск имеет вероятность реализации негативного воздействия **более 10^{-3}** .

По оценке, регулированию и контролю риска для оценки воздействия негативных факторов производства специалисты в России имеют две точки зрения.

Первая группа специалистов предлагают ввести экономический эквивалент человеческой жизни. Такой подход вызывает возражения, так как человеческая жизнь свята и финансовые сделки недопустимы. Сколько надо израсходовать средств, чтобы спасти человеческую жизнь? По зарубежным исследованиям жизнь оценивается от 650 тысяч до 7 млн. долларов США. В России все большее распространение получают экономические методы управления риском (страхование, денежная компенсация ущерба, платежи за риск и т.д.).

Вторая группа специалистов считают целесообразным в законодательном порядке ввести квоты за риск. Квота – доля средств, которая устанавливается для каждого человека, занятого на производстве в случае несчастья.

Как повысить уровень безопасности? Это основной вопрос теории и практики безопасности жизнедеятельности.

1.3. Безопасность и принципы технической защиты человека

Безопасность – это состояние деятельности, при котором с определенной вероятностью исключаются потенциальные опасности, влияющие на здоровье человека.

Безопасность следует понимать как комплексную систему мер по защите человека и среды обитания от опасностей, формируемых конкретной деятельностью. Чем сложнее вид деятельности, тем должна быть более комплексной система защиты (безопасность этой деятельности). Комплексную систему в условиях производства составляют следующие меры защиты:

- правовые
- организационные

- экономические
- технические
- санитарно-гигиенические
- лечебно-профилактические

Комплексность проблемы определяется ее сложностью. Для охраны человека нужно знать его биологические особенности, производственное оборудование и окружающую среду, в которой он работает. Охрана труда не будет эффективной, если для нее не будут приняты законы и нормативные документы в области охраны труда, нормы поведения людей в процессе труда, финансирование и т.д. Все эти действия людей должны быть взаимосвязаны, скоординированы и быть едины в достижении поставленной цели: защите труженика. Защита человека в процессе труда осуществляется всеми вышеперечисленными элементами системы охраны труда. От правильной организации работ по охране труда в значительной степени зависит их эффективность.

Рассмотрим далее общие инженерно-технические принципы охраны труда на производстве как элемент сложной комплексной системы. Мы будем иметь в виду защиту человека как от вредных, так и опасных факторов производственной среды.

Принципы технической защиты человека в процессе труда состоят в следующем.

1. *Исключение из производства неблагоприятных факторов и процессов.* Исключение производится путем замены опасных и вредных процессов, факторов, материалов неопасными, но технологически идентичными. Например, деревянные конструкции, опасные в пожарном отношении, заменяются бетонными и металлическими.

2. *Нейтрализация вредностей (опасностей) в источниках их возникновения.* Например, при добыче угля в воздух поступает значительное количество пыли. Обработка угольного массива водой под давлением перед отбойкой позволяет связать эту пыль и уменьшить пылеобразование при добыче.

3. *Применение специальных технических средств и способов, предохраняющих человека от неблагоприятного воздействия производственных факторов.* В реальных условиях реализуется комбинация названных методов.

Для обеспечения безопасности исходя из способов защиты применяют средства *коллективной защиты (СКЗ)* и средства *индивидуальной защиты (СИЗ)*.

Средства *коллективной защиты (СКЗ)* защищают в основном от вредных и опасных факторов (шума, вибрации, электростатических зарядов и т.д.), а средства *индивидуальной защиты (СИЗ)* - отдельные

органы (средства защиты органов дыхания, рук, головы, лица, глаз и т.д.).

По техническому исполнению СКЗ подразделяются на следующие группы: ограждения, блокировочные, предохранительные устройства, тормозные, световая и звуковая сигнализация, знаки безопасности, заземления и зануления, освещение, изолирующие, герметизирующие средства и др.

К СИЗ относятся противогазы и респираторы, маски, различные виды специальной одежды, шлемы, защитные очки, каски и т.д. Их следует рассматривать как вспомогательные и временные меры защиты человека от опасных и вредных факторов.

Любой защите должна предшествовать оценка неблагоприятного воздействия того или иного производственного фактора на человека. Такая оценка проводится по результатам аттестации рабочих мест по условиям труда. Она может быть выполнена по отдельным факторам производственной среды или по совокупности факторов. В охране труда критерии параметров опасных и вредных факторов называют гигиеническими нормами или предельно допустимыми значениями фактора. Гигиенические нормативы являются основой защиты человека в процессе труда.

За гигиеническими нормативами следует целая система технических нормативов. Технические нормативы нужны для реализации гигиенических нормативов. Например, для обеспечения прохождения через человека безопасного электрического тока при работе с электрооборудованием, применяется изоляция токоведущих частей оборудования. Толщина изоляционного покрытия зависит от применяемого напряжения и вида изолирующего материала и нормируется.

Если неблагоприятный фактор нельзя исключить или нейтрализовать в источнике возникновения, он начинает действовать в некоторой части пространства. Часть пространства, в пределах которой действует неблагоприятный фактор, называется *опасной зоной*. С понятием опасной зоны связан один из способов защиты человека – *защита расстоянием*. В зависимости от условий защита расстоянием может выполняться путем *труднодоступного расположения опасной зоны* (например, расположение линии электропередачи на мачтовых опорах) или ее *обозначения* или *ограждения*. Например, при ведении взрывных работ устанавливаются предупреждающие надписи типа «Стоять! Опасно: ведутся взрывные работы». Примерами ограждений являются натянутые канаты, решетки корпуса машин и т.д.

Вторым способом защиты человека в условиях действия на него опасного фактора производства является применение *защитных экра-*

нов. Это препятствие, затрудняющее распространение вредного или опасного фактора. Экран ограждает человека. Например, экранами могут быть щиты, навес от солнца, кабина водителя автосамосвала, защитные очки электросварщика и т.д.

Особый, третий вид защиты – *защита временем*. Эта такая система защиты, при которой исключается одновременное присутствие в данном месте пространства человека и действия в этом месте неблагоприятного фактора. Несовпадение во времени присутствия человека и действия опасности может быть обеспечено организационными мероприятиями (режимом работы предприятия, графиком технологических процессов и т.д.). Примером является действие на человека ионизирующего излучения (теплого, электромагнитного и т.д.). Ограничительные дозы действия фактора могут производиться самим человеком по имеющимся в его распоряжении соответствующим приборам. В этом случае при показаниях приборов, близких к предельно допустимым, человек должен покинуть опасную зону. При использовании этого способа защиты необходимо, чтобы доза действия неблагоприятного фактора не приводила к необратимым последствиям, она не должна вызывать изменения в потомстве. В данном случае особое значение приобретает гигиеническое нормирование.

Дополнительные способы и средства технической защиты включают: освещение рабочего места, окраску опасных объектов, надписи. *Освещение* может помочь человеку своевременно распознать опасность. Для этого оно должно быть достаточным, не слепящим и не контрастным, правильно направленным и т.д. *Окраска* опасных объектов может помочь работающему избежать их опасного воздействия. Опасные объекты окрашивают красным цветом, желтым, привлекают внимание человека к потенциально опасным объектам или ситуациям. Специальную окраску имеют баллоны со сжатыми газами (в зависимости от вида газа), трубопроводы (в зависимости от их назначения), опасные части автодорог и т.д. *Надписи* также ориентируют человека в мире опасностей. Они могут указывать на необходимость соблюдения безопасных приемов работы и способов поведения («Не работай без упора» на самосвалах, «Курить запрещено» и др.), обозначать опасные части установок («Сжатый воздух» и др.), обозначать значения опасных факторов (величина напряжения, давления и т.д.).

Таким образом, технические средства защиты являются основной гарантией безопасности человека. Максимальная безопасность человека на производстве может быть обеспечена лишь комплексным применением соответствующих мероприятий – организационных, правовых, экономических.

Для обеспечения безопасности конкретной производственной деятельности должны быть выполнены следующие условия:

1. Осуществление детального анализа (идентификация) опасностей, формируемых в любой производственной деятельности в следующей последовательности: а) выявление источников опасности; б) определение элементов производственного процесса, которые могут вызывать эти опасности; в) введение ограничения на анализ, т.е. исключить те опасности, которые не будут изучаться.

2. Выявление последовательности (причинной цепочки) опасных ситуаций с построением дерева событий и опасностей на основе системного анализа.

3. Разработка эффективных мер защиты человека и среды обитания от выявленных опасностей. Под эффективными понимаются такие меры защиты человека на производстве, которые при минимуме материальных затрат дают наибольший эффект: снижают заболеваемость, травматизм и смертность.

Рассмотрим подробнее построение «дерева причин – опасностей» как системы. Любая опасность реализуется, принося ущерб, благодаря какой-либо причине или нескольким причинам. Следовательно, предотвращение опасностей или защита от них базируется на знании причин. Между реализованными опасностями и причинами существует причинно-следственная связь «опасность – причина – следствие». Причины и опасности образуют иерархические, цепные структуры. Графическое изображение таких зависимостей напоминает ветвящееся дерево. В строящихся «деревьях», как правило, есть ветви причин и ветви опасностей. Оно строится дедуктивно (от общего к частному), от головного события к вызывающим последствиям. Конечная цель анализа – предотвращение нежелательных событий. Каковы условия формирования происшествий? Их бывает несколько, например, отказ техники, ошибки работающих, нерасчетные воздействия со стороны окружающей среды.

Рассмотрим процедуру построения дерева на простейшем примере (рис. 1.3).

Будем считать, что для гибели человека от электрического тока необходимо и достаточно включение его тела в цепь, обеспечивающую прохождение смертельного тока.

Следовательно, чтобы произошел несчастный случай (А), необходимо наложение трех условий:

Б – наличие потенциала высокого напряжения на металлическом корпусе электроустановки;

В – появление человека на токопроводящем основании, соединенном с землей;

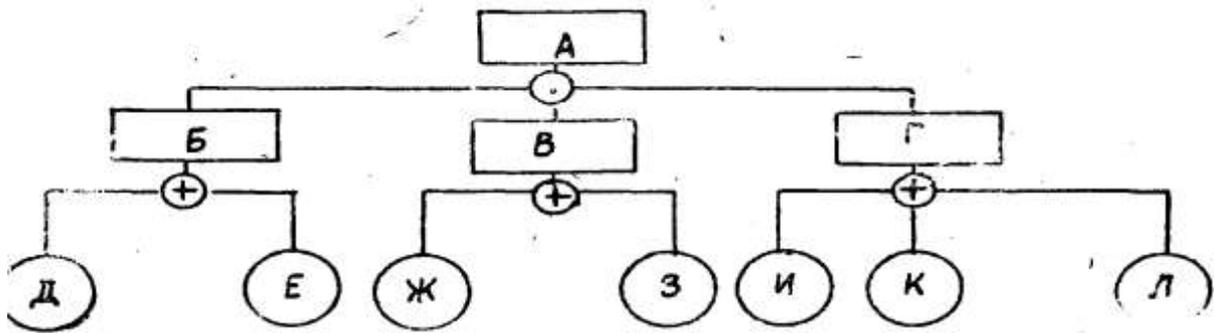


Рис. 1.3. Построение дерева «причин – опасностей»
«Электрический ток»

Г – касание человеком корпуса электроустановки.

Д – понижение сопротивление изоляции токоведущих частей;

Е – замыкание;

Ж – вступление человека на токопроводящее основание;

З – касание человеком заземленных элементов оборудования;

И – ремонт под напряжением;

К – техобслуживание;

Л – использование электроустановки по назначению.

Имея вероятность и частоту возникновения первичных событий, можно определить вероятность венчающего события количественно:

$$A = (Д + Е) (Ж + З) (И + К + Л).$$

Примем вероятность события равной 0.1, тогда получим априорную (до опыта) оценку риска гибели человека от электрического тока равной 0.012 или 10^{-4} .

Вопросы для самоконтроля

1. Определите понятие опасности в БЖД. Его характеристика.
2. Дайте определение понятий «опасный производственный фактор» и «вредный производственный фактор». Существует ли между ними четкая граница?
3. Как подразделяются опасные и вредные производственные факторы согласно нормативным документам?
4. Обозначьте структуру дисциплины и дайте характеристику понятиям «безопасность труда», «производственная санитария», «техника безопасности»?
5. Укажите физический смысл и количественную оценку риска. Пример.
6. Что такое приемлемый риск? Его величина.
7. Условия обеспечения безопасности производственной деятельности.
8. Цель и методика построения «дерева причин–опасностей».
9. Охарактеризуйте принципы защиты человека от опасных и вредных производственных факторов.

2. ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА

2.1. Законодательство об охране труда

Законодательство Российской Федерации об охране труда состоит из соответствующих норм *Конституции Российской Федерации, Федерального Закона об основах охраны труда в Российской Федерации* (1999 г.) и издаваемых в соответствии с ними законодательных и иных нормативных и подзаконных *актов* Российской Федерации и республик в составе Российской Федерации. Подзаконными актами являются правовые акты, издаваемые компетентными органами государственного управления во исполнение действующих законов.

В соответствии со *ст. 37 Конституции Российской Федерации* каждый человек имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Согласно *ст. 41 Конституции РФ* каждый имеет право на охрану здоровья.

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

- признание и обеспечение приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности предприятия;
- установление единых нормативных требований по охране труда для предприятий всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности;
- государственное управление деятельностью в области охраны труда, включая государственный надзор и контроль за соблюдением законодательных и иных нормативных актов об охране труда и т.д.

Право работника на охрану труда закреплено в *ст. 4 Федерального Закона об основах охраны труда в Российской Федерации*. В соответствии с этой статьей каждый работник имеет право на охрану труда, в том числе:

- а) на рабочее место, защищенное от воздействия вредных или опасных производственных факторов, которые могут вызвать производственную травму, профессиональное заболевание или снижение работоспособности;
- б) на возмещение вреда, причиненного ему увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанным с исполнением им трудовых обязанностей;
- в) на получение достоверной информации от работодателя или государственных и общественных органов о состоянии условий и охраны

труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о принятых мерах по его защите от воздействия вредных и опасных производственных факторов;

г) на отказ без каких-либо необоснованных последствий для него от выполнения работ в случае возникновения непосредственной опасности для его жизни и здоровья до устранения этой опасности;

д) на обеспечение средствами коллективной и индивидуальной защиты в соответствии с требованиями законодательных и иных нормативных актов по охране труда за счет средств работодателя;

е) на обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;

ж) на профессиональную переподготовку за счет средств работодателя в случае приостановки деятельности или закрытия предприятия, цеха, участка либо ликвидации рабочего места вследствие неудовлетворительных условий труда, а также в случае потери трудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием;

з) на проведение инспектирования органами государственного надзора и контроля или общественного контроля условий и охраны труда, в том числе по запросу работника, на его рабочем месте;

е) на обращение с жалобой в соответствующие органы государственной власти, а также в профессиональные союзы и иные уполномоченные работниками представительные органы в связи с неудовлетворительными условиями и охраной труда;

к) на участие в проверке и рассмотрении вопросов, связанных с улучшением условий и охраны труда.

Право работников на здоровые и безопасные условия труда закрепляется в Трудовом кодексе РФ.

В содержание Трудового кодекса входят разделы: Трудовой договор, Рабочее время, Время отдыха, Гарантии и компенсации, Охрана труда, Профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации работников, Трудовой распорядок, дисциплина труда, Материальная ответственность сторон трудового договора и другое.

Правовые нормы по охране труда, содержащиеся в *Федеральном Законе об основах охраны труда в Российской Федерации* и Трудовом кодексе и другом федеральном законодательстве, включают:

нормы, регулирующие управление охраной труда на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности;

нормы и правила по технике безопасности и производственной санитарии;

нормы, устанавливающие льготы и компенсации работникам, заня-

тым на работах с вредными или опасными условиями труда;

нормы об охране труда женщин, молодежи и лиц с пониженной степенью трудоспособности;

нормы, регулирующие деятельность органов надзора и контроля за охраной труда;

нормы, устанавливающие ответственность работодателей и должностных лиц за нарушение законодательных и иных нормативных актов об охране труда.

В Федеральном Законе об основах охраны труда в Российской Федерации детально регламентированы обязанности работодателя по обеспечению охраны труда на предприятии.

В соответствии с федеральным законодательством о труде и об охране труда предприятия, учреждения и организации обязаны создавать здоровые и безопасные условия труда, обеспечение которых возлагается на администрацию. Администрация обязана внедрять современные средства техники безопасности, предупреждающие производственный травматизм, и обеспечивать санитарно-гигиенические условия, предотвращающие возникновение профессиональных заболеваний работников.

Наряду с указанными законами в Российской Федерации действует *Система стандартов безопасности труда (ССБТ)*. Это единый свод взаимосвязанных норм и правил, направленных на обеспечение безопасности труда. ССБТ устанавливает классификацию опасных и вредных производственных факторов, методы оценки безопасности труда; требования к организации работ по обеспечению безопасности труда; требования безопасности к производственному оборудованию; требования безопасности к производственным процессам; требования к средствам защиты работающих; требования безопасности к зданиям и сооружениям.

ССБТ предполагает действие норм и правил, утверждаемых органами федерального надзора в соответствии с положением. Стандарты ССБТ подразделяются на *государственные, республиканские, отраслевые и стандарты предприятий*.

Система стандартов безопасности труда призвана способствовать улучшению условий охраны труда и здоровья работников.

В соответствии с системой ССБТ при проектировании вновь строящихся и реконструируемых предприятий, зданий и сооружений промышленности, транспорта, связи, сельского хозяйства и электрических станций, опытно-экспериментальных производств и установок применяются *санитарные нормы проектирования промышленных предприятий, строительные нормы и правила (СНиПы)*. Их учитывают при

проектировании нового строительства, при расширении и техническом перевооружении производственных зданий и сооружений.

Эти требования включают рациональное использование территории и производственных помещений, правильную эксплуатацию оборудования и организацию технологических процессов, защиту работающих от воздействия вредных условий труда, содержание производственных помещений и рабочих мест в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами и правилами, устройство санитарно-бытовых помещений.

Новые и реконструируемые производственные объекты и средства производства не могут быть приняты в эксплуатацию, если они не имеют сертификата безопасности, выдаваемого в установленном порядке. На действующих предприятиях согласно положению о *сертификации* оформляется соответствующий сертификат безопасности. Не допускается применение новых материалов, сырья, не прошедших специальную экспертизу их влияния на организм и здоровье человека. На предприятиях, деятельность которых связана с производством и применением вредных веществ, разрабатывается необходимая нормативно-техническая документация и проводятся организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические и другие мероприятия, предотвращающие воздействие вредных веществ на здоровье работников.

2.2. Нормы, правила и инструкции по охране труда

Администрация предприятий (работодатель) обязана обеспечивать надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие *единым межотраслевым и отраслевым правилам по охране труда*.

Правила по охране труда, *единые для всех отраслей* промышленности, обязательны для каждого предприятия независимо от его формы собственности и ведомственной подчиненности.

Межотраслевые правила распространяются на некоторые определенные производства или работы, применяемые в разных отраслях.

Отраслевые правила по технике безопасности и производственной санитарии применяются только к одной конкретной отрасли и распространяются на все предприятия этой отрасли.

В соответствии с едиными, межотраслевыми и отраслевыми правилами министерства и ведомства по согласованию с соответствующими профсоюзными органами, а в необходимых случаях и с соответствующими органами федерального надзора могут утверждать *типовые инструкции* по охране труда для рабочих основных профессий. На основе

типовых инструкций администрация предприятия совместно с соответствующим выборным профсоюзным органом разрабатывает и утверждает *местные инструкции* по охране труда, устанавливающие правила выполнения работ и поведения в производственных помещениях и на строительных площадках.

При отсутствии в правилах требований, соблюдение которых при производстве работ необходимо для обеспечения безопасных условий труда, работодатель (администрация предприятия) по согласованию с соответствующим выборным профсоюзным органом принимает меры, обеспечивающие безопасные условия труда.

В соответствии со ст. 10 Федерального Закона об основах охраны труда в Российской Федерации работник обязан соблюдать нормы, правила и инструкции по охране труда.

В обязанности работодателя входят *обучение, инструктаж работников и проверка знаний работниками норм, правил и инструкций по охране труда*. Для всех вновь поступающих на работу, а также переводимых на другую работу лиц работодатель обязан проводить *инструктаж* по охране труда, организовывать обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим. Для лиц, поступающих на производство организуется предварительное *обучение* по охране труда со сдачей экзаменов и последующей периодической аттестацией.

Все работники независимо от характера и степени опасности производства, а также квалификации и стажа работы или должности, включая руководителей, согласно ГОСТ 12.0.004-90 «Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения», обязаны проходить обучение, инструктаж, проверку знаний правил, норм и инструкций по охране труда в порядке и в сроки, которые установлены для определенных видов работ и профессий.

На работах с вредными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам выдаются *бесплатно* по установленным нормам специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты.

В качестве средств индивидуальной защиты выдаются очки (защитные), респираторы, маски, щитки, предохранительные пояса, диэлектрические (т.е. не проводящие электричество) галоши, перчатки, резиновые коврики, противогазы, защитные шлемы, каски, антифоны (противошумные наушники) и др. Нормы бесплатной выдачи рабочим и служащим спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений являются отраслевыми. На основе отраслевых норм работода-

тель по согласованию с соответствующим выборным профсоюзным органом устанавливает перечень конкретных работ и профессий, дающих право работникам на получение спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты.

Администрация предприятия обязана организовывать надлежащий уход за средствами индивидуальной защиты. Она обеспечивает хранение, стирку, сушку, дезинфекцию, дегазацию, дезактивацию и ремонт выданных работникам защитных средств. Спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты являются *собственностью предприятия* и подлежат обязательному возврату при увольнении, при переводе на другую работу или по окончании сроков носки. Работники обязаны пользоваться выдаваемыми им средствами индивидуальной защиты. На работах, связанных с загрязнением, работникам выдается бесплатно по установленным нормам *мыло*. На работах, где возможно воздействие на кожу вредных действующих веществ, выдаются бесплатно смывающие и обезвреживающие средства. Перечень таких работ на каждом предприятии определяет администрация по согласованию с соответствующим профсоюзным органом. На работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам *молоко* или другие равноценные пищевые продукты.

Перечень работ и профессий, дающих работникам право на получение молока или других равноценных пищевых продуктов в связи с вредными условиями труда, определяется руководителями предприятий, учреждений и организаций по согласованию с соответствующим выборным профсоюзным органом в соответствии с медицинскими показаниями, разработанными Министерством здравоохранения РФ, и прилагается к коллективному договору или соглашению по охране труда.

На работах с особо вредными условиями труда предоставляется бесплатно по установленным нормам *лечебно-профилактическое питание*.

Перечень производств, профессий и должностей, работа в которых дает право на бесплатное получение лечебно-профилактического питания, а также правила его применения утверждаются в установленном законом порядке. Лечебно-профилактическое питание выдается работникам, имеющим право на его получение, в виде горячих завтраков в дни фактического выполнения работ в особо вредных условиях труда, а также в других случаях, предусмотренных правилами.

В целях профилактики обезвоживания и обессоливания организма работающие в условиях высокой температуры (горячие цеха) должны соблюдать рациональный *питьевой режим*. Администрация предприятия обязана бесплатно снабжать работников горячих цехов газирован-

ной соленой водой. Цеха и производственные участки, в которых организуется снабжение газированной соленой водой, устанавливаются органами санитарно-эпидемиологического надзора по согласованию с администрацией.

В целях охраны здоровья, профилактики профессиональных заболеваний и обеспечения безопасных условий труда проводятся *медицинские осмотры*.

Работники, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными или опасными условиями труда (в том числе и на подземных работах, а также на работах, связанных с движением транспорта) проходят обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (лица в возрасте до 21 года – ежегодные) медицинские осмотры. Медицинский осмотр необходим для определения пригодности их к поручаемой работе и предупреждения профессиональных заболеваний.

Перечень вредных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры и порядок их проведения устанавливаются Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации и Министерством здравоохранения Российской Федерации.

В случаях необходимости по решению местных органов исполнительной власти в отдельных организациях и на предприятиях могут вводиться дополнительные условия и показания к проведению медицинских осмотров. Медицинские осмотры работников проводятся за счет работодателя. При уклонении работника от прохождения медицинских осмотров или невыполнении им рекомендаций по результатам проведенных обследований работодатель не должен допускать работника к выполнению им трудовых обязанностей. Отказ работника от прохождения обязательного медицинского осмотра без уважительных причин рассматривается как нарушение трудовой дисциплины.

Нормальная продолжительность рабочего времени работников на предприятиях не может превышать 40 ч в неделю. По мере создания экономических и других необходимых условий будет осуществляться переход к более сокращенной рабочей неделе.

Для работников, занятых на работах с вредными условиями труда, устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени – не более 36 ч в неделю.

Список производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на сокращенную продолжительность рабочего времени, утверждается в порядке, установленном законодательством. Право на сокращенный рабочий день имеют работники, профессии и должности которых предусмотрены по произ-

водствам и цехам в соответствующих разделах списка, независимо от того, в какой отрасли промышленности находятся эти производства и цеха.

Рабочее время сокращается в те дни, когда работники фактически заняты во вредных условиях труда не менее половины рабочего дня, установленного списком для данного производства, цеха, профессии или должности. Если в списке указывается «постоянно занятый», «постоянно работающий», рабочий день сокращается, если работник фактически занят во вредных условиях в течение всего сокращенного рабочего дня.

Работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, предоставляются ежегодные *дополнительные отпуска*. Дополнительные отпуска за подземные работы, а также работы в угольной, сланцевой промышленности и шахтном строительстве предоставляются на основании специального списка. В списке перечислены виды производств, работ, наименования профессий и должностей и указана продолжительность дополнительных отпусков. Продолжительность дополнительного отпуска в связи с вредными условиями труда установлена в списке дифференцированно, в зависимости от профессии. Дополнительные отпуска присоединяются к ежегодному основному отпуску той продолжительности, на которую работник имеет право в соответствии со своим стажем работы и в зависимости от условий труда. Однако максимальная продолжительность отпуска с учетом дополнительных отпусков за подземные, вредные и тяжелые условия труда не должна превышать на подземных работах 66–67 календарных дней (57 рабочих дней), а на открытых горных работах – 52–53 календарных дня (45 рабочих дней) без учета праздничных общегосударственных дней, которые по закону являются нерабочими днями. Это ограничение не касается дополнительного отпуска за работу в районах Крайнего Севера и в местностях, к ним приравненных. Такой отпуск должен предоставляться сверх всех других отпусков.

Работникам, работающим в холодное время года на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях, предоставляются *специальные перерывы* для обогрева и отдыха, которые включаются в рабочее время. Администрация предприятия обязана оборудовать помещения для обогрева и отдыха.

Одна из существенных особенностей правового регулирования женского труда в Российской Федерации – законодательное *ограничение круга работ*, к которым могут быть допущены женщины. В соответствии с Трудовым Кодексом РФ в целях охраны здоровья женщин и их будущих детей запрещено применять женский труд на работах с тяжелыми и вредными условиями труда. Список производств, профессий и

работ с тяжелыми и вредными условиями труда, на которых запрещается применение труда женщин, утверждается в порядке, установленном законодательством. На подземных работах в горнодобывающей промышленности и на строительстве подземных сооружений не допускается применение труда женщин, за исключением: а) женщин, занимающих руководящие должности и не выполняющих физической работы; б) женщин, занятых санитарным и бытовым обслуживанием; в) женщин, проходящих курс обучения и допущенных к стажировке в подземных частях предприятия; г) женщин, которые должны иногда спускаться в подземные части предприятия для выполнения нефизических работ.

Запрещаются *переноска и передвижение* женщинами *тяжестей*, превышающих установленные для них предельные нормы. Не допускается привлечение женщин к *работам в ночное время*, за исключением тех отраслей народного хозяйства, где это вызывается особой необходимостью и разрешается в качестве временной меры. Законодательством о труде предусматривается работа женщин с неполным рабочим днем или неполной рабочей неделей.

Не допускается привлечение беременных женщин и женщин, имеющих детей в возрасте до трех лет, к работам в ночное время, к сверхурочным работам и работам в выходные дни, а также направлению их в командировки. Матери, имеющие детей в возрасте от трех до четырнадцати лет (детей-инвалидов – до шестнадцати лет), не могут привлекаться к сверхурочным работам или направляться в командировки без их согласия. По желанию женщин им предоставляется частично оплачиваемый *отпуск по уходу за ребенком* до достижения им возраста полутора лет с выплатой за этот период пособия по государственному социальному страхованию. Кроме указанного отпуска женщине по ее заявлению предоставляется дополнительный отпуск без сохранения заработной платы по уходу за ребенком до достижения им возраста трех лет с выплатой за период такого отпуска компенсации в соответствии с действующим законодательством. Нормы по охране труда женщин предусматривают дополнительные гарантии при приеме на работу и увольнении беременных женщин и женщин, имеющих детей.

Действующее законодательство о труде устанавливает дополнительные гарантии охраны труда молодежи.

Не допускается *прием на работу* лиц моложе 16 лет. В исключительных случаях, по согласованию с соответствующим выборным профсоюзным органом предприятия, могут приниматься на работу несовершеннолетние лица, достигшие 15 лет. Вместе с тем трудовое законодательство впервые закрепило правило, по которому допускается

прием на работу с 14-летнего возраста учащихся общеобразовательных школ, профессионально-технических и средних специальных учебных заведений. Таких подростков принимают для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда здоровью и не нарушающего процесса обучения, в свободное от учебы время и обязательно с согласия одного из родителей или заменяющего его лица. Запрещается применение труда лиц моложе 18 лет на тяжелых и подземных работах, а также на работах с вредными или опасными условиями труда. Не допускается привлечение работников моложе 18 лет к ночным, сверхурочным работам и к работам в выходные дни. Отпуска работникам моложе 18 лет предоставляются в летнее время или, по их желанию, в любое другое время года продолжительностью в один календарный месяц. Законодательством о труде предусмотрена сокращенная продолжительность рабочего времени для лиц, не достигших 18 лет: в возрасте от 16 до 18 лет – не более 36 ч в неделю; в возрасте от 15 до 16 лет, а также для учащихся в возрасте от 14 до 15 лет, работающих в период каникул, – не более 24 ч в неделю. В тех случаях, если они работают в течение учебного года, продолжительность их рабочего времени не может превышать половины максимальной продолжительности рабочего времени, предусмотренной для учащихся соответствующего возраста, т.е. для подростков от 14 до 16 лет – не более 12 ч, а от 16 до 18 лет – 18 ч в неделю.

2.3. Надзор и контроль над соблюдением законодательства об охране труда

Государственный надзор и контроль над соблюдением законодательных и иных нормативных актов об охране труда, согласно Федеральному Закону об основах охраны труда в Российской Федерации, осуществляются федеральным органом надзора и контроля за охраной труда, а также соответствующими органами надзора и контроля за охраной труда субъектов Федерации. Эти органы не зависят в своей деятельности от администрации предприятий и вышестоящих органов управления.

Контролирующими органами по охране труда являются:

- по трудовому законодательству – *Прокуратура, Правовая инспекция по охране труда;*
- по производственной санитарии - *Госкомсанэпиднадзор России;*
- по технике безопасности - *Госгортехнадзор России, Техническая инспекция по охране труда, Госэнергонадзор, Котлонадзор, Газнадзор, Госатомнадзор, ГАИ;*
- по пожарной профилактике – *Пожарнадзор.*

Положение о *статусе государственного инспектора* по охране труда утверждается законодательным органом Российской Федерации.

Государственный надзор за соблюдением всеми пользователями недр законодательства России и правил по безопасному ведению работ в отдельных отраслях промышленности и на некоторых объектах осуществляется органами Федерального горного и промышленного надзора России – *Госгортехнадзора России*. Указанный надзор осуществляется в угольной, горнорудной, горно-химической, нерудной, нефтедобывающей и газодобывающей, химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности, в геологоразведочных экспедициях и партиях, а также при устройстве и эксплуатации подъемных сооружений, котельных установок и сосудов, работающих под давлением, трубопроводов для пара и горячей воды, объектов, связанных с добычей, транспортировкой, хранением и использованием газа, при ведении взрывных работ в промышленности.

Госгортехнадзор России может выполнять следующие функции:

- утверждать федеральные требования (правила и нормы) по безопасному ведению работ;
- участвовать в разработке правил и норм по рациональному использованию и охране недр;
- рассматривает проекты стандартов, другие нормативные документы центральных органов федеральной исполнительной власти, содержащие требования по безопасному ведению работ;
- осуществлять надзор за соблюдением требований безопасности на подконтрольных производствах, объектах и работах;
- осуществлять учет и анализ аварий и случаев производственного травматизма,
- регистрировать горные отводы для разработки месторождений полезных ископаемых;
- проводить мероприятия по предупреждению и устранению вредного влияния горных работ на здоровье людей, окружающую природную среду, здания и сооружения.
- давать обязательные для исполнения предписания о приостановке работ, которые ведутся с нарушениями правил и норм безопасности и охраны недр;
- привлекать в установленном законодательством порядке должностных лиц и граждан к административной и уголовной ответственности;

Важную роль в охране труда и обеспечении надзора за соблюдением предприятиями гигиенических норм, санитарно-гигиенических правил выполняет Государственный комитет санитарно-эпидемиологического

надзора России (*Госкомсанэпиднадзор России*) и его территориальные органы государственной санитарно-эпидемиологической службы. В его компетенцию входит:

- разработка и утверждение федеральных санитарных правил и гигиенических нормативов;
- проведение государственной регистрации потенциально опасных химических и биологических веществ, новых медицинских иммунобиологических препаратов и дезинфекционных средств;
- распространение информации о заболеваемости населения в связи с состоянием среды обитания и о санитарно-эпидемиологической обстановке той или иной территории.

Государственный надзор за соблюдением правил по ядерной и радиационной безопасности осуществляется Государственным комитетом по надзору за ядерной и радиационной безопасностью при президенте Российской Федерации – *Госатомнадзор России*. Госатомнадзор утверждает правила и нормы по безопасности работ на объектах атомной энергетики, проверяет их исполнение при проектировании, сооружении и эксплуатации этих объектов, дает заключения по проектам государственных и отраслевых стандартов по безопасности работ, а также проверяет компетентность персонала, занятого на объектах атомной энергетики. За невыполнение требований законодательства Российской Федерации об охране труда и предписаний органов государственного надзора и контроля за охраной труда по созданию здоровых и безопасных условий труда на предприятия налагаются *штрафы*. Размеры и порядок наложения штрафов устанавливаются законодательством Российской Федерации и республик в составе РФ.

Работодатели и должностные лица, виновные в нарушении законодательных и иных нормативных актов об охране труда, а также в невыполнении обязательств, установленных коллективными договорами или соглашениями по охране труда, привлекаются к *административной, дисциплинарной* или *уголовной ответственности* в порядке, установленном действующим законодательством.

За нарушение требований законодательства об охране труда работники предприятий несут дисциплинарную, а в соответствующих случаях – материальную и уголовную ответственность в порядке, установленном федеральным законодательством и законодательствами республик в составе Российской Федерации.

Вопросы для самоконтроля

1. В каких документах отражены правовые основы безопасности жизнедеятельности?
2. Что является главной задачей государственной политики в области охраны труда?
3. В каких документах излагаются правовые основы действия в чрезвычайных ситуациях?
4. Как осуществляется контроль над состоянием условий труда в геологоразведочных организациях и компаниях?
5. Кто несет ответственность за безопасность труда в геологических службах?
6. Какие инструктажи по безопасности труда проводят в геологических организациях?

3. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Структурно-функциональная организация человеческого организма

Организм человека в своей жизнедеятельности руководствуется информацией, получаемой различными его органами. Опасности, формируемые системой «человек – машина – среда», определяются антропометрическими, физиологическими, психофизическими возможностями человека выполнять производственную деятельность.

3.1.1. Антропометрические характеристики человека. Антропометрические характеристики определяются размерами тела человека и его отдельных частей. Они используются для проектирования наиболее рациональных и безопасных условий труда.

Человек все больше «перекладывает» на машину не только физические, но и чисто «человеческие» функции, например, вычислительные операции. Поэтому чаще в современных условиях роль человека на производстве сводится к контролю, управлению и программированию. При обслуживании машин возникают проблемы согласования возможностей человека с управляемым объектом.

Анализом системы «человек – машина – среда» занимается наука *эргономика*. Системы, работающие с оператором, соответственно, называют *эргатическими*.

Успешное функционирование данной системы зависит от состояния следующих видов совместимости: *информационная, биофизическая, энергетическая, антропометрическая, технико-эстетическая*.

Информационная совместимость необходима для обеспечения оптимальных и безопасных условий функционирования системы «человек

– машина – среда». При этом информационная модель (сигналы, приборы, экраны, рычаги, кнопки и т.д.) в полной мере должна отвечать особенностям оператора. Чаще всего объекты управления невидимы, неслышимы, неосязаемы.

Биофизическая совместимость – это создание такой окружающей среды, которая обеспечивает нормальную работоспособность и нормальное физиологическое состояние человека.

Энергетическая совместимость предусматривает согласование органов управления машиной с возможностями оператора в отношении прилагаемых усилий, мощности, скорости движений.

Антропометрическая совместимость предполагает учет размеров тела человека, позы оператора в процессе работы. Определяется объем рабочего места, зоны досягаемости и т.д.

Технико-эстетическая совместимость заключается в удовлетворенности человека от общения с машиной, от процесса труда на ней. Техническая эстетика (дизайн) очень важна при общении с машиной.

Таким образом, перечисленные пять параметров совместимости в системе «человек – машина – среда» могут обеспечить наиболее рациональную и безопасную их организацию.

3.1.2. Физиологическая характеристика человека. Физиологическая характеристика человека относится к естественной системе защиты. За миллионы лет, в ходе эволюционного и социального развития у человека выработалась естественная система защиты от опасностей. Она совершенна, но имеет определенные пределы.

Общие характеристики анализаторов. Безопасная деятельность человека основывается на постоянном приеме и анализе информации о характеристиках внешней среды. Этот процесс осуществляется с помощью *анализаторов (чувствующих приборов)*. Перечислим основные анализаторы человека:

- двигательный, воспринимающий раздражения от мышц, сухожилий и связок;
- вестибулярный, анализирующий положение и движение головы;
- кожный, принимающий сигналы от кожной поверхности;
- вкусовой;
- зрительный;
- звуковой (слуховой);
- обонятельный;
- interoцептивный, принимающий раздражения, поступающие изнутри органов.

Каждый анализатор воспринимает определенный сигнал, реагирует на холод, тепло, боль и т.д.

Информация, поступающая через анализаторы, называется *сенсорной* (от лат. *sensus* – чувство, ощущение), а процесс ее приема и первичной обработки – *сенсорным восприятием*.

Общая функциональная схема анализатора следующая: *внешние сигналы – рецептор – нервные связи – головной мозг*.

Рецептор превращает энергию раздражителя в нервный процесс – нервные импульсы, которые со скоростью более 120 м/сек поступают по нервам в *центральную нервную систему* (ЦНС). Она включает головной и спинной мозг, представляющие миллиардное скопление нервных клеток. В ЦНС происходит их распознавание и выработка приказов для исполнения. Нервная система подготавливает и дает ответ на раздражение.

Между рецепторами и мозговым концом существует обратная связь. Эту деятельность называют *рефлекторной* (рефлекс – «отражение»). Например, человек машинально отдергивает руку от горячего, от громкого звука вздрагивает и т.д.

Павлов И.П. доказал, что рефлекторная деятельность головного мозга – основа всех проявлений психической жизнедеятельности человека. Именно благодаря этому человек защищен от опасности.

Характеристика зрительного анализатора. В процессе деятельности человек до 90% всей информации получает через зрительный анализатор. Прием и анализ информации происходит в световом диапазоне (380–760 нм) электромагнитных волн. Воспринимаемый анализаторами глаза свет преобразуется в импульс. Он по зрительному нерву передается в мозг. В мозгу возникает зрительный образ.

Глаз, благодаря 7 млн. колбочкам сетчатки, различает семь основных цветов и более сотни их оттенков. Цвет – это отраженный от предмета свет. Свет – свойство световых лучей. Человек воспринимает свет как комбинацию трех цветов: красного, зеленого, синего. Зная эти особенности, в средствах отображения информации применяют не более трех цветов. Наилучшее зрительное восприятие производят лучи зелено-желтого цвета с длиной волны 555 нм. У некоторых людей наблюдается цветовая слепота – *дальтонизм* («*куруная слепота*»). Впервые это явление описал английский ученый Джон Дальтон в XVIII веке. Существует три разновидности частичной цветовой слепоты: протанопия, дейтеранопия, тританопия. Каждая из них характеризуется невозможностью восприятия одного из трех основных цветов. При протанопии люди не воспринимают красный цвет, при дейтеранопии человек зеленые цвета не отличает от темно-красных и голубых. Страдающие тританопией не воспринимают лучи синего и фиолетового цвета. Дальтонизм является результатом отсутствия одного из трех видов колбочек.

В каждой сетчатке человека слой зрительных рецепторов – палочек и колбочек. Световая чувствительность колбочек во много раз меньше, чем палочек, которые работают при малом освещении. Поэтому в сумерках из-за резкого снижения колбочкового зрения и преобладания периферического зрения мы не различаем цвета.

По некоторым источникам собаки и копытные не распознают цвета. Из млекопитающих воспринимают цвет только человек и обезьяна.

Наш глаз, похожий на фотоаппарат с самонастраивающим объективом, может сохранять ощущение светового сигнала в течение 0.1–0.3 сек. Благодаря такой инерции зрения сигнал при определенной частоте мелькания воспринимается как постоянно светящийся источник. Такую частоту называют *критической частотой слияния мельканий*. Ее величина равна 3–10 Гц. Инерция зрения позволяет воспринимать движущие в сложном изображении. Это явление использовано в кинематографе. Иногда на экране можно наблюдать странную картину: колеса движущейся машины вращаются в противоположную сторону. Это одна из многих зрительных иллюзий. Ее называют *стробоскопический эффект* (восприятие в условиях прерывистого наблюдения быстро движущего предмета неподвижным). Стробоскопический эффект опасен. Особенно эта опасность возросла с появлением газоразрядных ламп. Дело в том, что они безинерционны. При частоте вспышек света больше числа оборотов вращающихся предметов создается иллюзия вращения в обратную сторону или неподвижности вращающегося предмета.

Глаз обладает способностью приспосабливаться к различной освещенности (*адаптация*), рассматривать предметы на различных расстояниях (*аккомодация*).

При оценке восприятия предметов основным понятием является *острота зрения*. Она характеризуется минимальным углом, под которым две точки видны как отдельные. Острота зрения зависит от освещенности, контрастности, формы объекта и других факторов.

При восприятии объектов в трехмерном пространстве различают бинокулярное поле зрения. Бинокулярное поле зрения охватывает в горизонтальном направлении 120–180°, по вертикали вверх – 55–60° и вниз – 65–72°. Перечисленные особенности зрения используются при разработке требований к СОИ (средств отображения информации).

Характеристика слухового анализатора. С помощью звуковых сигналов человек получает до 10 % информации. Характерными особенностями слухового анализатора являются:

- способность быть готовым к приему информации в любой момент времени;
- способность воспринимать звуки в широком диапазоне частот и

выделять необходимые;

- способность устанавливать со значительной точностью место расположения источника звука.

Ухо состоит из трех частей: *наружное, среднее и внутреннее*. Они выполняют две функции: восприятие звука и сохранение равновесия тела, т.к. вестибулярный аппарат находится во внутреннем ухе. В ухе насчитывается 23 тысячи клеток-анализаторов, в которых звуковые сигналы превращаются в нервные импульсы. Некоторые идут в мозг. У человека эти анализаторы парные. Человеческое ухо способно воспринимать звук с частотой от 16 до 20 тысяч Гц. Уши боятся чрезмерного звука.

3.1.3. Психофизическая деятельность человека. Любая деятельность содержит ряд психических процессов и функций, которые обеспечивают достижение требуемого результата.

Приняв вышеперечисленными анализаторами информацию, человек ее анализирует и преобразует. При этом решающая роль принадлежит памяти и мышлению. Мозг человека способен запоминать. Он дарит нам память – способность сохранять полученную информацию. *Память* – процесс запоминания, сохранения, последующего узнавания и воспроизведения того, что было в прошлом опыте.

Различают *кратковременную и долговременную* память. *Кратковременная* (секундная или оперативная) память – кратковременный (на несколько минут или секунд) процесс достаточно точного воспроизведения только что воспринятой информации через анализаторы. Например, сохранение первых слов речевой информации. Кратковременная память может удерживать лишь небольшое количество информации.

Запоминание может быть осмысленное и механическое. Первое в двадцать раз эффективнее второго. Объясняется это тем, что механическое запоминание основано на многократном повторении материала, осмысленное – на его понимании. Осмысленное запоминание является наиболее продуктивным. Лучшее запоминание достигается при сочетании образа и слова.

Доказано, что в оперативной памяти происходит не только процесс запоминания информации, но и «сбрасывание», т.е. забывания. *Забывание* – процесс, при котором происходит «выпадение» того или иного материала из памяти. Это неравномерный процесс, падающий в первые часы запоминания до 40%. Одним из средств, препятствующих забыванию, является повторение информации, хранящейся в памяти. Процедура повторения дает возможность переводить информацию из оперативной в долговременную память.

Долговременная память – вид памяти, для которой характерно длительное сохранение материала после многократного его повторения и воспроизведения. Она хранит информацию как бы впрок. Долговремен-

ная память обеспечивает хранение информации в течение длительного времени (часы, дни, месяцы, годы). Информация, поступившая в долговременную память, с течением времени забывается. Усвоенная информация наиболее значительно уменьшается за первые 9 ч: со 100% она падает до 35%. Задача долговременной памяти – организация поведения в будущем, требующая прогнозирования вероятности событий. На основании принятой и переработанной информации человек принимает решение. Оно требует осуществления волевого акта. Процедура принятия решения зависит от состояния психики человека, его подготовленности, жизненного опыта, наличия стрессовых ситуаций и т.д. Принятое решение только тогда имеет смысл, когда оно правильно своевременно реализовано.

3.2. Виды трудовой деятельности человека

Деятельность человека по характеру выполняемой работы можно разделить на три группы: *физический, умственный труд и механизированные формы физического труда.*

3.2.1. Физический труд. Физическим трудом или работой называют выполнение человеком энергетических функций в системе «человек – орудие труда». При этом основная нагрузка приходится на опорно-двигательный аппарат. Физическая работа требует значительной мышечной активности. Она подразделяется на два вида: *динамическую и статическую.*

Динамическая работа связана с перемещением орудий труда при непостоянстве рабочей позы человека. *Статическая* работа связана с фиксацией орудий труда в неподвижном состоянии и статической (постоянной) рабочей позой. Статический вид труда более утомителен для работающего, так как напряжение мышц длится непрерывно без пауз и отдыха, кровообращение затруднено. В зависимости от величины мышечной массы, необходимой для ее выполнения выделяют три вида физической работы: *локальную, региональную и глобальную.*

Локальная работа – при ее выполнении участвуют преимущественно мышцы обеих рук, т.е. используется не более 1/3 мышечной массы тела человека.

Региональная работа – мышечная деятельность, выполняемая обеими руками с участием большинства мышц туловища, а также ходьбу без перемещения больших грузов. Используется от 1/3 до 2/3 мышечной массы тела человека.

Глобальная работа – при ее выполнении участвуют все конечности тела человека и мышцы туловища. Используется более 2/3 мышечной массы тела человека.

В зависимости от вида выполняемой работы напрягаются те или иные органы тела человека. Они устают. Это может приводить к ошибочным действиям, результатом которых могут быть аварии, травмы и человеческие жертвы.

При физическом труде происходит утомление мышц и снижение мышечной деятельности человека.

3.2.2. Умственный труд (интеллектуальная деятельность). Этот труд включает в себя все виды деятельности, требующие напряженной работы головного мозга, центральной нервной системы и зрительного напряжения. Он включает в себя способность мышления и понимания событий, протекающих в процессе труда.

В современных условиях человек должен иметь способность перерабатывать разнообразную информацию за короткий промежуток времени, правильно ее оценивать и принимать правильное решение.

Формы умственного труда подразделяются на пять видов. *Операторский труд* – отличается большой ответственностью и высоким нервно – эмоциональным напряжением. *Управленческий труд* – характеризуется большим объемом информации, повышенной личной ответственностью за принятие решений, периодическим возникновением конфликтных ситуаций. *Творческий труд* – требует большого объема памяти, внимания, нервно-эмоционального напряжения. *Труд преподавателя* – постоянный контакт с людьми, повышенная ответственность, высокая степень нервно-эмоционального напряжения. *Труд учащегося* – напряжение основных психических функций: памяти, внимания, восприятия. Умственный труд связан с *психоэмоциональным* напряжением. Формированию психоэмоционального напряжения способствуют конфликты личностного характера, эмоционально насыщенная речь, неуверенность в себе, хроническая тревожность, а также производственные конфликты, хроническое нарушение режима труда и отдыха, сменный характер работы, ночные смены и т.д. Это приводит к перенапряжению деятельности головного мозга, зрения, слуха, а также различным стрессовым ситуациям. При интенсивной интеллектуальной деятельности потребность мозга в энергии повышается, составляя 15 – 20% от общего объема в организме. Нервно-эмоциональное напряжение сопровождается повышением давления, потреблением кислорода и другими изменениями. По окончании умственной работы утомление остается дольше, чем при физической работе.

Механизированные формы физического труда в системе «человек – машина». Это выполнение человеком умственных и физических функций, т.е. задействованы мышцы, центральная нервная система и головной мозг.

3.2.3. Оценка интенсивности физического и умственного труда. Для оценки интенсивности **физического** труда существует показатель *тяжесть труда*. Тяжесть труда определяется энергетическими затратами и измеряется в кг м или кДж. Количественной оценкой **умственного** труда является *степень нервно-эмоциональной напряженности*. Она определяется величиной информационной нагрузки. Согласно руководству «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса Р 2.2.755–99», для оценки интенсивности труда используются четыре категории тяжести и напряженности труда.

1 – *работа легкая, ненапряженная*. Это **оптимальный** показатель трудового процесса.

2 – *работа средней тяжести, мало напряженная*. Это **допустимый** показатель трудового процесса.

3 – *работа тяжелая, напряженная* (1 степень). Это **вредный** показатель трудового процесса.

4 – *работа очень тяжелая, очень напряженная* (2 степень). Это **опасный** показатель трудового процесса.

Оценка степени физической тяжести и степени нервно-эмоциональной напряженности некоторых видов труда показана в табл. 3.2.3. Например, у рабочих буровых бригад тяжесть труда равна 1900 кДж, при этом частота пульса сердца превышает 100 ударов в мин.

Тяжесть и напряженность труда влияют на состояние здоровья и заболеваемость рабочих. Если на рабочем месте фактические значения уровней вредных факторов находятся в пределах *оптимальных* или *допустимых* величин, условия труда на этом рабочем месте отвечают гигиеническим требованиям и относятся соответственно к 1 или 2 классам. Если уровень хотя бы одного фактора превышает допустимую величину, то условия труда в соответствии с Гигиеническими критериями могут быть отнесены к 3 классу *вредных* или 4 классу *опасных*.

3.2.4. Основы профилактики труда. Эффективность трудовой деятельности человека зависит от следующих компонентов: предмета и орудия труда, организации рабочего места, гигиенических факторов среды, работоспособности организма человека.

Таблица 3.2.3

Характеристика физической тяжести и напряженности труда

Признак	Критерии тяжести и напряженности труда			
	1	2	3	4
Тяжесть труда				
Максимальная величина перемещаемого груза, кг	до 5	6–15	16–40	40
Энергозатраты, кДж	до 628,5	1047,5	1885,5	1885,5
Частота пульса, удар/мин	до 90	100	120	120
Напряженность труда				
Число производственных объектов одновременного наблюдения	до 5	до 10	до 25	25
Плотность сигналов – сообщений в среднем за 1 час	до 75	до 175	до 300	300
Продолжительность сосредоточенного наблюдения	до 25	до 50	до 75	75

Работоспособность организма. Во время трудовой деятельности функциональная способность организма изменяется во времени. В соответствии с суточным циклом организма *наивысшая* работоспособность человека отмечается в утреннее (с 10 до 12 ч) и дневное (с 15 до 17 ч) время. Днём *наименьшая* работоспособность отмечается в период между 12 до 15 ч, а в ночное время, с 3 до 4 ч, достигает своего минимума. С учётом этих закономерностей развития суточной периодики работоспособности человека, определяют сменность работы предприятий, начало и окончание работы в сменах, перерывы на отдых и сон.

В течение недели наивысшая работоспособность приходится на второй, третий и четвертый день работы, а в последующие дни недели она понижается, падая до минимума в последний день работы. Правильная организация трудового процесса обеспечивает наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшает утомляемость.

На нормализацию условий труда направлены следующие мероприятия: а) обеспечение нормального состояния окружающей среды; б) чередование периодов работы и отдыха; в) двукратный отпуск в течение одного года работы; г) целесообразность пятидневной рабочей недели с

двумя выходными днями подряд. Реабилитация (восстановление) является эффективным способом повышения работоспособности и укрепления здоровья рабочего (занятия физкультурой, организация нормального питьевого режима и т.д.). Благоприятно действие музыки, вызывающей положительные эмоции, снижающей утомительность труда. Работа в условиях превышения нормативов интенсивности физического труда должна осуществляться с использованием СИЗ. Для облегчения тяжелого физического труда используются различные машины, обеспеченные системой органов управления, средства малой механизации и т.д.

3.2.5. Инженерная психология в проблеме безопасности. Психология безопасности труда составляет важное звено в структуре мероприятий по обеспечению безопасной деятельности человека. Проблемы аварийности и травматизма на современных производствах невозможно решать только инженерными методами. Опыт свидетельствует, что в основе аварийности и травматизма (до 60–90 % случаев) часто лежат не инженерно-конструкторские дефекты, а организационно-психологические причины. Это низкий уровень профессиональной подготовки по вопросам безопасности, отсутствие дисциплины, слабая установка специалиста на соблюдение техники безопасности, пребывание людей в состоянии утомления или других психических состояниях, снижающих надежность и безопасность деятельности специалиста.

Для повышения эффективности труда используется ряд мероприятий: а) обучение руководящего состава и рабочих; б) обеспечение их совершенной техникой и необходимыми средствами защиты; г) создание благоприятных условий труда.

Вся эта система формирует ряд благоприятных мотивов трудовой деятельности. *Мотив* – это то, что побуждает человека к деятельности. Какие мотивы являются главными в деятельности человека?

- *Мотив выгоды* – получение вознаграждения за труд: зарплата, престиж, профессиональная гордость.
- *Мотив безопасности* – избегание опасностей, возникающих на работе (травмирование, понижение в должности, увольнение и т.д.).
- *Мотив удобства* – стремление выбрать наиболее легкий способ выполнения работы.
- *Мотив удовлетворенности* – получение удовлетворения от результатов работы.

Все перечисленные мотивы в той или иной мере присутствуют в любой деятельности. Роль и вес каждого из них у разных людей разный. Сила мотивации зависит от: а) цели деятельности; б) осознанности труда; в) трудности задачи.

Цель деятельности – это мысленно представляемый результат работы. На силу мотивации также оказывает влияние *осознанность* выполняемой задачи. Например, если человек недостаточно осознает

опасность своего труда, то пренебрегает средствами защиты и правилами безопасности. В таком случае сила его мотивации к ним мала. Следовательно, в его деятельности детерминирует не мотив безопасности, а выгоды.

Влияние *трудности* выполнения задания на силу мотивации к выполнению исследовал американский ученый психолог *Аткинсон*. Он определил, что наибольшая сила мотивации возникает к выполнению задания средней трудности, когда достаточно надежд на успех и средние трудности делают такой успех привлекательным. Легкая работа не привлекательна для квалифицированного рабочего.

Наиболее существенен с точки зрения безопасности деятельности *уровень напряжения* производственной работы. Для современного производства наиболее типичны экстремальные ситуации двух типов:

1. Когда требования интенсивной работы и жесткие ограничения во времени вынуждают рабочего предельно напрягать силы и мобилизовать внутренние резервы.

2. Когда работа происходит в автоматизированном производстве, в условиях монотонности. Подобный непрерывный многочасовой труд по своей эмоциональности и напряженности значительно тяжелее, чем труд с информационной и физической нагрузкой.

Для стрессовых (высшей формы эмоционального проявления) ситуаций того и другого типа характерна одна общая черта – появление у человека острого внутреннего конфликта между требованиями, которые предъявляет ему работа, и его возможностями. Человек не может справиться с заданием, в результате такой конфликтной ситуации у него появляется *страх* и он становится предрасположенным к несчастным случаям.

Экстремальными условиями (ситуацией) называются те, которые выходят за пределы оптимального диапазона протекания физиологических и психических функций человека.

В аварийных ситуациях эмоциональное состояние человека характеризуется повышенной напряженностью (*стрессом*). Поведение человека в таких экстремальных ситуациях подчиняется определенным закономерностям. При встрече с опасностью у человека появляется естественная реакция на нее, так как она угрожает его жизни и здоровью. Это страх. Страх может спасти человека или ускорить его гибель. В момент аварии чувство страха достигает своего апогея. Выделяют следующие *четыре типа поведения* человека в экстремальной ситуации.

Астеническая реакция страха – (оцепенение, дрожь). Она развивается по механизму пассивно-оборонительного рефлекса, унаследованного от животных. Наступает полная растерянность, человек совершает

беспорядочные и бессмысленные движения. Этот вид страха отрицательно отражается на ликвидации аварийной ситуации. Много будет зависеть от личности руководителя.

Стеническая реакция страха – паника. Вид рефлекса активно-оборонительный. Характерно мгновенное действие (как можно раньше и как можно дальше от источника аварии). Массовая паника – опаснейшее проявление страха своим «ураганным» нарастанием. Она исключает рациональную оценку обстановки. Этот тип поведения также отрицателен при стихийном бедствии.

Стеническое боевое возбуждение связано с активной сознательной деятельностью в момент опасности. Этот разумный путь поведения свойственен людям профессионально и психологически подготовленным к действиям в чрезвычайных ситуациях. Для них характерна мгновенная оценка ситуации, выделение основного фактора аварии, принятие верного решения и проведения его в жизнь.

При принятии решения рекомендуют «советоваться» со страхом, т.к. пренебрежение опасностью, «показная бравада равна преступлению» (Ильичев, 1996).

Тревога – есть ожидание события, которое нас интересует, но неизвестно будет ли оно приятным или нет. Иногда тревога может переходить в чувство страха.

Поведение человека в экстремальных условиях является результатом готовности к ней. У каждого человека есть свой «набор» приемов выхода из трудной ситуации. Это самоуправление (самоубеждение, самоприказ, самоанализ и т.д.), внутренняя и внешняя активность, устранение признаков эмоциональной напряженности. Но самоуправление всегда предполагает умение вводить в поле сознания нужные в данный момент мысли, представления, а затем блокировать их. Возможности самоуправления увеличиваются, если специалист внутренне и внешне активен в критической ситуации. В этом случае у него повышается способность владеть собой, преодолевать напряженность, более правильно использовать свои знания, умения и навыки.

3.2.6. Профессиональная пригодность человека. Цель профотбора – определение пригодности человека к данной работе. При этом следует различать готовность и пригодность к работе по той или иной профессии.

Профессиональная *готовность* определяется исходя из уровня образования, опыта подготовки исполнителя.

Профессиональная *пригодность* устанавливается с учетом степени соответствия индивидуальных психофизиологических качеств данного человека конкретному виду деятельности.

Профотбор представляет собой специально организуемое исследо-

вание, основанное на четких качественных и количественных оценках с помощью ранжированных шкал. Он позволяет не только выявить, но и измерить присущие человеку свойства с тем, чтобы сопоставить их с нормативами, определяющими пригодность к данной профессии. Для изучения профессионально важных качеств человека используют *анкетный, аппаратный и тестовый методы*.

Анкетный метод заключается в том, что с помощью вопросов получают информацию о профессиональных интересах и некоторых свойствах человека. Анкеты могут быть самооценочными, когда испытуемый сам дает оценку своих качеств, и внешнеоценочными, когда оценку дает эксперт на основе обобщения данных, получаемых от лиц, длительное время наблюдавших за испытуемым. *Аппаратурный метод* состоит в том, что отдельные психофизиологические факторы выявляют и оценивают с помощью специально сконструированных приборов и аппаратуры. *Тестовый метод* располагает наборами тестов, предлагаемых испытуемому. Исходным материалом для проведения работы по профессиональному подбору (отбору) являются *профессиограммы*. Профессиограммы представляют собой описание профессионально важных свойств и качеств данной профессии. Перечень этих показателей приведен в табл. 3.2.6.

Вопросы для самоконтроля

1. *Охарактеризуйте 5 видов совместимости в системе «человек – машина – среда» для обеспечения оптимальных и безопасных условий ее функционирования.*
2. *Укажите функциональную схему анализатора и функции его составляющих?*
3. *Что такое стробоскопический эффект. Чем он опасен?*
4. *Что относится к психофизической функции человека при обеспечении безопасности труда?*
5. *Охарактеризуйте три вида физической работы в зависимости от величины мышечной массы.*
6. *Чем характеризуется умственный труд. Его классификация.*
7. *Оценка интенсивности физического и умственного труда. К какому виду труда относится работа бурильщика скважин?*
8. *Нарисуйте график динамики работоспособности работающего в течение рабочего дня в координатах (ось X – время, час; ось Y – работоспособность, от 50 до 100%). Укажите время 10–15 минутных перерывов отдыха.*
9. *Перечислите мероприятия, направленные на нормализацию условий труда.*
10. *Что оказывает влияние на силу мотивации производственной деятельности. Сущность теоремы Аткинсона?*
11. *Перечислите четыре типа поведения человека в экстремальной ситуации. Какой из них несет положительную реакцию?*
12. *Цель профотбора. Чем отличается профессиональная готовность от пригодности человека к конкретному виду деятельности? Методы изучения профессиональных качеств человека.*

Таблица 3.2.6

Профессиональные показатели важных свойств и качеств личности

Группы	Виды показателей	
I	Физические	Выносливость к физическим усилиям. Затраты мышечной энергии. Динамическая и статическая нагрузки. Выносливость к климатическим изменениям. Сила рук
II	Психосенсорные	Острота и точность зрения, слуха, тактильных и кинестетических ощущений. Чувствительность к различию ощущений. Восприятие предметов в статическом положении и движении
III	Психомоторные	Восприятие пространства и времени. Темп движения. Скорость двигательной реакции. Ритм. Координация движений. Устойчивость движений. Точность движений
IV	Интеллектуальная сфера	Особенность внимания. Наблюдательность. Зрительная, слуховая и двигательная память. Воображение. Особенности мышления. Понимание технических устройств и существа, техпроцессов
V	Темперамент и характер	Тип наивысшей нервной деятельности. Эмоционально-волевые качества. Целеустремленность. Настойчивость. Старательность. Инициативность. Активность. Организованность. Способность к сотрудничеству
VI	Социально-психологические	Чувство товарищества и коллективизма Отношение к труду

4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Климатические факторы среды обитания

Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях. Они определяются сочетанием температуры воздуха, скорости его движения, относительной влажности, барометрическим давлением и тепловым излучением от нагретых поверхностей. Если работа выполняется внутри помещений (в изолированном пространстве), тогда эти показатели в совокупности принято называть *микроклиматом производственного помещения*. Если работа выполня-

ется на открытых площадках, то метеорологические условия определяются климатическим поясом и сезоном года. Неблагоприятные климатические условия могут негативно сказываться на здоровье человека, снижать его трудоспособность и производительность труда.

4.1.1. Влияние на организм человека климатических факторов. Теплообмен человека с окружающей средой. Жизнедеятельность человека сопровождается непрерывным выделением теплоты в окружающую среду. Ее количество зависит от степени физического напряжения и составляет от 85 (в состоянии покоя) до 500 Вт (при тяжелой работе). Чтобы физиологические процессы в организме протекали нормально, выделяемая организмом теплота должна полностью отводиться в окружающую среду. Нарушение теплового баланса может привести к перегреву, либо к переохлаждению организма и соответственно к потере трудоспособности, быстрому утомлению, потере сознания и тепловой смерти.

Одним из важных показателей теплового состояния организма является средняя температура тела (внутренних органов) около $+ 36,5^{\circ}\text{C}$. Наивысшая температура внутренних органов, которую удерживает человек, составляет $+ 43^{\circ}\text{C}$, минимальная – $(+ 25^{\circ}\text{C})$.

Нормальное тепловое самочувствие имеет место, когда тепловыделение Q_m человека полностью воспринимается окружающей средой Q_o , т.е. когда имеет место тепловой баланс $Q_m = Q_o$. В этом случае температура внутренних органов остается постоянной. Она поддерживает тепловой баланс организма человека. Зоной безразличия для человека является температура окружающего воздуха $+15 - +25^{\circ}\text{C}$.

Если теплопродукция организма не может быть полностью передана окружающей среде ($Q_m > Q_o$), происходит рост температуры внутренних органов и тепловое самочувствие характеризуется понятием «жарко». Если температура воздуха более $+ 25^{\circ}\text{C}$, происходит усиление процессов теплоотдачи.

В случае, когда окружающая среда воспринимает больше теплоты, чем воспроизводит человек ($Q_m < Q_o$), то происходит охлаждение организма. Такое тепловое самочувствие характеризуется понятием «холодно». Если температура воздуха менее $+ 15^{\circ}\text{C}$, то теплопродукция повышается за счет мышечной активности и усиления обмена веществ. Теплообмен между человеком и окружающей средой осуществляется тремя способами: 1) *конвекцией* Q_k (перенос тепла по воздуху); 2) *излучением* Q_l на окружающие поверхности; 3) *испарением* Q_i (испарение влаги, выводимой на поверхность кожи потовыми железами и при дыхании).

Нормальное самочувствие человека реализуется при соблюдении ра-

венства:

$$Q_{т} = Q_{к} + Q_{л} + Q_{и};$$

Количество теплоты, отдаваемое организмом человека различными путями, зависит от того или иного параметра микроклимата. Так, например, отдача теплоты при испарении влаги, выводимой на поверхности кожи потовыми железами, зависит от температуры воздуха, интенсивности работы, выполняемой человеком, от скорости движения окружающего воздуха и его относительной влажности.

Температура ($t^{\circ} \text{C}$), скорость (V , м/сек), относительная влажность (W , %), интенсивность теплового излучения (Вт/м^2) от нагретых поверхностей получили название *показателей микроклимата*. Влажность воздуха обычно характеризуется относительной влажностью (%), под которой понимают отношение абсолютной влажности (фактическое количество паров воды при данной температуре) к максимальной, насыщающей воздух. Кроме того, нормативным документом СанПиН 2.2.4.584—96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», предлагается оценку производить с помощью показателя – «тепловая нагрузка среды» (ТНС). Индекс тепловой нагрузки среды является эмпирическим показателем, характеризующим одновременное действие на организм человека параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового облучения).

Микроклиматические показатели относятся к числу основных факторов, характеризующих условия труда работающих. Их значения заносят в санитарно-технический паспорт производственного объекта. Мероприятия по доведению микроклиматических показателей до нормативных значений включаются в комплексные планы предприятий по охране труда, составляемые администрацией ежегодно.

4.1.2. Гигиеническое нормирование воздействия показателей микроклимата на человека. Нормативные показатели производственного микроклимата установлены ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования», а также СанПиН 2.2.4.584-96. Этими нормами регламентируют показатели микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха и тепловое излучение.

Нормами установлены оптимальные и допустимые температуры, относительная влажность и скорость движения воздуха в зависимости от характера производственных помещений, категории выполняемой работы и времени года.

Согласно санитарным нормам, производственные помещения по избыткам явного тепла, изменяющего температуру воздуха в помещениях, условно подразделяют на холодные, характеризующиеся незначительными избытками явного тепла (не более 20 ккал/час на 1 м куб.) и горячие, характеризующиеся значительными избытками явного тепла (бо-

лее 20 ккал/час на 1 м куб).

Исходя из общих энергозатрат организма, все работы делятся на три категории:

- *легкие* (менее 175 Вт),
- *средней тяжести* (175–290 Вт),
- *тяжелые* (более 290 Вт, перемещение груза выше 10 кг).

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 – это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном воздействии на человека обеспечивает ощущение теплового комфорта и создает предпосылки для высокой работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия – это такое сочетание параметров микроклимата, которые при длительном воздействии на человека не могут вызвать дискомфортные теплоощущения и понижения работоспособности (табл. 4.1.2).

Терморегуляция организма человека. Основными параметрами, обеспечивающими процесс теплообмена человека с окружающей средой, как было показано выше, являются показатели микроклимата. Вместе с изменением параметров микроклимата меняется и тепловое самочувствие человека. Процессы регулирования тепловыделений для поддержания постоянной температуры тела человека называются **терморегуляцией**. Она позволяет сохранять температуру внутренних органов постоянной, близкой к +36,5⁰С.

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность. Установлено, что при температуре воздуха более + 25°C работоспособность человека начинает падать. Предельная температура вдыхаемого воздуха, при которой человек в состоянии дышать в течение нескольких минут без специальных средств защиты – около +116°C.

Переносимость человеком температуры в значительной мере зависит от влажности и скорости окружающего воздуха. Чем больше относительная влажность, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев тела. Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает высокая влажность при t более + 30 °С, так как при этом почти вся выделяемая теплота отдается в окружающую среду при испарении пота. Вместе с потом организм теряет значительное количество минеральных солей. При неблагоприятных условиях потеря жидкости может достигать 8–10 л за смену и с ней до 40 г поваренной соли (всего в организме около 140 г NaCl). При высокой температуре воздуха расходуются углеводы, жиры,

разрушаются белки.

Таблица 4.1.2

**Оптимальные показатели микроклимата на рабочих местах
производственных помещений**

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22...24	21...25	60...40	0,1
	Iб(140...174)	21...23	20...24	60...40	0,1
	IIб(175...232)	19...21	18...22	60...40	0,2
	IIб (233...290)	17...19	16...20	60...40	0,2
	III (более 290)	16...18	15...19	60...40	0,3
Тёплый	Ia (до 139)	23...25	22...26	60...40	0,1
	Iб (140...174)	22...24	21...25	60...40	0,1
	IIa (175...232)	20...22	19...23	60...40	0,2
	IIб (233...290)	19...21	18...22	60...40	0,2
	III (более 290)	18...20	17...21	60...40	0,3

Для восстановления водного баланса работающих в горячих цехах или открытых площадках необходима подпитка подсоленной (около 0,5 % NaCl) газированной питьевой водой из расчета 4–5 л на человека в смену. В жарких климатических условиях рекомендуется пить охлажденную питьевую воду или зеленый чай.

Длительное воздействие *высокой* температуры особенно в сочетании с повышенной влажностью может привести к значительному накоплению теплоты в организме и развитию перегревания организма выше допустимого уровня – *гипертермии*. Это состояние, при котором температура тела поднимается до 38–39 °С. При гипертермии, и как следствие, тепловом ударе наблюдаются головная боль, головокружение, общая слабость, искажение цветового восприятия, сухость во рту, тошнота, рвота, обильное потовыделение, пульс и дыхание учащены. При этом наблюдается бледность, потеря сознания, зрачки расширены.

Производственные процессы, выполняемые при *пониженной* температуре, большой подвижности и влажности воздуха, могут быть причиной охлаждения и даже переохлаждения организма – *гипотермии*. При продолжительном действии холода дыхание становится неритмичным, частота и объем вдоха увеличиваются. Появление мышечной дрожи, при которой внешняя работа не совершается, а вся энергия превращается в теплоту, может в течение некоторого времени задерживать

снижение температуры внутренних органов. Результатом действия низких температур являются холодовые травмы.

В горных выработках температура воздуха должна быть не ниже -2°C и не превышать $+26^{\circ}\text{C}$ при скорости воздуха не менее 2 м/с и относительной влажности до 90 %. Согласно постановлению № 370 от 16.12.02 г. об организации работ в холодное время года на открытом воздухе и закрытых необогреваемых помещениях на территории Томской области работы приостанавливаются, если скорость ветра и температура воздуха имеет следующие параметры:

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$
При безветренной погоде	- 40
Не более 5,0	- 35
5,1–10,0	-25
10,1–15,0	-15
15,1–20,0	- 5

4.1.3. Способы и средства нормализации производственного микроклимата. Создание оптимальных метеорологических условий в производственных помещениях является сложной задачей, но она может решаться в следующих направлениях.

Рациональные планировочные и конструктивные решения производственных зданий. Сооружения располагают с учетом розы ветров в данной местности, а пристройки не рекомендуют размещать по периметру зданий, мешающие поступлению свежего воздуха.

Дистанционное управление и наблюдение также позволяют вывести человека из неблагоприятных условий. Примером может служить дистанционное управление грузоподъемными кранами в горячих цехах.

Рациональная тепловая изоляция оборудования. Существует много различных видов теплоизоляционных материалов, удовлетворяющих общим требованиям охраны труда (негорючесть, неядовитость и др.). К таким неорганическим материалам относятся слюда, минеральная вата и войлок, стекловата и стеклоткань, ячеистый бетон, керамзит, пемза и др. Органическими изоляционными материалами являются пробковые, древесноволокнистые плиты, древесные опилки, пенопласт и др.

Защита работающих различными видами экранов. Они могут быть теплоотражающие, теплоотводящие, теплопоглощающие, комбинированные.

Рациональная вентиляция и отопление являются наиболее распространенными способами нормализации микроклимата в производственных помещениях. *Вентиляцией* называется организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения возду-

ха и подачу на его место свежего. По способу перемещения воздуха различают системы естественной и механической вентиляции [78].

Естественная вентиляция. Это система вентиляции, перемещение воздушных масс в которой осуществляется благодаря возникающей разности давлений снаружи и внутри здания. Разность давлений обусловлена разностью плотностей наружного и внутреннего воздуха и ветровым напором, действующим на здание. При действии ветра на поверхностях здания с подветренной стороны образуется избыточное давление, на наветренной стороне – разрежение.

Неорганизованная естественная вентиляция – *инфильтрация (естественное проветривание)* осуществляется сменой воздуха в помещениях через неплотности в ограждениях и элементах строительных конструкций благодаря разности давлений снаружи и внутри помещения. Такой воздухообмен зависит от случайных факторов – силы и направления ветра, температуры воздуха внутри и снаружи здания, вида ограждений и качества строительных работ.

Аэрацией называется организованная естественная общеобменная вентиляция помещений в результате поступления и удаления воздуха через открывающиеся фрамуги окон и фонарей. Воздухообмен в помещении регулируют различной степенью открывания фрамуг (в зависимости от температуры наружного воздуха, скорости и направления ветра). Как способ вентиляции, аэрация нашла широкое применение в промышленных зданиях, характеризующихся технологическими процессами с большими тепловыделениями (прокатных, литейных, кузнечных цехах). Поступление наружного воздуха в цех в холодный период года организуют так, чтобы холодный воздух не попадал в рабочую зону. Основным достоинством аэрации является возможность осуществить большие воздухообмены без затрат механической энергии. К недостаткам аэрации следует отнести то, что в теплый период года эффективность аэрации может существенно падать вследствие повышения температуры наружного воздуха и то, что поступающий в помещение воздух не очищается и не охлаждается.

Механическая вентиляция – вентиляция, с помощью которой воздух подается в производственные помещения или удаляется из них по системам вентиляционных каналов с помощью вентиляторов. Механическая вентиляция может быть приточной, вытяжной, приточно-вытяжной и местной. Механическая вентиляция по сравнению с естественной имеет ряд *преимуществ*: имеет большой радиус действия; подвергает вводимый в помещение воздух предварительной очистке, осушке или увлажнению, подогреву или охлаждению; организывает оптимальное воздухораспределение с подачей воздуха непосредственно

к рабочим местам; улавливает вредные выделения непосредственно на местах, очищает загрязненный воздух перед выбросом его в атмосферу. К *недостаткам* механической вентиляции следует отнести значительную стоимость ее сооружения и эксплуатации, а также необходимость проведения мероприятий по снижению шума и вибрации.

Кондиционированием воздуха называется его автоматическая обработка для поддержания в помещениях заранее заданных метеорологических условий (температуры, влажности, скорости движения воздуха). Кондиционирование воздуха играет большую роль не только с точки зрения безопасности жизнедеятельности, но и во многих технологических процессах, при которых не допускаются колебания температуры и влажности воздуха (особенно в радиоэлектронике). Оно все больше в последние годы находит применение на промышленных предприятиях и современных офисах.

4.1.4. Средства индивидуальной защиты на рабочем месте при высоких и низких температурах воздуха. Для защиты от неблагоприятного воздействия климатических факторов используются следующие виды средств индивидуальной защиты: спецодежда, спецобувь, средства защиты рук и головные уборы.

Спецодежда для защиты от низкой температуры, ветра и атмосферных осадков в зависимости от условий труда изготавливается из хлопчатобумажных тканей с водоотталкивающими и другими пропитками, из натурального или искусственного меха и синтетических утеплителей. Особенно большое значение имеет качество спецодежды для работы на открытом воздухе в условиях Крайнего Севера. Разработаны электрообогревающие комплекты «Пингвин», «Енот» и др.

Вопросы для самоконтроля

1. Из каких основных процессов состоит теплоотдача человеческого организма в окружающую среду? Формула нормального самочувствия.
2. Что такое терморегуляция человеческого организма?
3. Способы теплообмена между человеком и окружающей средой?
4. Какие основные нормируемые показатели микроклимата воздуха рабочей зоны вы знаете?
5. Как выбирают параметры микроклимата в производственном помещении?
6. Дайте определение понятий «оптимальные параметры микроклимата» и «допустимые параметры микроклимата».
7. Какие мероприятия используются для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне?
8. Назовите приборы и устройства для измерения метеорологических условий.

4.2. Вредные и опасные вещества

4.2.1. Классификация вредных веществ. Выполнение различных видов геологоразведочных работ (бурение шпуров, взрывные работы, погрузка, разгрузка и транспортирование горной массы) сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ.

Вредное вещество – это вещество, которое в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящих и последующих поколений.

С точки зрения БЖД при оценке состояния воздушной среды наибольшее значение имеет: 1) *газовый состав воздуха*; 2) *уровень его атмосферного давления*; 3) *присутствие в воздухе механических и токсичных примесей*.

1. Газовый состав воздуха. Наиболее благоприятен для дыхания атмосферный воздух, содержащий (% по объему) азота – 78.08, кислорода – 20.95, инертных газов – 0.93, углекислого газа – 0.03, прочих газов – 0.01.

Вредные вещества, выделяющиеся в воздух рабочей зоны, изменяют его состав, в результате чего он существенно может отличаться от состава атмосферного воздуха.

Из химических компонентов воздуха для организма человека важным является содержание кислорода в воздухе. Главными источниками выделения кислорода являются планктонная пленка океана и растительный мир. Его снижение до 17 % приводит к ухудшению состояния человека, дальнейшее снижение вызывает смерть. Высокое содержание кислорода резко повышает взрыво- и пожароопасность среды.

В непроветриваемых горных выработках содержание кислорода только за счет окислительных процессов может упасть до 3 %. Вход в такие выработки опасен для жизни. Содержание кислорода в действующих выработках должно быть не менее 20 %.

Метан выделяется из пластов угля. Это газ без цвета и запаха, является основной составной частью рудничного газа. В угле метан находится под давлением 20–30 атмосфер и при разработке пласта вследствие разности давления выделяется в атмосферу выработок. При значительных скоплениях метана в забое возможно вытеснение кислорода и создание условий для возникновения асфиксии у работающих (асфиксия – удушье). Основная опасность выделения метана – способность образовывать с кислородом смесь, которая при наличии источников высокой температуры взрывается. Взрыв имеет максимальную силу при содержании в воздухе 9.5 % метана.

Большое количество ядовитых газов выделяется при ведении взрывных работ, работе машин с двигателями внутреннего сгорания при

пожарах. Газообразные продукты распада радиоактивных веществ (эманации) – радон, торен и актинон – весьма опасные примеси рудничного воздуха. Они встречаются в рудниках, разрабатывающих урановые и ториевые месторождения. Все эманации являются изотопами, которые имеют разные периоды полураспада. Так, радон имеет период полураспада 3.825 суток и способен распространяться на значительные расстояния от источника.

2. *Уровень атмосферного давления воздуха.* Уровень атмосферного давления воздуха зависит от высоты местности и температуры воздуха. Нормальное давление воздуха равно 101 кПа. Но в одной и той же местности давление воздуха меняется в течение суток. Для безопасности человека важно не само давление, а скорость его (73–126 кПа) снижения или повышения. Около 23% населения при изменении давления жалуются на головную боль и слабость, особенно страдающие сердечно-сосудистыми заболеваниями. При подъеме на высоту и работе в условиях высокогорья давление *понижается* (на высоте 5.5 км давление падает в 2 раза). Разреженный воздух вызывает у человека кислородное голодание. При работе в горной местности человеку необходимо адаптироваться к данным условиям в течение 3–4 недель. *Повышенное* давление на рабочих местах может быть при работе в шахтах, либо в кессоне (фр. ящик). При нахождении людей под давлением выше атмосферного, кровь и ткани человека поглощают азот. Это вызывает кессонную болезнь (боль в ушах, головокружение и т.д.). Для предупреждения этой болезни необходимо руководствоваться Правилами безопасности при производстве кессонных работ (под сжатым воздухом).

3. *Присутствие в воздухе механических и токсических примесей.* При проведении различных технологических процессов в воздух выделяются твердые и жидкие частицы, а также пары и газы. Пары и газы образуют с воздухом смеси, а твердые и жидкие частицы – аэродисперсные системы – аэрозоли. *Аэрозолями* называют воздух или газ, содержащие в себе взвешенные твердые или жидкие частицы. Аэрозоли принято делить на дым и туман. Дымы – это системы, состоящие из воздуха или газа и распределенных в них частиц твердого вещества, а туманы – системы, образованные воздухом или газом и частицами жидкости.

Пыль является основной производственной вредностью в горнодобывающей промышленности. Аэрозоли дезинтеграции образуются при дроблении какого-либо твердого вещества, например, в дезинтеграторах, дробилках, мельницах, при бурении и других процессах.

Для гигиенической оценки пыли важным признаком является степень ее дисперсности (размеры пылеватых частиц). Размеры твердых частиц пыли превышают 1 мкм, а размеры твердых частиц дыма меньше этого значения. Различают крупнодисперсную (размер твердых час-

тиц более 50 мкм), среднedisперсную (от 10 до 50 мкм) и мелкодисперсную (размер частиц менее 10 мкм) пыль. Наиболее опасными для человека являются частицы размером от 0,2 до 5 мкм. Они попадают в легкие при дыхании, задерживаются в них и, накапливаясь, могут стать причиной заболевания.

Биологическая активность пыли зависит от ее химического состава. Фиброгенность пыли определяется содержанием в ней свободной двуокиси кремния (SiO_2). Пыль железной руды содержит до 30% свободной SiO_2 . Чем больше содержание в пыли свободной двуокиси кремния, тем она более агрессивна.

Существуют различные классификации вредных веществ, в основу которых положено их действие на человеческий организм. В соответствии с наиболее распространенной (по Е.Я. Юдину и С.В. Белову) классификацией вредные вещества делятся на шесть групп: *общетоксические, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную (детородную) функцию человеческого организма.*

Общетоксические вещества вызывают отравление всего организма. Это оксид углерода, свинец, ртуть, мышьяк и его соединения, бензол и др.

Раздражающие вещества вызывают раздражение дыхательного тракта и слизистых оболочек человеческого организма. К этим веществам относятся: хлор, аммиак, пары ацетона, оксиды азота, озон и ряд других веществ.

Сенсibiliзирующие вещества действуют как аллергены, т.е. приводят к возникновению аллергии у человека. Этим свойством обладают формальдегид, различные нитросоединения, пикотинамид, гексахлоран и др. (Сенсibiliзация – повышение реактивной чувствительности клеток и тканей человеческого организма).

Воздействие *канцерогенных веществ* на организм человека приводит к возникновению и развитию злокачественных опухолей (раковых заболеваний). Канцерогенными являются оксиды хрома, 3,4-бензпирен, бериллий и его соединения, асбест и др.

Мутагенные вещества при воздействии на организм вызывают изменение наследственной информации. Это радиоактивные вещества, марганец, свинец и т.д.

Среди *веществ, влияющих на репродуктивную функцию человеческого организма*, следует в первую очередь назвать ртуть, свинец, стирол, марганец, ряд радиоактивных веществ и др.

4.2.2. Характер действия вредных веществ на организм человека.

Проникновение вредных веществ в организм человека происходит через дыхательные пути (основной путь), а также через кожу, с пищей, если человек принимает ее, находясь на рабочем месте. Действие этих веществ следует рассматривать как воздействие опасных или вредных производственных факторов, так как они оказывают негативное (токсическое) действие на организм человека. В результате воздействия этих веществ у человека возникает отравление – болезненное состояние, тяжесть которого зависит от продолжительности воздействия, концентрации и вида вредного вещества. Пыль, попадая в организм человека, оказывает фиброгенное воздействие, заключающееся в раздражении слизистых оболочек дыхательных путей. Оседая в легких, пыль задерживается в них. При длительном вдыхании пыли возникают профессиональные заболевания легких – *пневмокониозы*. При вдыхании пыли, содержащей свободный диоксид кремния (SiO_2), развивается наиболее известная форма пневмокониоза – силикоз.

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений и открытых площадок в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 устанавливаются предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ. ПДК выражаются в миллиграммах (мг) вредного вещества, приходящегося на 1 кубический метр воздуха, т. е. $\text{мг}/\text{м}^3$. В соответствии с указанным выше ГОСТом установлены ПДК для более чем 1300 вредных веществ. Еще приблизительно для 500 вредных веществ установлены ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ).

По ГОСТ 12.1.005-88 все вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяются на следующие классы:

- 1 – *чрезвычайно опасные* (ПДК менее $0,1 \text{ мг}/\text{м}^3$),
- 2 – *высокоопасные* (ПДК $0,1$ до $1 \text{ мг}/\text{м}^3$),
- 3 – *умеренно опасные* (ПДК 1 до $10 \text{ мг}/\text{м}^3$),
- 4 – *малоопасные* (ПДК более $10 \text{ мг}/\text{м}^3$).

Например, к *чрезвычайно опасным* с ПДК менее $0,1 \text{ мг}/\text{м}^3$ относится ртуть металлическая, свинец, соединения хлора и др., *малоопасные* с ПДК более $10 \text{ мг}/\text{м}^3$ – аммиак, бензин, керосин, спирт этиловый и т.д.

Опасность устанавливается в зависимости от величины ПДК, средней смертельной дозы и зоны острого или хронического действия. Если в воздухе содержится вредное вещество, то его концентрация не должна превышать величины ПДК. Примеры предельно допустимых концентраций различных веществ представлены в табл. 4.2.2.

Таблица 4.2.2

Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ

Название вещества	Химическая формула	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Бензпирен	C ₁₂ H ₁₂	0,00015	1	Пары
Бериллий и его соединения (в пересчете на бериллий)	Be РЬ	0,001 0,01	1 1	Аэрозоль Аэрозоль
Хлор	Cl ₂	1,0	2	Газ
Серная кислота	H ₂ SO ₄	1,0	2	Пары
Хлорид водорода	HCl	5,0	2	Газ
Диоксид азота	NO ₂	2,0	3	Газ
Спирт метиловый	CH ₃ OH	5,0	3	Пары
Оксид углерода	CO	20	4	Газ
Топливный бензин	C ₇ H ₁₆	100	4	Пары
Ацетон	CH ₃ COCH ₃	200	4	Пары

При одновременном присутствии в воздушной среде нескольких вредных веществ, обладающих однонаправленным действием, должно соблюдаться условие:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_3}{ПДК_3} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1;$$

где $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ – фактические концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м³;

$ПДК_1, ПДК_2, ПДК_3, \dots, ПДК_n$ – предельно допустимые концентрации этих веществ в воздухе рабочей зоны.

4.2.3. Оздоровление воздушной среды. Оздоровление воздушной среды достигается снижением содержания в ней вредных веществ до безопасных значений (не превышающих величины ПДК на данное вещество), а также поддержанием требуемых параметров микроклимата в производственном помещении.

Профилактические мероприятия, связанные с воздействием пыли на человека, можно разбить на три группы: 1) технологические и технические; 2) санитарно-технические; 3) медико-профилактические.

Снизить содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны мож-

но, используя технологические процессы и оборудование, при которых вредные вещества либо не образуются, либо не попадают в воздух рабочей зоны. Например, перевод различных термических установок и печей с жидкого топлива, при сжигании которого образуется значительное количество вредных веществ, на более чистое газообразное топливо, а еще лучше – использование электрического нагрева.

Большое значение имеет надежная герметизация оборудования, например, устройств для транспорта пылящих материалов, которые исключают попадание вредных различных веществ в воздух рабочей зоны или значительно снижает в нем концентрацию их.

Использование увлажненных сыпучих материалов. Наиболее часто применяется гидроорошение с помощью форсунок тонкого распыла воды. Для поддержания в воздухе безопасной концентрации вредных веществ используют различные системы вентиляции.

Если перечисленные мероприятия не дают ожидаемых результатов, рекомендуется автоматизировать производство или перейти к дистанционному управлению технологическими процессами.

В ряде случаев для защиты от воздействия вредных веществ, находящихся в воздухе рабочей зоны, рекомендуется использовать индивидуальные средства защиты работающих (респираторы, противогазы), однако следует учитывать, что при этом существенно снижается производительность труда персонала.

Рассмотрим основные индивидуальные средства защиты, предназначенные для защиты органов дыхания человека от вредных веществ, находящихся в воздухе рабочей зоны. Указанные средства защиты делятся на фильтрующие и изолирующие.

В *фильтрующих устройствах* вдыхаемый человеком загрязненный воздух предварительно фильтруется, а в *изолирующих* чистый воздух подается по специальным шлангам к органам дыхания человека от автономных источников. Фильтрующими приборами (респираторами и противогазами) пользуются при невысоком содержании вредных веществ в воздухе рабочей зоны (не более 0,5% по объему) и при содержании кислорода в воздухе не менее 18%. Один из наиболее распространенных отечественных респираторов – бесклапанный респиратор ШБ-1 «Лепесток» – предназначен для защиты от воздействия мелкодисперсной и среднелдисперсной пыли. Различные модификации «Лепестка» применяются для защиты от пыли, если ее концентрация в воздухе рабочей зоны в 5–200 раз превышает величину ПДК. Промышленные фильтрующие противогазы предназначены для защиты органов дыхания от различных газов и паров. Они состоят из полумаски, к которой подведен шланг с загубником, присоединенный к фильтрующим короб-

кам. Они наполнены поглотителями вредных газов или паров. Каждая коробка в зависимости от поглощаемого вещества окрашена в определенный цвет (табл. 4.2.3).

Таблица 4.2.3

Характеристика фильтрующих коробок промышленных противогазов

<i>Марка</i>	<i>Отличительная окраска коробки</i>	<i>Вещество, от которого противогаз защищает</i>
А	Коричневая	Органические пары
В	Желтая	Кислотные газы
Г	Желто-черная	Пары ртути
Е	Черная	Мышьяковистый и фосфористый водород
КД	Серая	Аммиак и сероводород
СО	Белая	Оксид углерода
М	Красная	Все газы, включая оксид углерода

Изолирующие противогазы применяются в тех случаях, когда содержание кислорода в воздухе менее 18%, а содержание вредных веществ более 2%. Различают автономные и шланговые противогазы. Автономный противогаз состоит из ранца, наполненного воздухом или кислородом, шланг от которого соединен с лицевой маской. В шланговых изолирующих противогазах чистый воздух подается по шлангу в лицевую маску от вентилятора, причем длина шланга может достигать нескольких десятков метров.

Для контроля запыленности воздуха рабочей зоны могут быть использованы различные методы (фильтрационные, седиментационные, электрические) и др. Весьма перспективны новые методы измерения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны с использованием лазерной техники. В нашей стране наиболее распространен прямой весовой (гравиметрический) метод измерения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны. Он заключается в отборе всей находящейся в зоне дыхания пыли на специальные аэрозольные фильтры типа АФА ВП. Отбор проб осуществляется с помощью различных аспираторов. Определение концентрации вредных веществ, присутствующих в воздухе в виде паров и газов, может также осуществляться различными методами, например, с использованием переносных газоанализаторов типа УГ-1 или УГ-2.

Вопросы для самоконтроля

- 1. Что такое аэрозоли?*
- 2. Каковы основные пути проникновения вредных веществ в организм человека?*
- 3. Как действуют вредные вещества на организм человека?*
- 4. Представьте классификацию вредных веществ.*

5. Что такое фиброгенное действие пыли на организм человека?
6. Дайте определение понятия «предельно допустимая концентрация» (ПДК).
7. Как обеспечить поддержание в воздухе безопасной концентрации вредных веществ?
8. Перечислите индивидуальные средства защиты от воздействия вредных веществ.
9. Как осуществляется контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
10. Как устроены фильтрующие и изолирующие противогазы? Какова область их применения?
11. Как маркируются и окрашиваются фильтрующие коробки отечественных фильтрующих противогазов?

4.3. Производственное освещение

Производственное освещение – неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда находится в прямой зависимости от рациональности освещения и повышается на 10–12%.

С физиологической точки зрения свет является возбудителем органа зрения человека (зрительного анализатора). Мы уже знаем, что около 90% информации, которую человек получает от внешнего мира, поступает через зрительный канал. Поэтому качество информации, получаемой посредством зрения, во многом зависит от освещения.

Освещение, удовлетворяющее гигиеническим и экономическим требованиям, называется *рациональным*. Рациональность производственного освещения определяется взаимодействием триады *видимое излучение* – источник света, *зрительный анализатор* – глаз как оптический прибор, и *зрительная работа* – объект восприятия.

4.3.1. Основные светотехнические величины. К ним относятся следующие:

1. *Световой поток (Φ)*. Часть лучистого потока, воспринимаемая органами зрения человека как свет, называется *световым потоком*, обозначается буквой Φ и измеряется в люменах (лм). С физической точки зрения световой поток – это мощность видимого излучения, т.е. световая энергия, излучаемая по всем направлениям за единицу времени. Но так как измерение светового потока основывается на зрительном восприятии, то световой поток – величина не только физическая, но и физиологическая.

2. *Сила света (I)*. Пространственную плотность светового потока называют *силой света* и измеряют в канделах (кд). Она характеризует неравномерность распространения светового потока в пространстве.

3. *Освещенность (E)*. Освещенность характеризует поверхностную плотность. Освещенностью поверхности называется величина, измеряемая отношением светового потока Φ , падающего на поверхность, к площади поверхности S . Освещенность измеряется в люксах (лк).

$$E = \frac{\Phi}{S},$$

4. *Яркость (L)*. Яркость используется для характеристики протяженного источника света, обладающего светящейся поверхностью. Яркость протяженного источника света определяется отношением силы света в данном направлении к поверхности источника, видимой по этому направлению.

$$L = \frac{I}{S \cos \alpha},$$

где α – угол между нормалью к светящейся поверхности и глазом наблюдателя. Яркость измеряется в кд/м². Например, лист белой бумаги, освещенной настольной лампой мощностью 60 Вт, имеет яркость равной 30–40 кд/м².

Рассмотренные светотехнические величины относятся к количественным показателям производственного освещения.

4.3.2. Виды производственного освещения. Различают следующее виды производственного освещения: естественное, искусственное и совмещенное.

Естественное освещение осуществляется за счет прямого и отраженного света неба. С физиологической точки зрения естественное освещение наиболее благоприятно для человека. Естественное освещение в течение дня меняется в достаточно широких пределах в зависимости от состояния атмосферы (облачность). Различают боковое естественное освещение – через световые проемы (окна) в наружных стенах, и верхнее естественное освещение, при котором световой поток поступает через световые проемы, расположенные в верхней части (крыше) здания (аэрационные и зенитные фонари и т.д.). Если используется оба вида освещения, то оно называется комбинированным.

Естественное освещение характеризуется изменяющейся освещенностью на рабочих местах в течение суток года, которое обуславливается световым климатом. Поэтому данное освещение нормируется по «коэффициенту естественной освещенности» (КЕО) или (e) *естественного* освещения.

Коэффициент естественной освещенности равен:

$$KEO = \frac{E}{E_0} 100\%,$$

где E – освещенность (измеренная) на рабочем месте, лк; E_0 – освещенность на улице (при среднем состоянии облачности), лк. Величины КЕО для различных помещений лежат в пределах 0,1–12%.

Эти количественные показатели характеризуют условия труда работающих. Их величину заносят в санитарно-технические паспорта производственных объектов (цехов, лабораторий, гаражей и других помещений). Величину освещенности на рабочем месте определяют с помощью прибора люксметра. В отечественной практике наиболее часто применяют люксметры марок Ю-16, Ю-116, Ю-117. Эти приборы измеряют фототок, возникающий в цепи селенового фотоэлемента и соединенного с ним измерительного прибора под влиянием падающего на чувствительный слой светового потока. Прибор градуирован в люксах.

Искусственное освещение осуществляется светильниками и прожекторами. Оно может быть общим, местным или комбинированным. Общее предназначено для освещения всего производственного помещения. Местное при необходимости дополняет общее и концентрирует дополнительный световой поток на рабочих местах. Сочетание местного и общего освещения называют комбинированным. Если в светлое время суток уровень естественного освещения не соответствует нормам, то его дополняют искусственным. Такой вид освещения называют *совмещенным*. В производственных условиях для характеристики *искусственного* освещения используется показатель «освещенность» (E).

По функциональному назначению различают следующие виды искусственного освещения: *рабочее* (обязательное), *аварийное* (не менее 2 лк), *охранное* (не менее 0.5 лк) и дежурное. Основное требование к аварийному освещению – независимый источник питания: аккумуляторная батарея, резервный дизель-генератор, ЛЭП от другой подстанции. Аварийное освещение устраивается в помещениях и на открытых пространствах. *Охранное* освещение предусматривается вдоль границ, охраняемых в ночное время для освещения территорий, для предупреждения авиационных аварийных ситуаций с высокими объектами (буровых вышек и мачт, ретрансляторов, высоких опор линий электропередач и т.д.).

4.3.3. Нормирование освещенности. *Нормирование* освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами СНиП 23-05-95 [77]. В нормах регламентируется ряд требований к качеству освещения: равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней; в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость; освещенность должна быть постоянной во времени; оптимальная направленность светового потока; освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному. СНиП 23-05-95 устанавливает мини-

мальные (нормативные) показатели освещенности в наименее освещенных точках рабочих поверхностей.

В соответствии нормативным документом (СНиП 23-05-95) в зависимости от степени зрительного напряжения все работы делятся на восемь разрядов (1-УШ) и четыре подразряда (а, б, в, г).

Для определения *величин нормированного естественного и искусственного освещения* по табл. 1 СНиПа необходимо задать наименьший размер объекта различения, а также характеристику фона и контраст объекта с фоном. Предположим, выполняется работа средней точности. Работа средней точности характеризуется тем, что размер наименьшего объекта различения лежит в пределах от 0.5 до 1 мм. Условимся, что в процессе зрительной работы фон и контраст объекта с фоном средний. По этим данным можно определить разряд и подразряд зрительной работы (1Ув), а также нормированные величины освещения. При искусственном освещении величина комбинированной освещенности должна составлять 400 лк, а общей – 200 лк. Соответственно, величина КЕО при верхнем или комбинированном естественном освещении должна быть равна 4%, а при боковом – 1.5%. Аналогичные характеристики при совмещенном освещении составят 2.4 и 0.9%.

Для определения норм освещенности для некоторых *производственных помещений* можно воспользоваться табл. 2 СНиПа, фрагмент которой приведен в табл. 4.3.3.

Необходимо задать в данном случае характеристику помещения. Предположим, нас интересует норма освещенности в учебной аудитории вуза. По табл. 2 СНиПа 23-05-95 (табл. 4.3.3) находим, что освещенность доски в аудитории при искусственном освещении должна составлять 500 лк, а освещенность на рабочих столах и партах, расположенных на высоте 0.8 м от уровня пола, – 300 лк. Соответственно, величина КЕО должна составлять 1,5% при боковом освещении и 4% – при верхнем или комбинированном освещении. Освещение помещений считается достаточным, если выполняется условия: для естественного освещения $e \geq e_n$, для искусственного освещения $E \geq E_n$. Определив по СНиП 23-05-95 нормативную величину освещенности в помещении при использовании электрических источников света, необходимо рассчитать общую мощность электрической осветительной установки.

4.3.4. Принципы расчета освещенности. Для расчета *искусственного* освещения применяют следующие методы: *светового потока, точечный и удельной мощности*.

Рассмотрим в качестве примера расчет освещенности с применением *метода светового потока*. Он используется для определения общего равномерного освещения на горизонтальной поверхности.

Сущность расчета искусственного освещения – нахождение параметров осветительной установки (количества и типа светильников) или определение по известным параметрам установки ожидаемой освещенности помещения.

Таблица 4.3.4

Нормы естественного и искусственного освещения для некоторых производственных помещений (по СНиП 23-05-95, табл. 2)

№	Помещение	Высота плоскости над полом, м	Искусственное освещение	Естественное освещение	
			Освещенность рабочих поверхностей, Е, лк	КЕО, %	
				Верхнее или комбинированное	Боковое
24	Общеобразовательные школы и школы интернаты, профессионально-технические, средние специальные и высшие учебные заведения Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории, лаборантские: а) на доске (середина) б) на рабочих столах и партах	В - на доке Г-0,8	500 300	— 4	— 1,5

Световой поток от лампы накаливания или группы разрядных ламп, образующих светильник, рассчитывают по формуле:

$$\Phi_{л} = \frac{100E_n S z k}{N \eta},$$

где $\Phi_{л}$ – световой поток лампы или группы ламп, лм; N – число светильников в помещении, шт.; E_n – нормированная минимальная освещенность, лк; S – площадь освещаемого помещения, м²; z – коэффициент минимальной освещенности, равный отношению $E_{сп}/E_{min}$, значение которого для ламп накаливания составляет 1.15, а для люминесцентных ламп – 1.1; k – коэффициент запаса, составляющий для

ламп накаливания 1.3–1.6 и для разрядных ламп – 1.4–1.8; η – коэффициент использования светового потока лампы (справочные данные светотехнических таблиц); он зависит от типа светильников, коэффициентов отражения пола, потолка, стен и размеров помещения.

Рассчитав по формуле световой поток лампы $\Phi_{л}$, по справочнику подбирают ближайшую стандартную лампу, после чего определяют электрическую мощность всей осветительной системы.

Расчет *естественного* освещения сводится к определению площади световых проемов в производственных помещениях.

4.3.5. Осветительные приборы. В современных осветительных установках, предназначенных для освещения производственных помещений, в качестве источников света применяют лампы накаливания (источники теплового излучения), газоразрядные (люминесцентные) и галогенные.

К преимуществам ламп *накаливания* следует отнести простоту их изготовления и схемы включения, удобство в эксплуатации (любые внешние условия среды). Основные недостатки ламп накаливания – сравнительно короткий срок службы (около 1 тыс. ч.), невысокая светоотдача и большая теплоотдача. Кроме того, спектр ламп накаливания, в котором преобладают желтые и красные лучи, значительно отличается от спектра естественно солнечного света, что вызывает искажение цветопередачи. Данные лампы не рекомендуют использовать для освещения тех работ, для которых требуется различение оттенков цветов. Свечение ламп накаливания осуществляется за счет нагрева вольфрамовой нити, а газозаполнитель может быть разный (аргон, азот и т.д.). Для освещения производственных помещений в настоящее время используют лампы накаливания следующих типов:

- вакуумные (НВ);
- газонаполненные биспиральные (НБГ);
- рефлекторные (НР), являющиеся лампами-светильниками (часть колбы такой лампы покрыта зеркальным слоем);
- кварцевые галогенные лампы (КГ), обладающие большой мощностью и др.

Газоразрядные лампы также широко применяются для освещения производственных помещений. По сравнению с лампами накаливания они обладают повышенной световой отдачей, большим сроком службы (до 10 тыс. ч). Спектр их излучения близок к спектру естественного света.

К недостаткам разрядных ламп в первую очередь следует отнести пульсацию светового потока (периодическое его изменение при работе лампы), ухудшающую условия зрительной работы.

Для стабилизации светового потока необходимо использовать дополнительную аппаратуру. Для включения разрядных ламп применяют специальные пусковые устройства. Кроме того, эти лампы при работе могут создавать радиопомехи, для подавления которых устанавливают фильтры. Все это приводит к повышению затрат при монтаже осветительной сети из разрядных ламп.

Из разрядных источников света на промышленных предприятиях широко применяют различные люминесцентные лампы (ЛЛ), дуговые ртутные лампы (ДРЛ), рефлекторные дуговые ртутные лампы с отражающим слоем (ДРЛР) и ряд других.

За рубежом разработаны и используются для освещения компактные люминесцентные лампы. Особенностью этих разрядных ламп является то, что они предназначены для непосредственной замены ламп накаливания, так как снабжены стандартным резьбовым цоколем и могут вворачиваться в электрический патрон, как обыкновенные лампы накаливания. Компактные люминесцентные лампы дают большую экономию электроэнергии. Современные разрядные источники света постепенно вытесняют из обихода лампы накаливания. В развитых странах мира разрядные лампы создают более половины светового потока и предполагается, что в будущем эта доля будет возрастать.

В настоящее время разработан новый способ освещения промышленных и общественных зданий с помощью осветительных устройств большой протяженности – *целевых световодов*. Они представляют собой полые цилиндрические трубы. Внутренняя поверхность этих труб, за исключением светопропускающей щели, покрыта зеркально отражающим слоем. Источником света может служить мощная лампа накаливания или газоразрядная лампа, которая помещается в оба конца трубы.

При выборе источников света для производственных помещений предпочтение следует отдавать газоразрядным лампам как энергетически более экономичным и обладающим большим сроком службы. При этом обращают внимание на следующие параметры: *мощность (Вт), величина светового потока (лм), светоотдача (отношение светового потока к мощности, лм/Вт)*.

Источники света располагают в специальной осветительной аппаратуре. Основная функция ее – перераспределение светового потока лампы с целью повышения эффективности осветительной установки. Комплекс, состоящий из источника света и осветительной арматуры, называют *светильником* или осветительным прибором. Осветительные приборы дальнего действия – прожектора.

Тщательный и регулярный уход за установками освещения имеет большее значение для создания рациональных условий освещенности

(обеспечение требуемых величин освещенности без дополнительных затрат электроэнергии). Чистка светильников по нормам производится от 4 до 12 раз в год в зависимости от запыленности производственного помещения. По истечении срока службы источника света необходима его замена.

Вопросы для самоконтроля

1. *Охарактеризуйте основные световые величины.*
2. *Какие виды производственного освещения вы знаете?*
3. *Что такое коэффициент естественного освещения (КЕО)?*
4. *Какие разновидности имеет искусственное освещение?*
5. *Охарактеризуйте источники искусственного освещения.*
6. *Как нормируется производственное освещение?*
7. *Как рассчитывается световой поток от лампы или группы ламп?*
8. *Как измеряется освещенность в производственном помещении?*

4.4. Механические колебания

С точки зрения безопасности труда в геологоразведочном деле вибрация и шум – одни из наиболее распространенных вредных производственных факторов на производстве (эксплуатация буровых станков при бурении скважин, производство гидрогеологических откачек, взрывы при сейсморазведочных работах и т.д.). Шум и вибрация относятся к механическим колебаниям. Общее между ними то, что они связаны с переносом энергии. При определенной величине и частоте эта энергия может выступать как вредный или опасный производственный фактор. Если упругие колебания распространяются под действием какой-то возмущающей силы (источника) или в воздухе, или в жидкой, или в твердой среде – это *акустические* колебания. Они могут быть как слышимы, так не слышимы для человека. Частота звука от 20 Гц до 20 000 Гц воспринимается ухом человека, частота звука менее 20 Гц представляет *инфразвук*, а более 20 КГц – *ультразвук*. *Ультразвуки* применяются в промышленности для контрольно-измерительных целей (дефектоскопия, измерение толщины стенок трубопроводов и др.), а также для осуществления различных технологических процессов – очистка деталей, сварка, пайка, дробление и т.д. *Инфразвук* в производственных условиях обычно сочетается с низкочастотным шумом или вибрацией. Источниками инфразвука являются компрессоры, дизельные двигатели, вентиляторы, реактивные двигатели, транспортные средства и др. Одним из промышленных источников инфразвука являются тихоходные машины, число рабочих циклов которых не превышает 20 в секунду. Таким образом, кроме шумового и вибрационного воздействия, вред-

ное влияние на человека в процессе труда могут оказывать инфразвуковые и ультразвуковые колебания.

4.4.1. Основные физические характеристики шума, вибрации, ультра- и инфразвука. *Шум* – это сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Основными физическими характеристиками шума являются: *частота звука, интенсивность звука, звуковое давление.*

1. Основным признаком механических колебаний является повторность процесса движения через определенный промежуток времени. Минимальный интервал времени, через который происходит повторение движения тела, называют *периодом колебаний* (T), а обратную ему величину – частотой колебаний (f). Эти величины связаны между собой простым соотношением:

$$f = \frac{1}{T},$$

где f – частота колебаний в герцах (Гц); T – период колебаний в секундах, с.

Таким образом, частота колебаний определяет число колебаний, произошедших за 1 секунду. Единица измерения частоты – герц (Гц).

2. Для характеристики среднего потока энергии в какой-либо точке среды вводят понятие *интенсивности звука* (I) – это количество энергии, переносимое звуковой волной за единицу времени через единицу площади поверхности, нормальной (расположенной под углом 90°) к направлению распространения волны. Интенсивность звука выражается следующим образом:

$$I = \frac{P}{\rho C}, \text{ (Вт/м}^2\text{)};$$

где I – интенсивность звука, Вт/м²; P – звуковое давление (общее количество звуковой энергии), Па; ρ – плотность среды, кг/м³; ($\rho_{\text{возд.}} = 1.29 \text{ кг/м}^3$); C – скорость звука в среде, м/с; ($C_{\text{возд.}} = 340 \text{ м/с}$, $C_{\text{бетона}} = 4\ 000 \text{ м/с}$);

Сила воздействия звуковой волны на барабанную перепонку человеческого уха зависят от звукового давления. Звуковое давление – это дополнительное давление, возникающее в газе или жидкости при нахождении там звуковой волны.

Для характеристики уровня шума используют не непосредственно значения интенсивности звука и звукового давления, которыми неудобно оперировать, а их логарифмические значения, называемые уровнем интенсивности звука или уровнем звукового давления.

3. *Уровень интенсивности звука* (уровень звукового давления) определяют по формуле:

$$L = 20 \lg \frac{P_x}{P_0},$$

где L – уровень интенсивности в децибелах (дБ) или громкость; P_x – измеряемое звуковое давление, Па; P_0 – пороговое звуковое давление (P_0 – постоянная величина, $P_0 = 2 \cdot 10^2$ Па на частоте 1000 Гц).

Давление (P_x) измеряется шумомером, где чувствительность шкалы А к различным частотам соответствует характеру восприятия шума человеком. Человеческое ухо, а также многие акустические приборы реагируют не на интенсивность звука, а на звуковое давление. Уровень звукового давления обратно пропорционален расстоянию от источника звука.

Вибрация – это совокупность механических колебаний, испытываемых каким-либо телом.

Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе различных машин и механизмов. Примером таких устройств могут служить ручные перфораторы, кривошипно-шатунные механизмы и другие, детали которых совершают возвратно-поступательные движения. Вибрацию также создают неуравновешенные вращающиеся механизмы (электродрели, ручные шлифовальные машины, металлообрабатывающие станки, вентиляторы и т.д.), а также устройства, в которых движущиеся детали совершают ударные воздействия (зубчатые передачи, подшипники и т.д.). В промышленности также используются специальные вибрационные установки, в частности, при уплотнении бетонных смесей, при дроблении, измельчении и сортировке сыпучих материалов, при разгрузке транспортных средств и в ряде других случаев.

Основными характеристиками *вибраций* являются:

- а) частота колебаний, (f), гц;
- б) амплитуда перемещения, мм;
- в) виброскорость, V, мм/с;

Значения виброскорости и виброускорения для различных источников изменяются в очень широких пределах, поэтому, как и для шума, удобнее пользоваться их логарифмическими характеристиками. Так, логарифмический уровень виброскорости (или просто уровень виброскорости) определяется по формуле:

$$L_v = 20 \lg \frac{V}{5 \cdot 10^{-8}};$$

где L_v – уровень виброскорости, дБ; V – виброскорость, м/с; ($5 \cdot 10^{-8}$ м/с) – пороговое значение колебательной скорости, стандартизованное в международном масштабе.

По аналогии логарифмический уровень виброускорения может быть

определен следующим образом:

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{10^{-6}}$$

где L_a – уровень виброускорения, дБ; a – ускорение колебаний, м/с²; ($3 \cdot 10^{-4}$ м²/с) – пороговое значение ускорения колебаний, стандартизованное в международном масштабе.

Характеристиками ультразвуковых и инфразвуковых колебаний, как и в случае звуковых волн, являются уровень интенсивности (Вт/м²), уровень звукового давления (Па) и частота (Гц).

4.4.2. Действие шума, ультра- и инфразвука, а также вибрации на организм человека. Длительное воздействие *шума* на организм человека приводит к следующим последствиям шумовой болезни: а) снижается производительность труда; б) ослабляется память, внимание, острота зрения и чувствительность к предупредительным сигналам; г) снижается чувствительность слуха. Звуки очень большой силы, уровень которых превышает 120–130 дБА (звук мотора реактивного самолета) вызывают болевое ощущение и повреждения в слуховом аппарате (акустическая травма). В табл. 4.4.2. представлены уровни различных звуков.

Таблица 4.4.2.

Уровни различных звуков в зависимости от источника шума и расстояния

Источник шума	Расстояние, м	Уровень шума, дБА
Жилая комната	—	35
Речь средней громкости	1	60
Машинописное бюро	—	65
Металлорежущие станки	На рабочем месте	80–96
Дизельный грузовик	7	90
Пневмоперфоратор	1	100
Реактивный двигатель	25	140
Выстрел из артиллерийского орудия	1–2	160–170

Разрыв барабанных перепонок в органах слуха человека происходит под воздействием шума, уровень звукового давления которого составляет примерно 186 дБА. Воздействие на организм человека шума, уровень которого около 196 дБА, приведет к повреждению легочной ткани (порог легочного повреждения).

Однако не только сильные шумы, приводящие к мгновенной глухоте или повреждению органов слуха человека, вредно отражаются на здоровье и работоспособности людей. Шумы небольшой интенсивности, порядка 50 – 60 дБ А (уровень шума, замеренный по шкале А шумомера), негативно воздействуют на нервную систему человека, вызывают

бессонницу, неспособность сосредоточиться, что ведет к снижению производительности труда и повышает вероятность возникновения несчастных случаев на производстве. Если шум постоянно действует на человека в процессе труда, то могут возникнуть различные психические нарушения, сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные и кожные заболевания, тугоухость.

Последствия воздействия шума небольшой интенсивности на организм человека зависят от ряда факторов, в том числе возраста и состояния здоровья работающего, вида трудовой деятельности, психологического и физического состояния человека в момент действия шума и ряда других факторов. Шум, производимый самим человеком, обычно не беспокоит его. В отличие от этого посторонние шумы часто вызывают сильный раздражающий эффект. Если сравнивать шумы с одинаковым уровнем звукового давления, то высокочастотные шумы ($f > 1000$ Гц) более неприятны для человека, чем низкочастотные ($f < 400$ Гц). В ночное время шум с уровнем 30 – 40 дБ А является серьезным беспокоящим фактором.

Наиболее приятны для уха естественные звуки голосов природы. Шум листвы имеет уровень звукового давления равный 10 дБ А.

При постоянном воздействии шума на организм человека могут возникнуть патологические изменения, называемые шумовой болезнью, которая является профессиональным заболеванием. Длительное воздействие шума выше 85 дБ приводит к постоянному повышению порогов слуха, а затем, к развитию тугоухости и глухоты.

Инфразвук также оказывает негативное влияние на органы слуха, вызывая утомление, чувство страха, головные боли и головокружения, а также снижает остроту зрения. Особенно неблагоприятно воздействие на организм человека инфразвуковых колебаний с частотой 4 – 12 Гц.

Вредное воздействие ультразвука на организм человека выражается в нарушении деятельности нервной системы, снижении болевой чувствительности, изменении сосудистого давления, а также состава и свойств крови.

Ультразвук передается либо через воздушную среду, либо контактным путем через жидкую и твердую среду (действие на руки работающих). Контактный путь передачи ультразвука наиболее опасен для организма человека.

Необходимо различать общую и местную вибрации.

Общая вибрация действует на весь организм в целом, а местная – только на отдельные части его (верхние конечности, плечевой пояс, сосуды сердца).

Вибрация, помимо разрушительного действия на машины и механизмы (статистика показывает, что около 80% поломок и аварий в машиностроении является результатом недопустимых вибраций), оказы-

вает вредное влияние на здоровье людей. Под действием вибрации происходит: угнетение периферической нервной системы; ослабление памяти; повышение энергетических затрат организма; изменения в нервной и костно-суставной системах; повышение артериального давления.

Виброблезнь относится к группе заболеваний, эффективное лечение которых возможно лишь на ранних стадиях, причём восстановление нарушенных функций происходит очень медленно, а при некоторых условиях наступают необратимые процессы, приводящие к инвалидности.

Таким образом, полное устранение или снижение уровней шума и вибрации являются одним из непереносимых условий оздоровления условий труда и повышения технической культуры производства.

4.4.3. Нормирование шума и вибрации. Шум нормируется на рабочих местах согласно ГОСТу 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности» и СН 3223-85 «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах». В указанных нормативных документах предусмотрены два метода нормирования шума: по предельному спектру шума и по интегральному показателю – эквивалентному уровню шума в дБА.

Выбор метода нормирования в первую очередь зависит от временных характеристик шума. По этим характеристикам все шумы подразделяются на постоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется не более чем на 5 дБА, и непостоянные, аналогичная характеристика которых изменяется за рабочий день более чем на 5 дБА.

Нормирование по предельному спектру шума является основным для постоянных шумов.

Предельный спектр шума – это совокупность нормативных значений звукового давления на следующих стандартных среднегеометрических частотах: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. В табл. 4.4.3. представлены допустимые уровни шума на различных рабочих местах.

Сокращенно предельные спектры шума обозначаются ПС (предельный спектр) с указанием допустимого уровня звукового давления на частоте 1000 Гц, например: ПС-45, ПС-55, ПС-75 и др. Это значит, что в помещениях приема больных уровень звукового давления не должен превышать 45 дБА.

Второй метод по эквивалентному уровню шума основан на измерении шума по шкале А шумомера. Эта шкала имитирует чувствительность человеческого уха. Уровень шума, измеренный по шкале А шумомера, обозначается в дБ А. Постоянные шумы характеризуются по предельному спектру шума, а непостоянные только в дБ А.

Гигиенически допустимые уровни вибрации регламентирует ГОСТ 12.1.012- 90 [62] в зависимости от частоты.

4.4.4. Основные методы защиты от шума и вибрации, инфра- и ультразвука. Методы защиты от шума, инфра- и ультразвука, а также от вибрации делятся на коллективные и индивидуальные.

Основные мероприятия по борьбе с *шумом*:

1. Качественное изготовление деталей станков и машин.
2. Замена металлических соударяющихся деталей на неметаллические.
3. Применение звукопоглощающих преград. Звукопоглощение целесообразно применять там, где преобладают низкочастотные (до 300 Гц) шумы, т.к. оно основано на явлении резонанса и наибольший эффект происходит при совпадении частот падающей звуковой волны и собственных колебаний звукопоглощающей панели.
4. Применение звукоизолирующих преград. Звукоизолирующая способность преград возрастает с увеличением их веса и частоты звуковых волн.
5. Правильная планировка и расположение цехов. Участки с шумным производством должны располагаться с подветренной стороны и на достаточном для снижения уровня интенсивности шума расстоянии.
6. Применение глушителей шума.
7. Правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе).
8. Применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны и др.).

Таблица 4.4.3

Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентного уровня звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий по ГОСТ 12.1.003—83
(извлечение)

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц)								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения конструкторских бюро, программистов, лабораторий	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	58	55	52	50	49	60

Кабины наблюдений и дистанционного управления: без речевой связи по телефону с речевой связью по телефону	43	87	82	78	75	73	71	70	80
		74	68	63	60	57	55	54	65
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Основные методы борьбы с *вибрацией* делятся на две группы:

- Снижение вибрации в источнике ее возникновения;
- Уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника.

Основные мероприятия по борьбе с вибрацией:

1. Виброизоляция – применение пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок.

В качестве амортизаторов применяются:

- плиты из минеральной ваты и натуральной пробки. Рекомендуется применять при частотах не менее 20 Гц;
- резиновые амортизаторы (при частотах не менее 12 Гц). Резина обладает высокими упругими качествами, но эти качества со временем теряются - резина стареет. Кроме того, необходимо учитывать малое изменение резины в объёме, поэтому, если установить агрегат на толстом куске листовой резины, то такая установка будет мало отличаться от жёсткой. Поэтому резиновые прокладки должны иметь форму, допускающую свободное растягивание резины в стороны;
- металлорезиновые амортизаторы – представляют сочетание стальных пружин с резиной. Рекомендуется применять при частотах не менее 6 Гц;
- пружинные амортизаторы, применяются при любых частотах вибрации.

2. Применение динамических виброгасителей. Устанавливается добавочная колебательная система с частотой, равной частоте возмущающей силы. Эта система вызывает равные, но противофазные колебания.

3. Уравновешивание, балансировка.

4. Жёсткое присоединение агрегата к фундаменту большой массы. Амплитуда колебаний подошвы фундамента не должна превосходить 0,1–0,2 мм, а для особо ответственных установок – 0,005 мм.

5. Правильная организация труда и отдыха:

- кратковременные перерывы в работе (по 10-15 мин. через каждые 1 – 1,5 часа работы);
- активная гимнастика рук, тёплые водяные ванны для конечностей и др.

6. Применение средств индивидуальной защиты. В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве. ГОСТ 12.4.002-84 «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»; ГОСТ 12.4.024-86 «Обувь специальная виброзащитная».

Способы защиты от **инфразвука** аналогичны способам защиты от шума. К ним относятся снижение уровня инфразвука в его источнике, увеличение жесткости колеблющихся конструкций, применение глушителей.

Для снижения или исключения вредного воздействия **ультразвука**, передающегося воздушным путем, ультразвуковые установки размещают в специальных помещениях. Для проведения технологических процессов на установках используют системы дистанционного управления или их автоматизацию. Более экономичным способом защиты от ультразвука является использование звукоизолирующих кожухов, которыми закрываются установки, или экранов, располагающихся на пути распространения ультразвука. Экраны изготавливают из листовой стали или дюралюминия, пластмассы или специальной резины. Применение кожухов позволяет снизить уровень ультразвука на 60 – 80 дБ.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение понятий «шум», «ультразвук», «инфразвук», «вибрация».
2. Какими физическими параметрами характеризуется шум и вибрация?
3. Каково действие шума, ультра- и инфразвука, а также вибрации на организм человека?
4. В чем заключается нормирование шума и вибрации на организм человека?
5. Перечислите основные методы защиты от воздействия шума, вибрации?
6. Что такое звукоизоляция и звукопоглощение?
7. Что такое виброизоляция?
8. Перечислите индивидуальные средства защиты от шума?

4.5. Электромагнитные поля

4.5.1. Общие сведения. Электромагнитные волны возникают при

ускоренном движении электрических зарядов. Электромагнитные волны – это взаимосвязанное распространение в пространстве изменяющихся электрического (кВ/м) и магнитного полей (А/м). Совокупность этих полей, неразрывно связанных друг с другом, называется *электромагнитным полем*.

Источником электромагнитных полей промышленной частоты являются ведущие части действующих электроустановок. Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполнения рабочих операций, сильных болей в области сердца, изменение кровяного давления и пульса.

Оценка опасности воздействия магнитного поля на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощенной телом человека. Реакция организма человека на составляющие электромагнитного поля не является одинаковой, поэтому при оценке условий работы необходимо учитывать электрическую и магнитную напряженность поля. Неблагоприятное воздействие токов промышленной частоты проявляются только при напряженности магнитного поля порядка 160 – 200 А/м. Практически даже при обслуживании и нахождении даже в зоне мощных электроустановок высокого напряжения магнитная напряженность поля не превышает 20–25 А/м, поэтому оценку потенциальной опасности воздействия электромагнитного поля промышленной частоты достаточно производить по величине электрической напряженности поля. В соответствии с ГОСТ 12.1.002-84 «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах» нормы допустимых уровней напряженности электрических полей зависят от времени пребывания человека в контролируемой зоны. Время допустимого пребывания в рабочей зоне в часах составляет: $T = 50/E - 2$. Работа в условиях облучения электрическим полем с напряженностью 20 – 25 кВ/м продолжается не более 10 минут. При напряженности не выше 5 кВ/м присутствие людей в рабочей зоне разрешается в течение 8 часов.

Согласно теории электромагнитного поля пространство около источника полей радиочастот делится на две зоны: ближняя зона (зона индукции), расстояние которой зависит от длины волны и зона излучения (волновая зона). В зоне индукции еще не сформировалось бегущая электромагнитная волна, поэтому нормирование в этой зоне ведется по электрической и магнитной составляющей магнитного поля. В зоне излучения нормирование ведется по плотности потока мощности (мВ/кв. см).

Предельно допустимые уровни облучения в диапазоне радиочастот определяются ГОСТом 12.1.006-84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и звания к проведению контроля». В соответствии с этим нормативным документом установлена предельно допустимая напряженность электрического поля ($E_{\text{пд}}$, В/м) в диапазоне 0,06–300 МГц и предельно допустимая энергетическая нагрузка за рабочий день.

Например, для частот 0,06 – 3,0 МГц: $E_{\text{пд}} = 500$ В/м,

$$\mathcal{E} = 20\,000 \text{ (В/м)}^2 \text{ ч};$$

для частот 3,0 – 30 МГц: $E_{\text{пд}} = 300$ В/м, $\mathcal{E} = 7000 \text{ (В/м)}^2 \text{ ч};$

для частот 30 – 300 МГц: $E_{\text{пд}} = 80$ В/м, $\mathcal{E} = 800 \text{ (В/м)}^2 \text{ ч}.$

Предельно допустимая напряженность магнитного поля в диапазоне частот 0,06 – 3 МГц в соответствии с названным выше ГОСТом должна составлять $H_{\text{пд}} = 50$ А/м, предельно допустимая энергетическая нагрузка за рабочий день 200 А/м^2 .

4.5.2. Основные методы защиты от электромагнитных излучений.

К ним следует отнести:

а) рациональное размещение излучающих и облучаемых объектов, исключающее или ослабляющее воздействие излучения на персонал;

б) ограничение места и времени нахождения работающих в электромагнитном поле;

в) защита расстоянием, т. е. удаление рабочего места от источника электромагнитных излучений;

г) уменьшение мощности источника излучений;

д) использование поглощающих или отражающих экранов;

е) применение средств индивидуальной защиты и некоторые др.

Из перечисленных выше методов защиты чаще всего применяют экранирование или рабочих мест, или непосредственно источника излучения. Различают *отражающие* и *поглощающие* экраны.

Отражающие экраны изготавливают из материалов с низким электросопротивлением, чаще всего из металлов или их сплавов (меди, латуни, алюминия и его сплавов, стали). Весьма эффективно и экономично использовать не сплошные экраны, а изготовленные из проводочной сетки или из тонкой (толщиной 0,01 – 0,05 мм) алюминиевой, латунной или цинковой фольги. Хорошей экранирующей способностью обладают токопроводящие краски (в качестве токопроводящих элементов используют коллоидное серебро, порошковый графит, сажу и др.), а также металлические покрытия, нанесенные на поверхность защитного материала. Экраны должны заземляться. Защитные действия таких экранов заключаются в следующем. Под действием электромагнитного поля в материале экрана возникают вихревые токи (токи Фуко), кото-

рые наводят в нем вторичное поле. Амплитуда наведенного поля приблизительно равна амплитуде экранируемого поля, а фазы этих полей противоположны. Поэтому результирующее поле, возникающее в результате суперпозиции (сложения) двух рассмотренных полей, быстро затухает в материале экрана, проникая в него на малую глубину.

Например, замкнутый экран, сваренный из листовой стали непрерывным швом, имеет эффективность экранирования в диапазоне частот 0,15–10 000 МГц примерно 100 дБ.

Действие *поглощающих* экранов сводится к поглощению электромагнитных волн. Для изготовления поглощающих экранов применяются материалы с плохой электропроводностью. Поглощающие экраны изготавливаются прессованных листов резины специального состава с коническими сплошными или полыми шипами, а также в виде пластин из пористой резины, выполненной карбонильным железом, с впрессованной металлической сеткой. Эти материалы приклеиваются на каркас или на поверхность излучаемого оборудования. Экранами могут защищаться оконные проемы и стены зданий и сооружений, находящихся под воздействием электромагнитного излучения (ЭМИ).

Для *защиты от электрических полей промышленной частоты*, возникающих вдоль линий высоковольтных электропередач (ЛЭП), необходимо увеличивать высоту подвеса проводов линий, уменьшать расстояние между ними, создавать санитарно-защитные зоны вдоль трассы ЛЭП на населенной территории (табл. 4.5.2). В этих зонах ограничивается длительность работ, а также заземляются машины и оборудование,

Таблица 4.5.2

**Размеры санитарно-защитных зон вдоль высоковольтных линий
(по СН № 2963-84)**

Напряжение высоковольтной линии, кВ	Расстояние от проекции на землю крайних проводов, м	Напряжение высоковольтной линии, кВ	Расстояние от проекции на землю крайних фаз проводов, м
1150	300 (55)	220	25
750	250 (40)	110	20
500	150 (30)	35	15
330	75 (20)	до 20	10

Примечание. Значения, представленные в скобках, допускаются в порядке исключения для сельской местности.

Для *индивидуальной защиты* от электромагнитного излучения применяют специальные комбинезоны и халаты, изготовленные из метал-

лизированной ткани (экранируют электромагнитные поля). Для защиты глаз от воздействия электромагнитного излучения применяют очки марки ЗП5–90, стекла которых покрыты диоксидом олова (SnO_2), обладающим полупроводниковыми свойствами.

Напряженность постоянного магнитного поля может быть измерена отечественными приборами Ш-8 или Ф-4355. Приборы марки Г-79, ПЗ-15 или ПЗ-17 служат для измерения напряженности электрического поля частот 0,01 – 300 МГц. Для измерения плотности тока энергии электромагнитного поля применяют также отечественные приборы ПЗ-9, которые перекрывают частотный диапазон 0,3 – 400 ГГц.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятия «электромагнитное поле».
2. Какими физическими параметрами характеризуется электромагнитное излучение?
3. Какие источники электромагнитных полей вы знаете?
4. Каково действие электромагнитных полей на организм человека?
5. Что такое нормирование электромагнитных полей?
6. Перечислите и охарактеризуйте основные методы защиты от электромагнитных излучений.
11. Каковы индивидуальные средства защиты от воздействия электромагнитного поля?
12. Какими приборами измеряют электромагнитное излучения?

4.6. Ионизирующие излучения

4.6.1. Общие положения. *Ионизирующими* называют излучения, взаимодействие которых со средой приводит к образованию электрических зарядов различных знаков. Источники этих излучений широко используются в технике, химии, медицине, сельском хозяйстве и других областях. Например, они используются при измерении плотности почв, обнаружении течей в газопроводах, измерении толщины листов, труб и стержней, антистатической обработке тканей, полимеризации пластмасс, радиационной терапии злокачественных опухолей и др. Однако следует знать, что источники ионизирующего излучения представляют существенную угрозу здоровью и жизни людей, использующих их.

Существуют два вида ионизирующих излучений:

- *корпускулярное*, состоящее из частиц с массой покоя, отличной от нуля (альфа- и бета- излучение и нейтронное излучение);
- *электромагнитное* (гамма - излучение и рентгеновское) с очень малой длиной волны.

Рассмотрим основные характеристики указанных излучений.

Альфа (α) - излучение представляет собой поток ядер гелия, обладающих большой скоростью. Эти ядра имеют массу 4 и заряд +2. Они образуются при радиоактивном распаде ядер или при ядерных реакциях. В настоящее время известно более 120 искусственных и естественных альфа-радиоактивных ядер, которые, испуская альфа-частицу, теряют 2 протона и 2 нейтрона. Энергия альфа-частиц не превышает нескольких МэВ (мега-электрон-вольт). Излучаемые альфа-частицы движутся практически прямолинейно со скоростью примерно 20 000 км/с. Длина пробега альфа-частиц в воздухе обычно менее 10 см. Так, например, альфа-частицы с энергией 4 МэВ обладают длиной пробега в воздухе примерно в 2,5 см. В воде или в мягких тканях человеческого тела, плотность которых более чем в 700 раз превышает плотность воздуха, длина пробега альфа-частиц составляет несколько десятков микрометров. За счет своей большой массы при взаимодействии с веществом альфа-частицы быстро теряют свою энергию. Это объясняет их низкую проникающую способность и высокую удельную ионизацию: при движении в воздушной среде альфа-частица на 1 см своего пути образует несколько десятков тысяч пар заряженных частиц – ионов.

Бета-излучение представляет собой поток электронов (β^- – излучение) или позитронов (β^+ – излучение), возникающих при радиоактивном распаде. В настоящее время известно около 900 бета-радиоактивных изотопов. Масса бета-частиц в несколько десятков тысяч раз меньше массы альфа-частиц. В зависимости от природы источника бета-излучений скорость этих частиц может лежать в пределах 0,3–0,99 скорости света. Энергия бета-частиц не превышает нескольких МэВ, длина пробега в воздухе составляет приблизительно 1800 см, а в мягких тканях человеческого тела ~ 2,5 см. Проникающая способность бета-частиц выше, чем альфа-частиц (из-за меньшей массы и заряда). Например, для полного поглощения потока бета-частиц, обладающих максимальной энергией 2 МэВ требуется защитный слой алюминия толщиной 3,5 мм. Ионизирующая способность бета-излучения ниже, чем альфа-излучения: на 1 см пробега бета-частиц в среде образуется несколько десятков пар заряженных ионов.

Нейтронное излучение представляет собой поток ядерных частиц, не имеющих электрического заряда. Масса нейтрона приблизительно в 4 раза меньше массы альфа-частиц. В зависимости от энергии различают медленные нейтроны (с энергией менее 1 КэВ), нейтроны промежуточных энергий (от 1 до 500 КэВ) и быстрые нейтроны (от 500 КэВ до 20 МэВ). При неупругом взаимодействии нейтронов с ядрами атомов среды возникает вторичное излучение, состоящее из заряженных частиц и гамма-квантов (гамма-излучение). При упругих взаимодействиях ней-

тронов с ядрами может наблюдаться обычная ионизация вещества. Проникающая способность нейтронов зависит от их энергии, но она существенно выше, чем у альфа - или бета-частиц. Так, длина пробега нейтронов промежуточных энергий составляет около 15 м в воздушной среде и 3 см в биологической ткани, аналогичные показатели для быстрых нейтронов – соответственно 120 м и 10 см. Таким образом, нейтронное излучение обладает высокой проникающей способностью и представляет для человека наибольшую опасность из всех видов корпускулярного излучения. Мощность нейтронного потока измеряется плотностью потока нейтронов (нейтр./см² • с).

Гамма-излучение (γ - излучение) представляет собой электромагнитное излучение с высокой энергией и с малой длиной волны. Оно испускается при ядерных превращениях или взаимодействии частиц. Высокая энергия (0,01–3 МэВ) и малая длина волны обуславливает большую проникающую способность гамма - излучения. Гамма-лучи не отклоняются в электрических и магнитных полях. Это излучение обладает меньшей ионизирующей способностью, чем альфа - и бета - излучение.

Рентгеновское излучение может быть получено в специальных рентгеновских трубах, в ускорителях электронов, в среде, окружающей источник бета-излучения и др. Рентгеновские лучи представляют собой один из видов электромагнитного излучения. Энергия его обычно не превышает 1 МэВ. Рентгеновское излучение, как и гамма-излучение, обладает малой ионизирующей способностью и большой глубиной проникновения. Для характеристики числа распадов вводится понятие *активности (А)* радиоактивного вещества, под которым понимают число само произвольных ядерных превращений в этом веществе за малый промежуток времени, деленное на этот промежуток времени. Единицей измерения активности является Кюри (Ки), соответствующая $3,7 \cdot 10^{10}$ ядерных превращений в секунду. Такая активность соответствует активности 1 г радия – 226.

Для характеристики воздействия ионизирующего излучения на вещество введено понятие дозы излучения. *Дозой излучения* называется часть энергии, переданная излучением веществу и поглощенная им. Количественной характеристикой взаимодействия ионизирующего излучения и вещества является *поглощенная доза излучения (Д)*.

Поглощенная доза является основной дозиметрической величиной. В системе СИ в качестве единицы поглощенной дозы принят грей (Гр). 1 Гр соответствует поглощению в среднем 1 Дж энергии ионизирующего излучения в массе вещества, равной 1 кг, т. е. $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$.

Для оценки возможного ущерба здоровью при хроническом воздей-

ствии ионизирующего излучения произвольного состава введено понятие *эквивалентной дозы (H)*. Эта величина определяется как произведение поглощенной дозы D на средний коэффициент качества излучения и (безразмерный) в данной точке ткани человеческого тела. Единицей эквивалентной дозы в системе СИ является зиверт (Зв). Биологическое действие рассмотренных излучений на организм человека различно.

Альфа-частицы, проходя через вещество и сталкиваясь с атомами, ионизируют (заряжают) их, выбивая электроны. Альфа - излучение производит сильное действие на органические вещества, из которых состоит человеческий организм (жиры, белки и углеводы). На слизистых оболочках это излучение вызывает ожоги и другие воспалительные процессы.

Под действием *бета-излучений* происходит радиолиз (разложение) воды, содержащейся в биологических тканях, с образованием водорода, кислорода, пероксида водорода H_2O_2 , заряженных частиц (ионов) OH^- и HO_2 . Продукты разложения вода обладают окислительными свойствами и вызывают разрушение многих органических веществ, из которых состоят ткани человеческого организма.

Действие *гамма - и рентгеновского излучений* на биологические ткани обусловлено в основном образующимися свободными электронами. Нейтроны, проходя через вещество, производят в нем наиболее сильные изменения по сравнению другими ионизирующими излучениями.

Таким образом, биологическое действие ионизирующих излучений сводится к изменению структуры или разрушению различных органических веществ (молекул), из которых состоит организм человека. Это приводит к нарушению биохимических процессов, протекающих в клетках, или даже к их гибели, в результате чего происходит поражение организма в целом.

Различают внешнее и внутреннее облучение организма. Под внешним облучением понимают воздействие на организм ионизирующих излучений от внешних по отношению к нему источников. Внутреннее облучение осуществляется радиоактивными веществами, попавшими внутрь организма через дыхательные органы, желудочно-кишечный тракт или через кожные покровы. Источники внешнего излучения – космические лучи, естественные радиоактивные источники, находящиеся в атмосфере, воде, почве, продуктах питания и др., источники альфа-, бета-, гамма-, рентгеновского и нейтронного излучений, используемые в технике и медицине, ускорители заряженных частиц, ядерные реакторы (в том числе и аварии на ядерных реакторах) и ряд других.

Радиоактивные вещества, вызывающие внутреннее облучение орга-

низма, попадают в него при приеме пищи, курении, питье загрязненной воды. Поступление радиоактивных веществ в человеческий организм через кожу происходит в редких случаях (если кожа имеет повреждения или открытые раны). Внутреннее облучение организма длится до тех пор, пока радиоактивное вещество не распадется или не будет выведено из организма в результате процессов физиологического обмена. Внутреннее облучение опасно тем, что вызывает длительно незаживающие язвы различных органов и злокачественные опухоли.

При работе с радиоактивными веществами значительному облучению подвергаются руки операторов. Под действием ионизирующих излучений развивается хроническое или острое (лучевой ожог) поражение кожи рук. Хроническое поражение характеризуется сухостью кожи, появлением на ней трещин, изъязвлением и другими симптомами. При остром поражении кистей рук возникают отеки, омертвление тканей, язвы, на месте образования которых возможно развитие злокачественных опухолей.

Под влиянием ионизирующих излучений у человека возникает лучевая болезнь. Различают три степени ее: первая (легкая), вторая и третья (тяжелая). Биологическое действие ионизирующих излучений зависит от числа образовавшихся пар ионов, которое определяется поглощенной энергией излучения.

Симптомами лучевой болезни первой степени являются слабость, головные боли, нарушение сна и аппетита, которые усиливаются на второй стадии заболевания, но к ним дополнительно присоединяются нарушения в деятельности сердечно-сосудистой системы, изменяется обмен веществ и состав крови, происходит расстройство пищеварительных органов. На третьей стадии болезни наблюдаются кровоизлияния и выпадение волос, нарушается деятельность центральной нервной системы и половых желез. У людей, перенесших лучевую болезнь, повышается вероятность развития злокачественных опухолей и заболеваний кроветворных органов. Лучевая болезнь в острой (тяжелой) форме развивается в результате облучения организма большими дозами ионизирующих излучений за короткий промежуток времени. Опасно воздействие на организм человека и малых доз радиации, так как при этом могут произойти нарушения наследственной информации человеческого организма, возникнуть мутации.

Нижний уровень развития легкой формы лучевой болезни возникает при эквивалентной дозе облучения приблизительно 1 Зв, тяжелая форма лучевой болезни, при которой погибает половина всех облученных, наступает при эквивалентной дозе облучения 4,5 Зв. 100%-ный смертельный исход лучевой болезни соответствует эквивалентной дозе облуче-

ния 5,5 – 7,0 Зв.

В настоящее время разработан ряд химических препаратов (протекторов), существенно снижающих негативный эффект воздействия ионизирующего излучения на организм человека.

В России предельно допустимые уровни ионизирующего облучения и принципы радиационной безопасности регламентируются «Нормами радиационной безопасности» НРБ-86, «Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений» ОСП 72-80. В соответствии с этими нормативными документами нормы облучения установлены для следующих трех категорий лиц:

- категория А – персонал, постоянно или временно работающий с источниками ионизирующих излучений;
- категория Б – ограниченная часть населения, которая по условиям размещения рабочих мест или по условиям проживания может подвергаться воздействию источников излучения;
- категория В – население страны, республики, края и области.

Для лиц категории А основным дозовым пределом является *индивидуальная эквивалентная доза внешнего и внутреннего излучения за год* (Зв/год) в зависимости от радиочувствительности органов (критические органы). Это предельно допустимая доза (ПДД) – наибольшее значение индивидуальной эквивалентной дозы за год, которое при равномерном воздействии в течение 50 лет не вызовет в состоянии здоровья персонала неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами.

Для персонала категории А индивидуальная эквивалентная доза (H , Зв), накопленная в критическом органе за время T (лет) с начала профессиональной работы, не должна превышать значения, определяемого по формуле: $H = ПДД \cdot T$. Кроме того, доза, накопленная к 30 годам, не должна превышать 12 ПДД.

Для категории Б установлен предел дозы за год (ПД, Зв/год), под которым понимают наибольшее среднее значение индивидуальной эквивалентной дозы за календарный год у критической группы лиц, при котором равномерное облучение в течение 70 лет не может вызвать в состоянии здоровья неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами.

4.6.2. Защита от действия ионизирующих излучений. Основные принципы радиационной безопасности заключаются в не превышении установленного основного дозового предела, исключении всякого необоснованного облучения и снижении дозы излучения до возможно низкого уровня. С целью реализации этих принципов на практике обя-

зательно контролируются дозы облучения, полученные персоналом при работе с источниками ионизирующих излучений, работа проводится в специально оборудованных помещениях, используется защита расстоянием и временем, применяются различные средства коллективной и индивидуальной защиты.

Для определения индивидуальных доз облучения персонала необходимо систематически проводить радиационный (дозиметрический) контроль, объем которого зависит от характера работы с радиоактивными веществами. Каждому оператору, имеющему контакт с источниками ионизирующих излучений, выдается индивидуальный дозиметр для контроля полученной дозы гамма-излучений. В помещениях, где проводится работа с радиоактивными веществами, необходимо обеспечить и общий контроль за интенсивностью различных видов излучений. Эти помещения должны быть изолированы от прочих помещений, оснащены системой приточно-вытяжной вентиляции с кратностью воздухообмена не менее пяти. Окраска стен, потолка и дверей в этих помещениях, а также устройство пола выполняются таким образом, чтобы исключить накопление радиоактивной пыли и избежать поглощения радиоактивных аэрозолей, паров и жидкостей отделочными материалами (окраска стен, дверей и в некоторых случаях потолков должна производиться масляными красками, полы покрываются материалами, не впитывающими жидкости, - линолеумом, полихлорвиниловым пластиком и др.). Все строительные конструкции в помещениях, где проводится работа с радиоактивными веществами, не должны иметь трещин и несплошностей; углы закругляют для того, чтобы не допустить скопления в них радиоактивной пыли и облегчить уборку. Не менее одного раза в месяц проводят генеральную уборку помещений с обязательным мытьем горячей мыльной водой стен, окон, дверей, мебели и оборудования. Текущая влажная уборка помещений проводится ежедневно.

Для уменьшения облучения персонала все работы с этими источниками проводят с использованием длинных захватов или держателей. Защита временем заключается в том, что работу с радиоактивными источниками проводят за такой период времени, чтобы доза облучения, полученная персоналом, не превышала предельно допустимого уровня.

Коллективные средства защиты от ионизирующих излучений регламентируются ГОСТом 12.4.120-83 «Средства коллективной защиты от ионизирующих излучений. Общие требования». В соответствии с этим нормативным документом основными средствами защиты являются стационарные и передвижные защитные экраны, контейнеры для транспортирования и хранения источников ионизирующих излучений, а также для сбора и транспортировки радиоактивных отходов, защитные

сейфы и боксы и др. Стационарные и передвижные защитные экраны предназначены для снижения уровня излучения на рабочем месте до допустимой величины. Если работу с источниками ионизирующих излучений проводят в специальном помещении - рабочей камере, то экранами служат ее стены, пол и потолок, изготовленные из защитных материалов. Такие экраны носят название стационарных. Для устройства передвижных экранов используют различные щиты, поглощающие или ослабляющие излучение.

Экраны изготавливают из различных материалов. Для сооружения стационарных средств защиты стен, перекрытий, потолков используют кирпич, бетон, баритобетон и баритовую штукатурку (в их состав входит сульфат бария – $BaSO_4$). Эти материалы надежно защищают персонал от воздействия гамма - и рентгеновского излучения.

Для создания передвижных экранов используют различные материалы. Защита от альфа - излучения достигается применением экранов из обычного или органического стекла толщиной несколько миллиметров. Достаточной защитой от этого вида излучения является слой воздуха в несколько сантиметров. Для защиты от бета-излучения экраны изготавливают из алюминия или пластмассы (органическое стекло).

От гамма- и рентгеновского излучения эффективно защищают свинец, сталь, вольфрамовые сплавы. Смотровые системы изготавливают из специальных прозрачных материалов, например, свинцового стекла.

От нейтронного излучения защищают материалы, содержащие в составе водород (вода, парафин), а также бериллий, графит, соединения бора и т.д. Бетон также можно использовать для защиты от нейтронов.

Защитные сейфы применяются для хранения источников гамма-излучения. Они изготавливаются из свинца и стали.

Для работы с радиоактивными веществами, обладающими альфа- и бета-активностью, используют защитные перчаточные боксы.

Защитные контейнеры и сборники для радиоактивных отходов изготавливаются из тех же материалов, что и экраны – органического стекла, стали, свинца и др.

При проведении работ с источниками ионизирующих излучений опасная зона должна быть ограничена предупреждающими надписями.

Принцип действия приборов, предназначенных для контроля за персоналом, который подвергается воздействию ионизирующих излучений, основан на различных эффектах, возникающих при взаимодействии этих излучений с веществом. Основные методы обнаружения и измерения радиоактивности – ионизация газа, сцинтилляционные и фотохимические методы. Наиболее часто используется ионизационный метод, основанный на измерении степени ионизации среды, через которую

прошло излучение.

Сцинтилляционные методы регистрации излучений основаны на способности некоторых материалов, поглощая энергию ионизирующего излучения, превращать ее в световое излучение. Примером такого материала может служить сульфид цинка (ZnS). Сцинтилляционный счетчик представляет собой фотоэлектронную трубку с окошком, покрытым сульфидом цинка. При попадании внутрь этой трубки излучения возникает слабая вспышка света, которая приводит к возникновению в фотоэлектронной трубке импульсов электрического тока. Эти импульсы усиливаются и подсчитываются.

Фотохимические методы, или методы автордиографии, основаны на воздействии радиоактивного образца на слой фотоэмульсии, содержащий галогениды серебра. Уровень радиоактивности образца оценивают после проявления пленки-

Существуют и другие методы определения ионизирующих излучений, например калориметрические, которые основаны на измерении количества тепла, выделяющегося при взаимодействии излучения с поглощающим веществом.

Приборы дозиметрического контроля делятся на две группы: дозиметры, используемые для количественного измерения мощности дозы, и радиометры или индикаторы излучения, применяемые для быстрого обнаружения радиоактивных загрязнений.

Из отечественных приборов применяются, например, дозиметры марок ДРГЗ-04 и ДКС-04. Первый используется для измерения гамма- и рентгеновского излучения в диапазоне энергий 0,03 – 3,0 МэВ. Шкала прибора проградуирована в микрорентген/секунду (мкР/с). Второй прибор используется для измерения гамма- и бета -излучения в энергетическом диапазоне 0,5– 3,0 МэВ, а также нейтронного излучения (жесткие и тепловые нейтроны). Шкала прибора проградуирована в миллирентгенах в час (мР/ч). Промышленность выпускает также бытовые дозиметры, предназначенные для населения, например, бытовой дозиметр «Мастер-1» (предназначен для измерения дозы гамма-излучения), дозиметр-радиометр бытовой АНРИ-01 («Сосна»).

К средствам индивидуальной защиты от ионизирующих излучений относится спецодежда – халаты, комбинезоны, полукомбинезоны и шапочки, изготовленные из хлопчатобумажной ткани. При значительном загрязнении производственного помещения радиоактивными веществами на спецодежду из ткани дополнительно надевают пленочную одежду (нарукавники, брюки, фартук, халат и т.д.), изготовленную из пластика.

В тех случаях, когда приходится работать в условиях значительного радиационного загрязнения, для защиты персонала используют пневмо-

костюмы (скафандры) из пластмассовых материалов с поддувом по гибким шлангам воздуха или снабженные кислородным аппаратом. Для защиты органов зрения от излучения применяют очки со стеклами, содержащими специальные добавки (фосфат вольфрама или свинец), а при работе с источниками альфа- и бета -излучений глаза защищают щитками из органического стекла.

Если в воздухе находятся радиоактивные аэрозоли, то надежным средством защиты органов дыхания являются респираторы и противогазы.

Вопросы для самоконтроля

- 1. Назовите виды ионизирующих излучений и их основные физические характеристики.*
- 2. Назовите основные единицы измерения ионизирующих излучений*
- 3. Охарактеризуйте биологическое действие ионизирующих излучений на организм человека*
- 4. Каковы способы защиты от ионизирующих излучений?*
- 5. Каковы индивидуальные средства защиты от ионизирующих излучений?*
- 6. Какими приборами измеряют ионизирующие излучения?*
- 7. Из каких материалов изготавливают экраны для защиты от ионизирующих излучений?*

5. ОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ЗАЩИТА ОТ НИХ

5.1. Основные требования безопасности к производственному оборудованию и взрывным работам

При проектировании и изготовлении машин и оборудования необходимо учитывать основные требования безопасности для обслуживающего их персонала. Надежность и безопасность эксплуатации этих устройств регламентируется ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности». В соответствии со стандартом производственное оборудование должно обеспечивать требования техники безопасности при монтаже, эксплуатации, ремонте, транспортировании и хранении.

Производственное оборудование в процессе эксплуатации:

- не должно загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ выше установленной нормы;
- должно быть пожаровзрывобезопасным;

- не должно создавать опасность в результате воздействия влажности, солнечной радиации, механических колебаний, высоких и низких давлений, температур, агрессивных веществ и других факторов.

Требования безопасности предъявляются к оборудованию в течение всего срока его службы.

Собственная безопасность производственного оборудования должна обеспечиваться следующими мерами:

- 1) правильным выбором принципов действия, конструктивных схем, безопасных элементов конструкции, материалов и т.д.;

- 2) применением в конструкции специальных средств защиты;

- 3) применение в конструкции средств механизации, автоматизации и дистанционного управления;

- 4) выполнение эргономических требований;

- 5) включение требований безопасности в техническую документацию на монтаж, эксплуатацию, ремонт, транспортирование и хранение.

В соответствии с требованиями ССБТ на все основные группы производственного оборудования разрабатываются стандарты требований безопасности, которые включают следующие разделы.

1. *Требования безопасности к основным элементам конструкции и системе управления оборудования:*

- предупреждение или ограничение возможного воздействия опасных и вредных факторов до регламентированных уровней;

- устранение причин, способствующих возникновению опасных и вредных факторов;

- устройство органов управления и другие требования;

В стандартах на отдельные группы производственного оборудования указываются:

- опасные части, подлежащие ограждению (движущиеся, токоведущие и т.д.);

- допустимые значения шумовых характеристик и показателей вибрации, методы их определения и средства защиты от них;

- допустимые уровни излучений и защиты от них, методы контроля.

- допустимые температуры органов управления и наружных поверхностей оборудования;

- допустимые усилия на органах управления;

- наличие защитных блокировок, тормозных устройств и других средств защиты.

1. *Требования к средствам защиты, входящим в конструкцию обусловлены особенностями конструкции, размещения, контроля работы и применения рассматриваемых средств, в том числе требования:*

- к защитным ограждениям, экранам и средствам защиты от ультразвука, ионизирующих и других излучений;
- к средствам удаления из рабочей зоны веществ с опасными и вредными свойствами;
- к защитным блокировкам;
- средствам сигнализации;
- к сигнальной окраске производственного оборудования и его составных частей;
- к предупредительным надписям.

При проведении различных технологических процессов на любом производстве возникают опасные зоны. *Опасная зона* – это пространство, в котором периодически или постоянно на работающий персонал воздействуют опасные и (или) вредные производственные факторы. Примером таких факторов могут служить опасность механического травмирования (получение травм в результате воздействия движущихся частей машин и оборудования, передвигающихся изделий, падающих с высоты предметов и др.), опасность поражения электрическим током, воздействие различных видов излучения (теплового, электромагнитного, ионизирующего), инфра- и ультразвука, шума, вибрации и т.д.

Размеры опасной зоны в пространстве могут быть переменными, что связано с движением частей оборудования или транспортных средств, а также с перемещением персонала, либо постоянными.

Для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов используют средства *коллективной* и *индивидуальной* защиты.

Рассмотрим основные средства коллективной защиты, которые делятся на следующие основные группы:

- оградительные;
- предохранительные;
- блокирующие;
- сигнализирующие;
- системы дистанционного управления машинами и оборудованием.

Оградительными средствами защиты, или ограждениями, называют устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне.

Ограждения делятся на три основные группы: стационарные (несъемные), подвижные (съемные) и переносные. Практически ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов, кожухов и др. Они должны иметь такие размеры и быть установлены таким образом, чтобы в любом случае исключить доступ человека в опасную зону. При устройстве ограждений должны соблюдаться определенные требо-

вания:

- ограждения должны быть достаточно прочными, чтобы выдерживать удары частиц (стружки), возникающих при обработке деталей, а также случайное воздействие обслуживающего персонала, и надежно закрепленными;
- ограждения изготавливаются из металлов (как сплошных, так и металлических сеток и решеток), пластмасс, дерева, прозрачных материалов (органическое стекло, триплекс и др.);
- все открытые вращающиеся и движущиеся части машин должны быть закрыты ограждениями;
- внутренняя поверхность ограждений должна быть окрашена в яркие цвета (ярко-красный, оранжевый), чтобы было заметно, если ограждение снято;
- запрещается работа со снятым или неисправным ограждением.

Предохранительные защитные средства или устройства – это такие устройства, которые автоматически отключают машины или агрегаты при выходе какого либо параметра оборудования за пределы допустимых значений (увеличение давления, температуры, рабочих скоростей). Это звено разрушается или не срабатывает при отклонении режима эксплуатации оборудования от нормального. Общеизвестный пример такого звена – плавкие электрические предохранители («пробки»), предназначенные для защиты электрической сети от больших токов, вызываемых короткими замыканиями и очень большими перегрузками. Такие токи могут повредить электроаппаратуру и изоляцию проводов, а также привести к пожару. Плавкий предохранитель действует следующим образом: ток проходит через тонкую проволоку (плавкую вставку), сечение которой рассчитано на определенный максимальный ток. При перегрузке проволока расплавляется, отключая неисправный или перегруженный ток участок сети.

Примерами устройств этого типа могут служить: предохранительные клапаны и разрывные мембраны, устанавливаемые на сосуды, работающие под давлением, для предотвращения аварии; различные тормозные устройства, позволяющие быстро остановить движущиеся части оборудования и др.

Блокировочные устройства исключают возможность проникновения человека в опасную зону или устраняют опасный фактор на время пребывания человека в опасной зоне. По принципу действия различают механические, электрические, фотоэлектрические, радиационные, гидравлические, пневматические и комбинированные блокировочные устройства. Широко известно применение фотоэлектрических блокировочных устройств в конструкциях турникетов, установленных на

входах станций метрополитена. Проход через турникет контролируется световыми лучами. При несанкционированной попытке прохода через турникет человека на станцию (не предъявлена магнитная карточка), он пересекает световой поток, падающий на фотоэлемент. Изменение светового потока дает сигнал на измерительно-командное устройство, которое приводит в действие механизмы, перекрывающие проход. При санкционированном проходе блокировочное устройство отключается.

Различные *сигнализирующие устройства* предназначены для информации персонала о работе машин и оборудования, для предупреждения об отклонениях технологических параметров от нормы или о непосредственной угрозе.

По способу представления информации различают сигнализацию звуковую, визуальную (световую) и комбинированную (светозвуковую). В газовом хозяйстве используют одорационную (по запаху) сигнализацию об утечке газа, подмешивая к газу пахнущие вещества.

В шумных условиях рекомендуется использовать визуальную сигнализацию, которая включает различные источники света, световые табло, цветовую окраску и т.д. Для звуковой сигнализации используют сирены или звонки.

В зависимости от назначения все системы сигнализации принято делить на 3 группы: *оперативную; предупредительную; опознавательную.*

О п е р а т и в н а я сигнализация представляет информацию о протекании различных технологических процессов. Для этого используются различные измерительные приборы – амперметры, вольтметры, манометры, термометры и др.

П р е д у п р е д и т е л ь н а я сигнализация включается в случае возникновения опасности. В устройстве этой сигнализации используют все перечисленные выше способы представления информации.

О п о з н а в а т е л ь н а я сигнализация служит для выделения наиболее опасных узлов и механизмов промышленного оборудования, а также зон. В *красный* цвет окрашивают сигнальные лампочки, предупреждающие об опасности, кнопку «стоп», противопожарный инвентарь, токоведущие шины и др. В *желтый* цвет – элементы строительных конструкций, которые могут являться причиной получения травм персоналом, внутризаводской транспорт, ограждения, устанавливаемые на границах опасных зон и т.д. В *зеленый* цвет окрашивают сигнальные лампы, двери эвакуационных и запасных выходов, конвейеры и другое оборудование.

Кроме отличительной окраски, используют и различные знаки безопасности. Эти знаки наносят на цистерны, контейнеры, электроустановки и другое оборудование.

Системы *дистанционного управления* основаны на использовании телевизионных или телеметрических систем, а также визуального наблюдения с удаленных на достаточное расстояние от опасных зон участков. Управление работой оборудования из безопасного места позволяет вывести персонал из труднодоступных зон и зон повышенной опасности. Чаще всего системы дистанционного управления используют при работе с радиоактивными, взрывоопасными, токсичными и легковоспламеняющимися веществами и материалами.

При проведении *взрывных работ* (ВР) в геологии необходимо учитывать основные требования и меры безопасности для работающих, регламентируемые «Едиными правилами безопасности при взрывных работах».

Общие меры безопасности предусматривают:

- порядок разрешения на производство ВК;
- порядок допуска к руководству и ведению работ;
- приобретения, транспортирования, хранения, испытания, доставка к местам работ ВМ;
- общие меры безопасности производства ВР (охрана опасной зоны, применение сигнализации и т.д.).

Разрешение на проведение ВР дает Госгортехнадзор. Для проведения ВР необходима подача заявления, в котором указывается методика взрывания, сроки ВР, сведения о складе взрывчатых веществ, документ, дающий право на ВР, план местности с указанием опасных мест, а для населенной местности – проект производства работ.

Разрешение, выданное Госгортехнадзором, позволяет получить разрешение на транспортировку взрывчатых материалов в органах милиции.

Руководитель взрывных работ должен иметь горно-техническое образование и Единую книжку взрывника с отметкой о праве ведения конкретного вида работ. А сами взрывники: на поверхности должны иметь производственный стаж 1 год и возраст не менее 19 лет, в подземных выработках - не менее 20 лет, в подземных выработках, опасных по газу и пыли – не менее 22 лет со стажем работы на подземных работах 2 года.

Вопросы для самоконтроля

1. *Что такое опасная зона?*
2. *Охарактеризуйте оградительные средства защиты.*
3. *Что такое предохранительные, блокирующие и сигнализирующие устройства?*
4. *Для чего используются системы дистанционного управления производст-*

венными процессами?

5. Перечислите меры безопасности проведения взрывных работ?

5.2. Электрический ток

Электронасыщенность современного геологоразведочного производства (электрические установки, приборы, агрегаты) формирует электрическую опасность. При работе с электрическими установками на производстве, приборами в быту следует соблюдать требования электробезопасности. Они представляют собой систему организационных и технических мероприятий и средств, которые обеспечивают защиту людей от вредного и опасного действия электрического тока.

При производстве геологоразведочных работ в большинстве случаев используются электрическая сеть 380/220 В с глухозаземленной нейтралью. Схема электрической сети представлена на рис. 5.2.

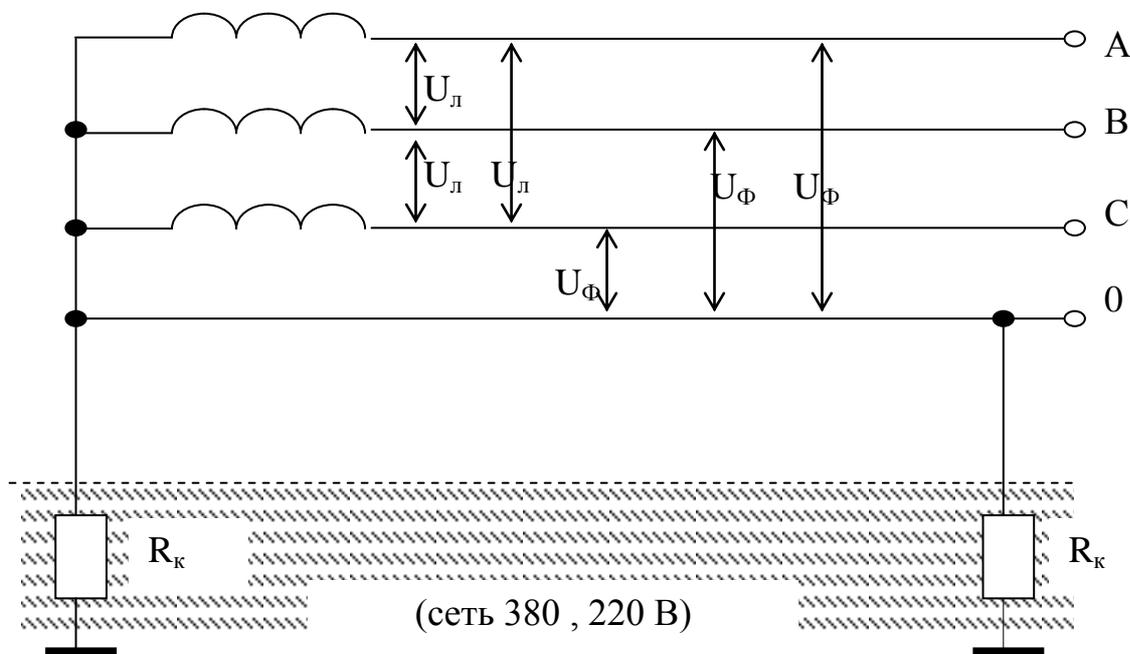


Рис. 5.2. Схема электрической 4^х проводной сети с глухозаземленной нейтралью

Напряжение между двумя любыми фазами называется линейным напряжением, которое равно 380 В. Напряжение между любой фазой и нулевым проводом называется фазным и равно 220 В. Нулевой провод сети согласно ПУЭ подключается к контуру заземления не менее чем в двух точках.

5.2.1. Действие электрического тока на организм человека. Действие электрического тока на организм человека носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает *термическое, электролитическое и биологическое* действие.

Термическое действие тока проявляется в ожогах тела, нагреве до высокой температуры внутренних органов человека (кровеносных сосудов, сердца, мозга).

Электролитическое действие тока проявляется в разложении органических жидкостей тела (воды, крови) и нарушениях их физико-химического состава.

Биологическое действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма и сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц (сердца, лёгких).

Эти действия приводят к двум видам поражения: *электрическим травмам и электрическим ударам*.

Электрические травмы представляют собой чётко выраженные местные повреждения тканей организма человека, вызванные воздействием электрического тока (или дуги). Электротравмы излечимы, хотя степень тяжести может быть значительной вплоть до гибели человека. Различают следующие электрические травмы:

- 1) электрические ожоги;
- 2) электрические знаки;
- 3) металлизация кожи;
- 4) электроофтальмия;
- 5) механические повреждения.

Электрический ожог возникает при значительных напряжениях и несовершенном контакте человека с токоведущими частями.

При совершенном контакте возникают электрические знаки – чётко очерченные пятна серого или бледно-жёлтого цвета на поверхности кожи человека.

Металлизация кожи – это проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, графита. Болезненность вызывает нагретость этих частичек.

Электроофтальмия – поражение глаз, вызванное интенсивным излучением электрической дуги (вредны ультрафиолетовые и инфракрасные лучи).

Механические повреждения возникают в результате резких непроизвольных судорожных сокращений мышц, вплоть до разрывов кожи, кровеносных сосудов, вывихов суставов и перелома костей. Возможны вторичные последствия, вызванные падением с высоты, непроизвольными ударами.

Электрический удар – это результат биологического действия тока. Возбуждение внутренних живых тканей организма проходящим через него электрическим током сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц. Если последние принадлежат органам дыхания или, особенно сердцу, тяжёлые последствия (клиническая, биологическая смерть) возможны из-за прекращения работы дыхания, сердцебиения и наступления электрического шока. При клинической смерти у человека отсутствуют признаки жизни (нет дыхания и сердцебиения), однако жизнь в организме не угасла и поддерживается на низком уровне в течение 6–8 минут. Если не приступить к оживлению организма, то происходит гибель очень чувствительных к кислородному голоданию клеток коры головного мозга (нейронов). С истечением указанного времени может наступить биологическая смерть.

5.2.2. Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током. Характер и последствия воздействия на человека электрического тока зависят от следующих факторов:

- электрического сопротивления тела человека ($R_{ч}$);
- величины напряжения (E) и сила тока (J);
- продолжительности воздействия электрического тока (t);
- пути тока через тело человека;
- рода и частоты электрического тока;
- условий внешней среды;
- индивидуальные свойства человека.

Электрическое сопротивление току оказывает в основном кожа, а в её составе – наружный роговой слой (эпидермис). В сухом состоянии кожа человека – диэлектрик с объемным удельным сопротивлением до 10^5 Ом·м. Сопротивление внутренних (влажных) тканей в тысячи раз меньше, порядка 300–500 Ом. В качестве расчётной величины при переменном токе промышленной частоты применяют активное сопротивление тела человека равное 1000 Ом. Повреждение рогового слоя (порезы, царапины, ссадины) снижают сопротивление тела до 500–700 Ом, что пропорционально увеличивает опасность поражения человека током. Такое же негативное значение имеет увлажнение или загрязнение кожи при повышенной температуре, вызывающей усиленное потовыделение. Наименьшим сопротивлением обладает кожа лица, шеи, подмышках и наоборот, кожа ладоней, подошв имеют повышенное сопротивление. С увеличением времени действия напряжения, силы тока и частоты сопротивление кожи резко падает, что усугубляет последствия прохождения тока через организм человека.

Величина силы тока и напряжение. Основным фактором, обуславливающим исход поражения электрическим током, является сила тока,

проходящего через тело человека. Сила тока – количество электричества, проходящего через тело человека в единицу времени. Чем больше сила тока, тем опаснее его воздействие. Различают три ступени воздействия тока на организм человека и соответствующие им три пороговых значения: осязаемое, отпускающее и фибрилляционное.

Осязаемый ток вызывает осязаемые малоболезненные раздражения. Человек может самостоятельно освободиться от провода или токоведущей части, находящейся под напряжением. Если человек попал под воздействие переменного тока промышленной частоты ($f = 50$ Гц), он начинает ощущать протекающий через него ток, когда его значение достигнет $0,6 - 1,5$ мА. Для постоянного тока это пороговое значение составляет $6-7$ мА.

Неотпускающий ток – вызывает непреодолимое судорожное сокращение мышц руки, в которой зажат проводник. При этом сила переменного тока, протекающего через организм, должна составлять $10 - 15$ мА и более, а постоянного – $50 - 70$ мА. Человек не может самостоятельно разжать руку и освободиться от воздействия тока.

Фибрилляционный ток вызывает фибрилляцию (трепыхание) сердечной мышцы. Это быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрилл). В результате чего сердце теряет способность перекачивать кровь, в организме прекращаются процессы кровообращения и дыхания и наступает смерть. При воздействии переменного тока промышленной частоты величина порогового фибрилляционного тока составляет 100 мА (при продолжительности действия $0,5$ сек), а для постоянного тока – 300 мА при той же продолжительности. Ток больше 5 А фибрилляцию сердца не вызывает, наступает мгновенная остановка сердца.

Продолжительность воздействия электрического тока. Существенное влияние на исход поражения оказывает длительность прохождения тока через тело человека. Продолжительное действие тока приводит к тяжёлым, а иногда смертельным поражениям. С увеличением времени прохождения тока сопротивление тела человека падает, так как при этом усиливается местный нагрев кожи, что приводит к расширению её сосудов, к усилению снабжения этого участка кровью и увеличению потовыделения.

Путь электрического тока через тело человека. Путь прохождения тока через тело человека играет существенную роль в исходе поражения, так как ток может пройти через жизненно важные органы: сердце, лёгкие, головной мозг. Влияние пути тока на исход поражения определяется также сопротивлением кожи на различных участках тела. Возможные петли тока: рука–рука, рука – ноги и нога–нога. Наиболее

опасны петли голова – руки и голова – ноги, т.к. при этом поражаются органы дыхания и сердце.

Род и частота электрического тока. Переменный ток в 4–5 раз опаснее постоянного. Это вытекает из сопоставления пороговых ощутимых, а также не отпускающих токов для переменного и постоянного токов. Случаев поражения в электроустановках постоянным током в несколько раз меньше, чем в аналогичных установках переменного тока. Это положение справедливо лишь для напряжений до 250–300 В. При более высоких напряжениях постоянный ток более опасен, чем переменный.

Для переменного тока играет роль также и его частота. С увеличением частоты переменного тока полное сопротивление тела уменьшается, что приводит к увеличению тока, проходящего через человека, следовательно, повышается опасность поражения. Наибольшую опасность представляет ток с частотой от 50 до 1000 Гц; при дальнейшем повышении частоты опасность поражения уменьшается и полностью исчезает при частоте 45 – 50 кГц. Эти токи сохраняют опасность ожогов.

Индивидуальные свойства человека. Установлено, что физически здоровые и крепкие люди легче переносят электрические удары. Повышенной восприимчивостью к электрическому току отличаются лица, страдающие болезнями кожи, сердечно-сосудистой системы, органов внутренней секреции, лёгких, нервными болезнями. Правилами ТБ при эксплуатации электроустановок предусмотрен отбор персонала для обслуживания действующих электроустановок по состоянию здоровья. С этой целью проводится медицинское освидетельствование лиц при поступлении на работу и периодически 1 раз в два года в соответствии со списком болезней и расстройств, препятствующих допуску к обслуживанию действующих электроустановок.

Условия внешней среды. Условия, в которых работает человек, могут увеличивать или уменьшать опасность его поражения электрическим током. Сырость, токопроводящая пыль, едкие пары и газы оказывают разрушающее действие на изоляцию электроустановок. Высокая температура и влажность окружающего воздуха понижают сопротивление тела человека, что ещё больше увеличивает опасность поражения его током.

В зависимости от наличия перечисленных условий, повышающих опасность воздействия тока на человека, «Правила устройства электроустановок» делят все помещения по опасности поражения людей электрическим током на три категории: *особо опасные, с повышенной опасностью, без повышенной опасности.*

1. *Особо опасные помещения* по поражению людей электротоком характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

- особая сырость – 100%, потолок, стены, пол, и предметы в помещении покрыты влагой);
- химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования;
- одновременная реализация двух и более условий повышенной опасности. Примером таких помещений могут служить бани, душевые, складские помещения под землей и т.д.

2. Помещения *с повышенной опасностью* поражения людей электрическим током характеризуются наличием в них одного из следующих условий:

- влажность, превышающая 75%;
- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные);
- высокая температура (выше + 35°C);
- возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землей металлоконструкциям зданий, механизмов, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой. Примером таких помещений могут служить буровые установки, нефтеперекачивающие станции, цеха механической обработки материалов, складские не отапливаемые помещения и др.

3. Помещения *без повышенной опасности* поражения людей электрическим током характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность. К ним относятся жилые помещения, лаборатории, конструкторские бюро, заводоуправление, конторские помещения и другие.

5.2.3. Защита человека от поражения электрическим током. Защитные меры в электроустановках. Электроустановками называются совокупность машин, аппаратов, линий, вспомогательное оборудование (вместе с помещениями, в которых они устанавливаются), предназначенных для производства, передачи, распределения электрической энергии.

Поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через его тело или, иначе говоря, при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках.

Н а п р я ж е н и е п р и к о с н о в е н и я ($U_{пр}$) – это разность потенциалов двух точек электрической цепи, которых одновременно касается человек. Это происходит:

- при двухфазном включении в сеть;
- при однофазном включении в сеть (при контакте с токоведущими частями оборудования – клеммы, шины и т.д.);
- при контакте с нетоковедущими частями оборудования, случайно оказавшимися под напряжением из-за нарушения изоляции проводов;
- при возникновении напряжения шага.

Ток (J), протекающий через тело человека, равен:

$$J = \frac{U_{np}}{R_q},$$

где U_{np} – напряжение прикосновения; R_q – сопротивление тела человека.

Снизить ток можно либо за счет снижения напряжения прикосновения (применение малых напряжений), либо за счет увеличения сопротивления человека (применения СИЗ).

При двухфазном включении человека в сеть напряжение прикосновения будет равно линейному напряжению. Если человек прикоснулся к электрически поврежденной установке имеющей заземление, то напряжение прикосновения будет ниже напряжения этой установки, так как любое заземляющее устройство снижает потенциал корпуса электроустановки.

Н а п р я ж е н и е ш а г а — это разность потенциалов двух точек на поверхности земли, на которых одновременно стоит человек. Разность потенциалов возникает при падении оголенного провода на землю или при подходе к заземлителю в режиме стекания через него тока.

Значение напряжения шага ($U_{ш}$) определяется по формуле:

$$U = \frac{\varphi_{иa}}{x(x+a)},$$

где φ – потенциал в точке касания проводом земли; r – радиус проводника; a – расчетная длина шага, равная 0.8 м; x – расстояние от центра проводника до ближайшей ноги человека.

Чем выше потенциал касания проводом земли и меньше расстояние (x), тем выше значение напряжения шага. Напряжение шага практически исчезает при расстоянии более 15 – 20 метров.

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Они регламентированы действующими Межотраслевыми правилами эксплуатации электроустановок (2001 г.).

Технические средства защиты от поражения электрическим током делятся на **к о л л е к т и в н ы е** и **и н д и в и д у а л ь н ы е**.

Основные коллективные способы и средства электрозащиты:

- изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- применение малых напряжений;
- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение.

Изоляция проводов, установка оградительных устройств, предупредительная сигнализация и блокировки, а также использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов относятся к защите от прикосновения к токоведущим частям установок.

Изоляция токопроводящих частей – одна из основных мер электробезопасности. Согласно ПУЭ сопротивление изоляции токопроводящих частей электрических установок относительно земли должно быть не менее 0,5 МОм (1 МОм = 10^6 Ом.)

Различают рабочую и двойную изоляцию.

Рабочей называется изоляция, обеспечивающая нормальную работу электрической установки и защиту персонала от поражения электрическим током.

Двойная изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной, используется в тех случаях, когда требуется обеспечить повышенную электробезопасность оборудования (например, ручного электроинструмента, бытовых электрических приборов и т.д.).

Существуют *основные и дополнительные изолирующие средства*. Основные изолирующие электрозащитные средства способны длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановок, поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей под напряжением. В установках до 1000 В – это диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными рукоятками, указатели напряжения.

Дополнительные электрозащитные средства обладают недостаточной электрической прочностью и не могут самостоятельно защитить человека от поражения током. Их назначение – усилить защитное действие основных изолирующих средств, с которыми они должны применяться. В установках до 1000 В диэлектрические боты, диэлектрические резиновые коврики, изолирующие подставки.

Установка оградительных устройств. Неизолированные токопроводящие части электроустановок, работающих под любым напряжением, должны быть надежно ограждены или расположены на недоступной высоте, чтобы исключить случайное прикосновение к ним человека. Конструктивно ограждения изготавливают из сплошных металлических листов или металлических сеток.

Предупредительные сигналы и блокировки. Для предупреждения об опасности поражения электрическим током используют различные звуковые, световые и цветовые сигнализаторы. Кроме того, в конструкциях электроустановок предусмотрены блокировки — автоматические устройства, с помощью которых преграждается путь в опасную зону. Блокировки могут быть механические (стопоры, защелки, фигурные вырезы), электрические или электромагнитные.

Для информации персонала об опасности служат предупредительные плакаты, которые в соответствии с назначением делятся на предупреждающие, запрещающие, разрешающие и напоминающие. Части оборудования, представляющие опасность для людей, окрашивают в сигнальные цвета. На них наносят знак безопасности в соответствии с ГОСТом 12.4.026 «Цвета сигнальные и знаки безопасности». Красным цветом окрашивают кнопки и рычаги аварийного отключения электроустановок.

Применение малых напряжений. Для уменьшения опасности поражения током людей, работающих с переносным электроинструментом и осветительными лампами в особоопасных помещениях, используют *малое напряжение*, не превышающее 42 В. В ряде случаев, например, при работе в горных выработках, для питания ручных переносных ламп используют напряжение 12 В. Источниками малого напряжения являются трансформаторы, аккумуляторы, батареи гальванических элементов и т.д.

При замыканиях тока на металлические части оборудования (замыкание на корпус) на них появляются напряжения, достаточные для поражения людей. Осуществить защиту от поражения электрическим током в этом случае можно тремя путями: **защитным заземлением, занулением и защитным отключением**. Они являются защитой человека от напряжения, появившегося на корпусе в результате нарушения изоляции.

Защитное заземление — это преднамеренное соединение с землей металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением при нарушении изоляции электроустановки. Защитное заземление устраивается в электрических сетях с изолированной и с заземленной нейтралью.

Если произошло замыкание и корпус электроустановки оказался под напряжением, то прикоснувшийся к нему человек попадает под напряжение прикосновения ($V_{пр}$), которое определяется выражением:

$$V_{пр} = V_3 - V_x$$

где V_3 — полное напряжение на корпусе электроустановки, В; V_x — потенциал поверхности земли или пола, В.

Принцип действия защитного заземления заключается в снижении до безопасных значений напряжений прикосновения, вызванных замыканием на корпус.

Защитному заземлению подвергают все металлические части элек-

троустановок и оборудования, например, корпуса электрических машин, трансформаторов, светильников, каркасы распределительных щитов, металлические трубы и оболочки электропроводок, а также металлические корпуса переносных электроприемников.

Конструктивно *заземляющее устройство* представляет металлические электроды (уголок или металлические трубы длиной не менее 2,5 м), связанные между собой металлической полосой, которая накладывается на металлические части оборудования. Количество заземлителей зависит от удельного электрического сопротивления грунта и требуемой величины сопротивления контура заземления.

В зависимости от взаимного расположения заземлителей и заземляемого оборудования различают *выносные и контурные заземляющие устройства*. Первые из них характеризуются тем, что заземлители вынесены за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование, или сосредоточены на некоторой части этой площадки.

Контурное заземляющее устройство, заземлители которого располагаются по контуру (периметру) вокруг заземляемого оборудования на небольшом расстоянии друг от друга (несколько метров), обеспечивает лучшую степень защиты, чем предыдущее.

Заземлители бывают искусственные, которые используются только для целей заземления, и естественные, в качестве которых используют находящиеся в земле трубопроводы (за исключением трубопроводов горючих жидкостей или газов), металлические конструкции, арматуру железобетонных конструкций, свинцовые оболочки кабелей и др. Искусственные заземлители изготавливают из стальных труб, уголков, прутков или полосовой ткани.

Требования к сопротивлению защитного заземления регламентируются ПУЭ [33]. В любое время года это сопротивление не должно превышать **4 Ом** – в установках, работающих при напряжении до 1000 В (буровые установки, нефтеперекачивающие станции и т.д.); если мощность источника тока составляет 100 кВ А и менее, то сопротивление заземляющего устройства может достигать **10 Ом**;

Защитное зануление предназначено для защиты персонала от поражения электрическим током в четырехпроводных сетях с глухозаземленной нейтралью до 1000 В. Обычно эти сети 220/127, 380/220 и 660/380 В.

Зануление – это преднамеренное соединение с нулевым проводником металлических частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением. Принцип действия зануления – превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание. Цель этого, вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и тем самым, автоматически отключить поврежденную установку от питающей сети. Такой защитой могут быть: плавкие предохранители, магнитные пускатели и автоматы.

Время срабатывания элементов защиты зависит от силы тока. Так,

для плавких предохранителей и тепловых автоматов время срабатывания предохранителя составляет 0,1с. Электромагнитный автоматический выключатель обесточивает сеть за 0.01 с.

Защитное отключение – это защита от поражения электрическим током в электроустановках, работающих под напряжением до 1000 В, автоматическим отключением всех фаз аварийного участка сети за время, допустимое по условиям безопасности для человека.

Основная характеристика этой системы – быстродействие, оно не должно превышать 0,2 с. Принцип защиты основан на ограничении времени протекания опасного тока через тело человека. Существуют различные схемы защитного отключения, одна из них, основанная на использовании реле напряжения.

При замыкании фазного провода на заземленный или зануленный корпус электроустановки, на нем возникает напряжение корпуса. Если оно превышает заранее установленное предельно допустимое напряжение, срабатывает защитное отключающее устройство. Работа схемы защитного отключения представлена в [14]. Защитное отключение рекомендуется применять тогда, когда электробезопасность не может быть обеспечена с помощью заземления или зануления, а также, если эти устройства вызывают трудности в применении:

- в передвижных установках напряжением до 1000 В;
- для отключения электрооборудования, удаленного от источника питания, как дополнение к занулению;
- в электрифицированном инструменте как дополнение защитному заземлению или занулению;
- в скальных и мерзлых грунтах при невозможности выполнить необходимое заземление.

Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок. К ним относятся оформление соответствующих работ нарядом или распоряжением, допуск к работе, надзор за проведением работ, строгое соблюдение режима труда и отдыха, переходов на другие работы и окончания работ.

Нарядом для проведения работы в электроустановках называют составленное на специальном бланке задание на ее безопасное производство, определяющее содержание, место, время начала и окончания работы, необходимые меры безопасности, состав бригад и лиц, ответственных за безопасность выполнения работ. Распоряжением называют то же задание на безопасное производство работы, но с указанием содержания работы, места, времени и лиц, которым поручено ее выполнение.

Все работы на токопроводящих частях электроустановок под напряжением и со снятием напряжения выполняют по наряду, кроме кратковременных работ (продолжительностью не более 1 ч), требующих участия не более трех человек. Эти работы выполняют по распоряжению.

К организационным мероприятиям также относятся обучение персонала правильным приемам работы с присвоением работникам, обслу-

живающим электроустановки, соответствующих квалификационных групп.

5.2.4. Оказание первой помощи пораженному электрическим током. Первая помощь человеку, пораженному электрическим током состоит из двух этапов: освобождение пострадавшего от воздействия электрического тока и оказание ему первой помощи.

Если человек прикоснулся к токопроводящей части электроустановки и не может самостоятельно освободиться от воздействия тока, то присутствующим необходимо оказать ему помощь. Для этого следует быстро отключить электропроводку с помощью выключателя, рубильника и т.д. Если быстро отключить электроустановку от сети невозможно, то оказывающий помощь должен отделить пострадавшего от токопроводящей части. При этом следует иметь в виду, что без применения необходимых мер предосторожности нельзя прикасаться к человеку, находящемуся в цепи тока, так как можно самому попасть под напряжение.

Если пострадавший попал под действие напряжения до **1000 В**, токопроводящую часть от него можно отделить сухим канатом, палкой или доской или оттянуть пострадавшего за одежду, если она сухая. Руки оказывающего помощь следует защитить диэлектрическими перчатками, на ноги необходимо надеть резиновую обувь или встать на изолирующую подставку (сухую доску).

Если перечисленные меры не дали результата, допускается перерубить провод топором с сухой деревянной рукояткой или перерезать его другим инструментом с изолированными ручками.

При напряжении, превышающем **1000 В**, лица, оказывающие помощь, должны работать в диэлектрических перчатках и обуви и оттягивать пострадавшего от провода специальными инструментами, предназначенными для данного напряжения (штангой или клещами). Рекомендуется также накоротко замкнуть все провода линии электропередачи, набросив на них соединенный с землей провод.

После освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока ему оказывают доврачебную медицинскую помощь. Если получивший электротравму находится в сознании, ему необходимо обеспечить полный покой до прибытия врача или срочно доставить в лечебное учреждение.

Если человек потерял сознание, но дыхание и работа сердца сохранились, пострадавшего укладывают на мягкую подстилку, расстегивают пояс и одежду, обеспечивая тем самым приток свежего воздуха, и дают нюхать нашатырный спирт, обрызгивают лицо холодной водой, растирают и согревают тело. При редком и судорожном, а также ухудшающемся дыхании пострадавшему делают искусственное дыхание. При отсутствии признаков жизни искусственное дыхание сочетают с наружным массажем сердца.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое действие оказывает электрический ток на организм человека?
2. Что такое электротравмы?
3. Какие причины электротравматизма?
4. От каких факторов зависит исход поражения электрическим током?
5. Охарактеризуйте допустимые уровни поражения и тока.
6. Перечислите основные случаи включения человека в электросеть.
7. Что такое шаговое напряжение?
8. Перечислите основные способы и средства электрозащиты и охарактеризуйте их?
9. Классификация производственных помещений по степени опасности поражения электрическим током.
10. Что такое защитное заземление и как с помощью его осуществляется защита человека от поражения электрическим током?
11. Что такое зануление и каков принцип обеспечения электробезопасности с его помощью?
12. Что такое защитное отключение и каковы принципы его работы?
13. Назовите индивидуальные средства защиты от поражения электрическим током?

5.3. Безопасность работы оборудования под давлением выше атмосферного

При проведении различных видов работ в геологии, в быту и т. д. широко распространены различные системы повышенного давления. К ним относится следующее оборудование: нефтегазотрубопроводы, баллоны и емкости для хранения или перевозки газов, компрессоры, насосы и др.

Основной характеристикой этого оборудования является то, что давление газа или жидкости в нем превышает атмосферное и составляет более 0.7 атм., а произведение давление на объем составляет более 200 ат/л. Это оборудование принято называть *сосудами, работающими под давлением*.

Основное требование к этим сосудам – *соблюдение их герметичности* на протяжении всего периода эксплуатации. Герметичность – это непроницаемость жидкостями и газами стенок и соединений, ограничивающих внутренние объемы сосудов, работающих под давлением.

Любые сосуды, работающие под давлением, всегда представляют собой потенциальную опасность, которая при определенных условиях может трансформироваться в явную форму и повлечь тяжелые последствия. *Разгерметизация* (потеря герметичности) сосудов, работающих под давлением, достаточно часто сопровождается возникновением двух групп опасностей:

1. Взрыв сосуда или установки, работающей под давлением. *Взрывом называют быстропотекающий процесс физических и химических превращений веществ, сопровождающийся освобождением большого количества энергии в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется ударная волна, способная создать угрозу жизни и здоровью людей.*

При взрыве может произойти разрушение здания, в котором расположены сосуды, работающие под давлением, или его частей, а также травмирование персонала разлетающимися осколками оборудования.

2. Свойства веществ, находящихся в оборудовании, работающем под давлением. Так, обслуживающий персонал может получить термические ожоги, если в разгерметизированной установке находились вещества с высокой или низкой температурой. Если в сосуде находились агрессивные вещества, то работающие могут получить химические ожоги; кроме того, при этом возникает опасность отравления персонала. Радиационная опасность возникает при разгерметизации установок, содержащих различные радиоактивные вещества.

Рассмотрим основные виды сосудов и аппаратов, работающих под давлением.

Трубопроводы – это устройства для транспортировки жидкостей и газов. По существующему ГОСТ 14202-69 все жидкости и газы, транспортируемые по ним разбиты на десять групп. Для определения вида вещества, транспортируемого по трубопроводам, их окрашивают в соответствующие цвета (опознавательная окраска): вода – *зеленый*, пар – *красный*, воздух – *синий*, газы горючие и негорючие – *желтый*, кислоты – *оранжевый*, щелочи – *фиолетовый*, жидкости горючие и негорючие – *коричневый*, прочие вещества – *серый*.

Кроме опознавательной окраски на трубопроводы наносят краской предупредительные (сигнальные) цветные кольца. Цвет наносимого кольца и транспортируемые вещества следующие: красный – *взрывоопасные, огнеопасные, легковоспламеняющиеся*, зеленый – *безопасные или нейтральные*, желтый – *токсичные* или иной вид опасности.

Количество сигнальных колец определяет степень опасности.

Баллоны – это сосуды для транспортировки и хранения сжатых и растворенных газов. Различают (согласно ГОСТ 949-73) баллоны малой (0,4 – 12л), средней (20 – 50 л) и большой (80 – 500 л) вместимости. В зависимости от содержащихся газов баллоны окрашивают в соответствующие сигнальные цвета, а также на их поверхность наносят надпись, указывающую вид газа, а в ряде случаев – отличительные полосы (табл. 5.3.).

В верхней части каждого стального баллона выбиты следующие данные: товарный знак предприятия-изготовителя; дата (месяц и год) изготовления (последнего испытания) и год следующего испытания; вид термообработки материала баллона; рабочее и пробное гидравлическое давление, МПа; емкость баллона, л; масса баллона, кг; клеймо ОТК.

Криогенные сосуды предназначены для хранения и транспортировки различных сжиженных газов: воздуха, кислорода, аргона и др. В соответствии с ГОСТом 16024-79 Е их выпускают шести типоразмеров; 6; 3; 10; 16; 25 и 40 л. Эти сосуды маркируются следующим образом: например СК-40 – сосуд криогенный емкостью 40 л. Снаружи их окрашивают серебристой или белой эмалью и посередине наносят отличительную полосу с названием сжиженного газа, находящегося в сосуде. Кроме рассмотренных сосудов для хранения больших количеств сжиженных газов используют стационарные резервуары (объемом до 500 тыс. л и более), а для их перевозки – транспортные сосуды цистерны имеющие объем до 35 тыс. л.

Газгольдеры предназначены для хранения больших количеств сжатых газов. Газ находится под одним из следующих давлений: менее 25; 32 и 40 МПа. Газгольдеры низкого давления рассчитаны на большой объем хранимых газов: 10^5 – $3 \cdot 10^7$ л. Кроме рассмотренных герметичных устройств и установок применяют также автоклавы, компрессоры, котлы.

Автоклавы – герметичные установки, предназначенные для проведения различных тепловых и химических процессов под повышенным давлением.

Компрессоры – устройства для получения сжатого воздуха давлением свыше $3 \cdot 10^5$ Па.

В нашей стране обеспечение безопасности работы герметичных устройств регламентируется нормативным документом: «Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов» и др.

Рассмотрим основные причины, приводящие к разгерметизации сосудов, работающих под давлением. Их принято делить на эксплуатационные и технологические.

Первой *эксплуатационной* причиной является разгерметизация, приводящая к *образованию взрывоопасных смесей*, состоящих из горючих газов, паров или жидкостей и окислителя. Примером таких смесей могут служить ацетилен и кислород, водород и кислород, пары этилового спирта и кислород и др.

Вторая *эксплуатационная* причина разгерметизации установок и аппаратов, работающих под давлением, – это постепенное разрушение конструкционных материалов, из которых эти установки изготовлены. Примерами таких процессов могут служить коррозия стенок аппаратов, образование накипи на стенках котлов, уменьшение прочностных свойств материалов установок и др. Для того чтобы исключить влияние этих процессов, необходимо своевременно и качественно проводить профилактические и ремонтные работы сосудов, работающих под давлением (опрессовку), а также правильно их эксплуатировать.

Таблица 5.3

Цвета окраски баллонов

Газ	Цвет окраски	Текст надписи	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Черный	Азот	Желтый	Коричневый
Аммиак	Желтый	Аммиак	Черный	—
Аргон технический	Черный	Аргон технический	Синий	Синий
Ацетилен	Белый	Ацетилен	Красный	—
Бутан	Красный	Бутан	Белый	—
Водород	Темно- зеленый	Водород	Красный	—
Воздух	Черный	Сжатый воздух	Белый	—
Кислород	Голубой	Кислород	Черный	—
Углекислота	Черный	Углекислота	Желтый	—
Другие горючие Газы	Красный	Наименование	Белый	—
Другие негорючие Газы	Черный	Наименование	Желтый	—

Технологические причины разгерметизации – это различные дефекты (трещины, вмятины, дефекты сварки и др.), возникшие при изготовлении, хранении и транспортировке сосудов, работающих под давлением.

На все сосуды под давлением согласно «Правил устройств и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, 1996 г.» ус-

танавливается контрольно-измерительная аппаратура, защитная аппаратура (клапана). Для них обязательны гидравлические испытания. Для своевременного обнаружения этих дефектов применяют различные методы контроля: внешний осмотр сосудов и аппаратов, работающих под давлением, неразрушающие методы контроля (люминесцентные, ультразвуковые и рентгеновские методы), гидравлические испытания сосудов, механические испытания материалов, из которых изготовлены сосуды, и др.

Меры безопасности при эксплуатации газовых баллонов:

- газовые баллоны необходимо хранить в вертикальном положении в проветриваемом помещении или под навесами. Их следует защищать от действия прямых солнечных лучей и осадков. Баллоны не должны храниться на расстоянии менее 1 м от радиаторов отопления и ближе 5 м от открытого огня;
- нельзя переносить баллоны на плечах или руками в обхват;
- эксплуатировать можно только исправные баллоны. Их надо устанавливать вертикально на месте проведения работ и надежно закреплять для предохранения от падения. Установленный баллон должен быть надежно защищен от воздействия открытого огня, теплового излучения и прямых солнечных лучей.

Вопросы для самоконтроля

1. *Дайте определение понятия «сосуд, работающий под давлением».*
2. *Какие виды сосудов, работающих под давлением, вы знаете?*
3. *Что такое сигнальная окраска трубопроводов?*
4. *Перечислите цвета окраски баллонов.*
5. *Каковы основные условия безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением?*
6. *Как необходимо хранить и транспортировать сосуды, работающие под давлением?*

6. ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ

6.1. Основные понятия

Пожаром называют неконтролируемое горение, развивающееся во времени и пространстве, опасное для людей и наносящее материальный ущерб.

Пожарная и взрывная безопасность – это система организационных и технических средств, направленная на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов. Пожары на промышленных предприятиях, нефтегазопромыслах, на транспорте, в быту представляют большую опасность

для людей и причиняют огромный материальный ущерб. Поэтому вопросы обеспечения пожарной и взрывной безопасности имеют государственное значение.

Горение – это сложное, быстропротекающее физико-химическое превращение веществ, сопровождающееся выделением тепла и света. В обычных условиях горение представляет процесс окисления или процесс соединения вещества с кислородом воздуха.

Для протекания процесса горения требуется наличие *трех* факторов: *горючего вещества, окислителя и источника зажигания (импульса)*. Чаще всего *окислителем* является кислород воздуха, но его роль могут выполнять и некоторые другие вещества: хлор, фтор, бром, йод, оксиды азота и др. Некоторые вещества (например, сжатый ацетилен, хлористый азот, озон) могут взрываться с образованием тепла и пламени. Горение большинства веществ прекращается, когда концентрация кислорода понижается с 21 до 14–18%. Некоторые вещества, например, водород, этилен, ацетилен, могут гореть при содержании кислорода воздуха до 10% и менее. *Источниками зажигания* могут служить случайные искры различного происхождения (электрические, возникшие в результате накопления статического электричества, искры от газо- и электросварки и т.д.), нагретые тела, перегрев электрических контактов и др.

По *скорости распространения* пламени различают следующие виды горения: *дефлаграционное* (скорость распространения пламени – десятки метров в секунду), *взрывное* (сотни метров в секунду) и *детонационное* (тысячи метров в секунду). Для пожаров характерно дефлаграционное горение.

Взрыв – чрезвычайно быстрое химическое (взрывчатое) превращение, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

При пожаре на людей воздействуют следующие опасные факторы:

1) повышенная температура воздуха или отдельных предметов, 2) открытый огонь и искры, 3) токсичные продукты сгорания (например, угарный газ), 4) дым, 5) пониженное содержание кислорода в воздухе, 6) взрывы и др.

Эти факторы приводят к отравлениям, ухудшению работы органов дыхания, к травмированию работающих. Тепловое поражение человека определяется величиной теплового импульса:

80 – 160 кДж/м² – **I** степень ожоговой травмы (покраснение кожи);

160 – 400 кДж/м² – **II** степень ожоговой травмы (пузыри на кожи);

400 – 600 кДж/м² – **III** степень ожоговой травмы

(омертвление кожи);

более 600 кДж/м² – **IV** степень поражения глубоких слоев тканей кожи.

Согласно ГОСТ 12.1.004 – 91. Пожарная безопасность. Общие требования. Допустимый уровень пожарной опасности для людей должен быть не менее 10⁻⁶ (одной миллионной) воздействия опасных факторов

пожара в год в расчете на каждого человека. Не превышение такого уровня опасности обеспечивается созданием на предприятиях системы пожарной безопасности.

Процесс горения может происходить в результате нагрева горючего вещества пламенным источником. Это *воспламенение*, сопровождающееся появлением пламени. Для твердых веществ – дерево, торф, уголь – температура воспламенения 250 – 450 °С. Бензин А-70 имеет температуру воспламенения 300 °С.

Горение может происходить при отсутствии пламенного источника, но обязателен тепловой импульс. Это *самовозгорание*. Самовозгораемы угли, опилки, торф, сено и т.д. в том случае, если теплоотдача во внешнюю среду мала, т. е. вследствие превышения скорости тепловыделения над скоростью теплоотвода. Самовозгорание происходит а в пористом малопрободном веществе с температурой воспламенения менее 50 °С.

Основные показатели пожарной опасности – *температура самовоспламенения и концентрационные пределы воспламенения*.

Температура самовоспламенения – минимальная температура вещества или материала, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся пламенным горением.

Смеси горючих газов, паров и пыли с окислителем способны гореть только при определенном соотношении в них горючего вещества. Для возникновения пожара в производственных условиях необходим источник энергии – *импульс*. Он может быть тепловым, химическим и микробиологическим.

Тепловой импульс. Для возникновения горючей смеси газов и паров с воздухом достаточно нагреть до температуры воспламенения 1 мм³ этой смеси. Открытое пламя (искра) во всех случаях вызывает загорание горючей смеси, при этом температура достигает 700 – 1500 °С.

В практике чаще всего встречаются *электрические искры*, имеющие температуру более 3 000 °С. Они могут возникнуть при коротком замыкании (частицы металла провода загораются в воздухе); опасна перегрузка сетей и устройств. Она ведет к сильному разогреву токоведущих проводников и загоранию изоляции; плохой электрический контакт в местах соединения проводов приводит к возникновению больших переходных сопротивлений и повышенному выделению теплоты; соприкосновение электроламп, температура которых более 100 °С, с легковоспламеняющимися материалами.

Химический импульс. Он обусловлен тем, что некоторые химические вещества при взаимодействии с кислородом воздуха или воды, или другими веществами, способны к экзотермическим реакциям. Например, при взаимодействии хлористого алюминия с водой температура поднимается до 100 °С в зоне реакции, что может создать пожаровзрывоопасную ситуацию, если рядом находятся горючие жидкости или газы, или твердые вещества. Азотная кислота может вызвать самовозгорание древесной стружки, соломы, ветоши и т.д. Метан, скипидар под действием

хлора возгорается на свету. Взрывается и горит древесная, угольная, торфяная, мучная, сахарная пыль. *Микробиологический импульс* связан с жизнедеятельностью микроорганизмов. Основным условием для самовозгорания необходима пористая среда большого объема с малой отдачей во внешнюю среду.

Основными причинами пожаров на производстве являются:

1. Причины электрического характера (короткие замыкания, перегрев проводов);
2. Открытый огонь (сварочные работы, костры, курение, искры от автотранспорта и неомедненного инструмента);
3. Удар молнии;
4. Разряд зарядов статического электричества.

Для устранения причин пожара электрического характера необходимо: регулярно контролировать сопротивление изоляции электрической сети, принять меры от механических повреждений электрической проводки. Во всех электрических цепях устанавливается отключающая аппаратура (предохранители, магнитные пускатели, автоматы). Сечение проводов электрической сети должно соответствовать установленной мощности.

Все сварочные работы производятся на специально выделенных участках (сварочные посты). В случае необходимости производства сварочных работ в другом месте необходимо получить разрешение у главного инженера. Запрещается курить, разводить костры в недопозволенных местах. Весь автотранспорт при работе во взрывоопасных зонах снабжаются искрогасителями. В этих зонах также обязательно использование омедненного инструмента.

Комплекс защитных мер и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий и сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загораний и разрушений молнией при грозе называется *молнезащитой*.

Молния – это особый вид прохождения электрического тока через огромные воздушные промежутки, источник которого атмосферный заряд, накопленный грозовым облаком. Особенно молнии опасны для складов горючесмазочных взрывчатых материалов и буровых вышек.

Различают три типа воздействия тока молнии: *прямой удар, вторичное воздействие заряда молнии и занос высоких потенциалов (напряжения) в здания* (шаровая молния).

При *прямом разряде* молнии в здание или сооружение может произойти его механическое или термическое разрушение.

Вторичное воздействие разряда молнии заключается в наведении в замкнутых токопроводящих контурах (трубопроводах, электропроводах и др.), расположенных внутри зданий, электрических токов. Эти токи могут вызвать искрение или нагрев металлических конструкций, что может стать причиной возникновения пожара или взрыва в помещениях, где используются горючие или взрывоопасные вещества. К этим же

последствиям может привести и занос высоких потенциалов (напряжения) по любым металлоконструкциям, находящимся внутри зданий и сооружений под действием молнии.

Для защиты от действия молнии устраивают *молниеотводы*. Это заземленные металлические конструкции, которые воспринимают удар молнии и отводят ее ток в землю. Различают стержневые (вертикальные) и тросовые (горизонтальные протяженные) молниеотводы. Их защитное действие основано на свойстве молний поражать наиболее высокие и хорошо заземленные металлические конструкции.

Заземнитель молнезащиты – один или несколько заглубленных в землю электродов, предназначенных для отвода в землю токов молнии. Кроме заземнителя молниеотвод имеет *токоприемник* стержневой или тросовый и *токоотвод*.

Каждый молниеотвод имеет определенную зону защиты – часть пространства, внутри которого обеспечивается защита здания с определенной степенью надежности. В зависимости от степени надежности зоны защиты могут быть двух типов – **А** и **Б**. Зона защиты зоны **А** обладает надежностью 99,5 % и выше, а типа **Б** – 95 % и выше.

Рассмотрим, какую зону защиты образует стержневой отдельно стоящий молниеотвод (рис. 5.3.1).

Как следует из рисунка, зона защиты для данного молниеотвода представляет собой конус высотой h_0 с радиусом основания на земле r_0 . Обычно высота молниеотвода (h) не превышает 150 м. Остальные размеры зоны в зависимости от величины (h , м) следующие (табл. 5.3.2).

Существуют также зависимости, позволяющие, задаваясь размерами защищаемого объекта (h_x и r_x), определить величину h . Эта зависимость для зоны **Б** имеет вид:

$$h = (r_x + 1,63 h_x) / 1,5;$$

Для молниеотводов других типов зависимости иные.

Т а б л и ц а 5.3.2

Параметры зоны защиты для молниеотвода

Параметр, м	Величина параметра для	
	зоны А	зоны Б
h_0	$0,85 h_0$	$0,92 h$
R_0	$(1,1 - 0,002 h) h$	$1,15 h$
r_x	$(1,1 - 0,02 h) (h - h_x / 0,85)$	$1,5(h - h_x / 0,92)$

Методика расчета молниеотвода предусматривает определение его высоты и радиуса защиты. Методика расчета молнезащиты изложена в Инструкции по устройству молнезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87.

Металлические буровые вышки, мачты самоходных и передвижных

установок в целях грозозащиты должны иметь заземление не менее чем в двух точках. Запрещается во время грозы производить на буровой вышке, а также находиться ближе 5 м от заземляющих устройств молнезащиты. В ряде случаев существенную пожаровзрывоопасность представляют разряды зарядов *статического электричества*. Под зарядом *статического электричества* понимают совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией (ослаблением) свободного электрического заряда на поверхности и в

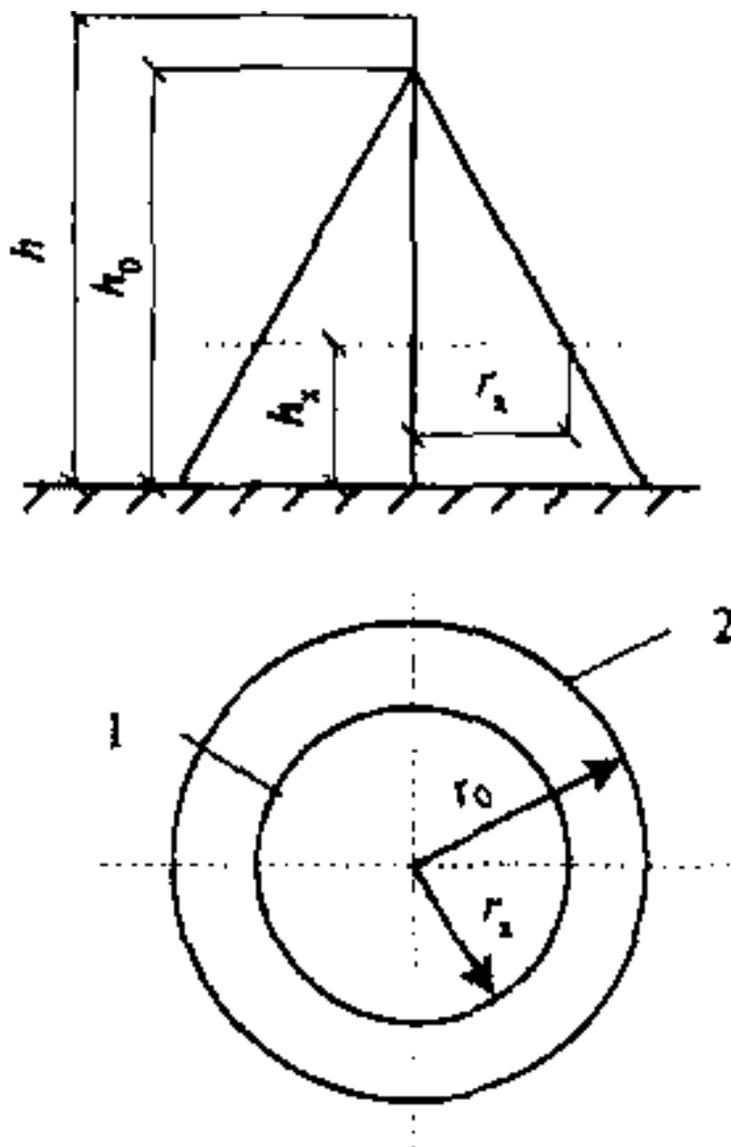


Рис. 5.3.1. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

1 – граница зоны защиты на уровне высоты объекта; *2* – то же, на уровне земли; *h* – высота молниеотвода; *h*₀ – высота конуса защиты; *h*_х – высота защищаемого объекта; *r*_х – радиус зоны защиты на уровне высоты объекта; *r*₀ – радиус зоны защиты

объекта на уровне земли.

объеме диэлектрических веществ, материалов, изделий или на изолированных проводниках. Протекание различных технологических процессов, таких, как измельчение, распыление, фильтрование и другие, сопровождается электризацией материалов и оборудования, причем, возникающий на них электрический потенциал достигает значений тысяч и десятка тысяч вольт. Воздействие статического электричества на организм человека проявляется в виде слабого длительно протекающего тока либо в форме кратковременного разряда через тело человека, в результате чего может произойти несчастный случай (испуг), а также пожар или взрыв.

Защиту от статического электричества осуществляют по двум основным направлениям: уменьшение генерации электрических зарядов и устранение зарядов статического электричества. Для реализации первого направления необходимо правильно подбирать конструкционные материалы, из которых изготавливаются машины, оборудование. Они должны быть слабо электризующими или не электризующими. Например, синтетический материал, состоящий на 40% из нейлона и 60 % дакрона, который не электризуется о хромированную поверхность.

Для снятия зарядов статического электричества с поверхности технологического оборудования его заземляют. Для снижения удельного поверхностного электрического сопротивления перерабатываемых материалов (древесины, бумаги, ткани и т.д.) повышают относительную влажность в этом помещении. Существуют и другие методы защиты от статического электричества.

В основу существующих нормативов пожарной профилактики (ГОСТ 12.1.004 – 91, СНиП 11- 89 – 90, а также правила пожарной безопасности для геологоразведочных организаций и предприятий) положены принципы классификации *веществ, производств, помещений* в зависимости от пожарной и взрывопожарной опасности.

Основная работа по предупреждению пожаров и взрывов начинается с определения характеристики веществ по пожаровзрывоопасности.

Твердые вещества согласно СНиП 2.09.02 – 85. Производственные здания промышленных предприятий все здания делятся на делятся на *несгораемые, трудносгораемые, сгораемые*.

Несгораемые под действием огня не воспламеняются, не тлеют, не обугливаются (1,2,3 категории) за 2–3 часа. Они могут быть из следующих материалов: естественные неорганические материалы – асбест, гипсоволокнистые плиты, металлы и т.д.

Трудносгораемые при высокой температуре не воспламеняются, тлеют или обугливаются, продолжают гореть только при наличие огня. К ним относятся асфальтобетон, войлок смоченный глиной, древесина пропитанная сернокислым аммонием. Категория 4 – оштукатуренные деревянные материалы.

Сгораемые – при высокой температуре воспламеняются или тлеют и продолжают гореть после удаления источника огня. К этой категории 5 относятся все органические материалы.

Аналогично классифицируются производственные здания предприятий: сгораемые, трудносгораемые и несгораемые.

Газы называются горючими, если они способны образовывать с воздухом воспламеняемые и взрывоопасные смеси при температуре ниже 55⁰ С (бутан, пропан, этан, водород, кислород и т.д.)

Жидкости, способные гореть после удаления источника зажигания делятся на два класса: легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) с температурой вспышки ниже 61⁰ С и горючие жидкости (ГЖ) с температурой вспышки выше 61⁰ С. Весьма пожаровзрывоопасны ЛВЖ с температурой вспышки ниже 0⁰ С: ацетон – (-18⁰С), бензин (-36⁰С). Все масла, в том числе и нефть, относятся к классу горючих жидкостей, т.к. температура вспышки выше 150⁰ С.

Для того чтобы смесь газов, паров, пыли с воздухом воспламенилась и распространило пламя, необходима не только определенная температура, но и концентрация этих веществ в воздухе.

Минимальную концентрацию горючего вещества, при котором оно способно загораться и распространять пламя, называют *нижним концентрационным пределом воспламенения (НКПВ)*.

Наибольшую концентрацию, при которой еще возможно горение, называют *верхним концентрационным пределом воспламенения (ВКПВ)*.

Область концентрации между этими пределами представляет собой *область воспламенения*. Например, для обычных условий бензин имеет НКПВ = 0,76 % , а ВКПВ = 4,96 %.

Пожаровзрывоопасные характеристики горючей пыли зависят от ее дисперсности. Мелкая пыль имеет большую поверхность, малую температуру воспламенения, химически активна, поэтому наиболее пожароопасная. Пожарная опасность твердых горючих веществ (пыли) характеризуется только нижним концентрационным пределом и температурой воспламенения. Верхний концентрационный предел пыли практически не достижим (табл. 5.3.3).

В зависимости от пожаровзрывоопасных свойств веществ определяется категория производства по пожаровзрывоопасности.

Производства в зависимости от взрывных и пожарных свойств используемых веществ делят на пять категорий:

Таблица 5.3.3

Классификация взрывоопасных смесей горючей пыли с воздухом

Класс пыл. смеси	Характеристики воздушной смеси	НКПВ, г/м ³	Температура самовоспламенения,
------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

			⁰ С
1	Наиболее взрывоопасная	менее 15	-
II	Взрывоопасное	15-65	-
III	Наиболее пожароопасное	более 65	ниже 250
IV	Пожароопасная	более 65	выше 250

А, Б – взрывопожароопасные (горючие взрывные вещества);

В, Г, Д – пожароопасные (горючие не взрывные вещества).

Так, производство категории **А** связано с применением веществ, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом. Нижний предел воспламенения горючих газов 10^0 С, жидкостей с температурой вспышки паров до 28^0 С. К категории **А** относятся особо опасные объекты, например, нефтеперерабатывающие заводы, склады горючих материалов, нефтепроводы и т.д.

К категории **Б** отнесены цеха транспортировки угля, размольные отделения мельниц и т.д.

Категория производства предъявляет требования на допустимое количество этажей здания, на огнестойкость зданий и сооружений, выбор средств пожаротушения.

Под огнестойкостью зданий понимают сопротивляемость зданий и сооружений к огню. Количественно огнестойкость строительных конструкций характеризуют *пределом огнестойкости*, т. е. временем (в часах или минутах), по истечении которого строительная конструкция теряет несущую или ограждающую способность.

При проектировании промышленных предприятий следует учитывать требования пожарной безопасности. Необходимо, чтобы используемые строительные конструкции обладали требуемой огнестойкостью, т. е. способностью сохранять под действием высоких температур пожара свои рабочие функции. Кроме этого, предотвращение распространения пожара обеспечивается:

а) безопасным расстоянием между зданиями и населенными пунктами согласно СнИП II – 89 – 90; Это расстояние называют противопожарным разрывом. Они зависят от степени огнестойкости зданий и сооружений. Для различных категорий зданий противопожарные разрывы составляют 9 – 20 м.

б) удобным подъездом пожарных автомобилей к зданиям;

в) противопожарными преградами – конструкциями с повышенным пределом огнестойкости, т. е. конструкциями с нормируемым пределом огнестойкости, препятствующие распространению огня из одной части здания в другую. К этим преградам, имеющим предел огнестойкости не менее 2,5 ч, относятся стены, перегородки, перекрытия, двери, ворота, окна и др.

г) устройством путей эвакуации людей через эвакуационные выходы в расчетное время; выходы считаются эвакуационными, если ведут из помещений непосредственно наружу (лифты в домах исключаются);

д) устройством аварийного отключения электропитания подбором средств противопожарной автоматики.

е) для повышения огнестойкости зданий и сооружений их металлические конструкции оштукатуривают или облицовывают материалами с низкой теплопроводностью, например, гипсовыми плитами. Хороший эффект дает окрашивание металлических и деревянных конструкций специальными огнезащитными красками (например, типа ВПМ). Для защиты деревянных конструкций от огня их также оштукатуривают или пропитывают антипиренами – химическими веществами, придающими древесине негорючесть (например, фосфорноокислым или серноокислым аммонием и др.);

ж) необходимо учитывать рельеф местности. Например, склады и резервуары с горючим надо располагать в низких местах, чтобы при возникновении пожара разлившаяся горючая жидкость не могла стекать к нижележащим зданиям и сооружениям.

Распространение пожаров при прочих равных условиях зависят от плотности застройки территории. При расстоянии между зданиями 20 м, вероятность распространения пожар 27%, а 50 м – 3%, 90 м – 0%. Быстрое распространение пожара возможно: для зданий 1 и 2 степени огнестойкости при плотности застройки более 30 %, 3 степени – 20%, 4 и 5 степени 10 %.

Итак, условия развития пожара в зданиях и сооружениях определяются степенью их огнестойкости и плотностью застройки.

6.2. Основные способы тушения пожаров

При горении твердых и жидких горючих веществ различают три стадии развития пожаров: *начальная, вторая, третья*.

Начальная стадия неустойчива, температура в зоне пожара сравнительно низкая, площадь очага горения 1 – 2 м². Горение может быть быстро прекращено первичными средствами тушения.

Вторая стадия развития пожара, когда горение переходит в устойчивую форму, повышается температура и пламя. Тушение проводят водяными или пенными струями или большим числом первичных средств тушения.

Третья стадия имеет высокую температуру, площадь горения, обрушения конструкций. Пожар, безусловно, легче ликвидировать в его начальной стадии, приняв меры к локализации очага. А лучше его не допустить, чем тушить.

Рассмотрим основные *способы тушения* пожаров и применяемые при этом *огнегасительные* вещества. Способы и приемы прекращения горения в условиях пожара основаны:

а) прекращения доступа в зону горения окислителя (кислорода воз-

духа);

б) охлаждения зоны горения ниже температуры самовоспламенения с помощью химической пены;

в) на механическом срыве пламени сильной струей газа или воды.

Огнегасительными называют вещества, которые при введении в зону сгорания прекращают горение.

Основные огнегасящие вещества и материалы – это *вода и водяной пар, химическая и воздушно-механическая пены, водные растворы солей, негорючие газы, галоидоуглеводородные огнегасительные составы и сухие огнетушащие порошки.*

Наиболее распространенным веществом, применяемым для тушения пожара, является *вода*. Она снижает температуру очага горения. При нагреве до 100°C 1 литра воды поглощается приблизительно $4 \cdot 10^5$ Дж теплоты, а при испарении – $22 \cdot 10^5$ Дж.

Водяной пар (из 1 литра воды образуется около 1700 л пара) препятствует доступу кислорода к горящему веществу. Вода, подаваемая к очагу горения под большим давлением, механически сбивает пламя, что облегчает тушение пожара. Воду не применяют для тушения щелочных металлов (натрия, калия), карбида кальция, а также легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, плотность которых меньше плотности воды (бензин, керосин, ацетон, спирты, масла и др.), так как они всплывают на поверхность воды и продолжают гореть на поверхности. Вода хорошо проводит электрический ток, поэтому ее не используют для тушения электроустановок, находящихся под напряжением (это приводит к короткому замыканию). *Водяной пар* можно применять для тушения ряда твердых, жидких и газообразных веществ. Наибольший эффект от применения водяного пара достигается в помещениях, объем которых не превышает 500 м³, а также при пожарах, возникших на небольших открытых площадках.

Химические и воздушно-механические пены применяют для тушения твердых и жидких веществ, не взаимодействующих с водой. Одной из основных характеристик этих пен является их кратность, т. е. отношение объема пены к объему ее жидкой фазы.

Воздушно-механическую пену получают в специальных пенообразующих аппаратах с использованием пенообразователей (ПО-1С, ПО-6К, ПО-3А, «САМПО» и др.). Различают воздушно-механическую пену низкой (до 20), средней (20 – 200) и высокой (свыше 200) кратности. Воздушная пена, полученная пенообразователем ПО-1С и некоторыми другими, пригодна для тушения некоторых ЛВЖ и ГЖ (спиртов, ацетона, эфиров и др.).

Химическая пена образуется при взаимодействии растворов кислот и щелочей в присутствии пенообразователя. Она состоит из водного раствора минеральных солей, пенообразователя и пузырьков углекислого газа. Ее стоимость выше, чем воздушно-механической пены, поэтому использование химической пены при пожаротушении имеет тенденцию

к сокращению. При тушении пожаров пеной покрывают горящие вещества, препятствуя тем самым поступлению горючих газов и паров к очагу горения.

Применение *инертных и негорючих газов* (аргон, азот, галоидированные углеводороды и др.) основано на разбавлении воздуха и снижении в нем концентрации кислорода до значений, при которых горение прекращается. Так, углекислый газ (диоксид углерода) используется для тушения горящих складов ЛВЖ, аккумуляторных станций, электрооборудования, печей и др. Его нельзя применять для тушения щелочных и щелочноземельных металлов, тлеющих материалов и некоторых других. Для тушения этих материалов лучше применять аргон, а в некоторых случаях и азот. Высокими огнегасительными свойствами обладают и галоидированные углеводороды (хладоны, бромистый этил и др.).

К числу *жидких* огнегасительных веществ относятся водные растворы некоторых солей, например, бикарбоната натрия, хлористого кальция, хлористого аммония, аммиачно-фосфорных солей и др. Их действие при тушении пожара основано на образовании на поверхности горящего материала изолирующих пленок, возникающих при испарении из растворов солей воды. Эти пленки препятствуют проникновению кислорода к поверхности горящего материала. Кроме того, на испарение воды затрачивается значительное количество теплоты, что приводит к понижению температуры очага горения. При разложении некоторых солей в результате горения в воздухе выделяются негорючие газы, снижающие концентрацию кислорода.

Порошковые огнегасительные составы препятствуют поступлению кислорода к поверхности горящего материала. Их используют для тушения небольших количеств различных горючих веществ и материалов, при тушении которых нельзя применять другие огнегасительные средства. Примером этих материалов могут служить хлориды калия и натрия, порошки на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия.

Средства пожаротушения подразделяют на первичные, стационарные и передвижные (пожарные автомобили).

Первичные средства используют для ликвидации небольших пожаров и загорания. Их обычно применяют до прибытия пожарной команды. К первичным средствам относятся передвижные и ручные огнетушители, переносные огнегасительные установки, внутренние пожарные краны, ящики с песком, асбестовые покрывала, противопожарные щиты с набором инвентаря и др. Для размещения первичных средств пожаротушения устраивают специальные пожарные щиты белого цвета с красной окантовкой.

Различают *ручные* огнетушители (до 10 л) и *передвижные* (свыше 25 л). В зависимости от вида огнегасительного средства, находящегося в огнетушителях, они делятся на *жидкостные, углекислотные, химические пенные, воздушно-пенные, хладоновые, порошковые и комбинированные*.

Жидкостные огнетушители заполнены водой с добавками, углекислотные – сжиженным диоксидом углерода, химические пенные – растворами кислот и щелочей, хладоновые – хладонами (например, марок 114В2,13В1); порошковые огнетушители заполнены порошковыми составами. Огнетушители маркируются буквами, характеризующими вид огнетушителя по разряду, и цифрой, обозначающей его объем в литрах.

Различают следующие виды *углекислотных* огнетушителей: ручные – ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8 и передвижные – ОУ-25, ОУ-80, ОУ-400. Эти огнетушители используют для тушения загорания некоторых материалов и электрических установок, работающих под напряжением до 1000 В. Электроустановки запрещено тушить пенным огнетушителем.

Воздушно-пенные огнетушители маркируются как ОВП (например, ручные ОВП-5 и ОВП-10). Их используют для тушения загорания ЛВЖ, ГЖ, большинства твердых материалов (кроме металлов). Их нельзя использовать для тушения электроустановок, находящихся под напряжением.

Хладоновые огнетушители маркируются как ОХ (например, ОХ-3, ОХ-7) или ОАХ-0,5 (в аэрозольной установке).

Порошковые огнетушители маркируются как ОПС (например, ОПС-10). Их используют для тушения металлов, ЛВЖ, ГЖ, кремнийорганических материалов, установок, работающих под напряжением до 1000 В.

Комбинированные огнетушители (например, типа ОК-10) используют для тушения горящих ЛВЖ и ГЖ. Их заряжают порошковыми составами ПСБ-3 и воздушно-механической пеной.

Стационарные установки предназначены для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения. Они запускаются автоматически или с помощью дистанционного управления. Эти установки заправляются следующими огнетушащими средствами: водой, пеной, негорючими газами, порошковыми составами или паром.

К автоматическим установкам водяного пожаротушения относятся *спринклерные и дренчерные* установки. Отверстия, через которые вода поступает в помещение при пожаре, запаяны легкоплавкими сплавами. Эти сплавы плавятся при определенной температуре и открывают доступ распыляемой воде. Каждая головка орошает помещение и находящееся в нем оборудование площадью до 9 м². Например, белый цвет головки указывает, что температура вскрытия ее равна 72⁰ С, а красный – 182⁰ С.

В тех случаях, когда целесообразно подавать воду на всю площадь помещения, в котором возник пожар, применяют дренчеры, которые также представляют собой систему труб, заполненную водой, оборудованную распылительными головками-дренчерами. В них в отличие от спринклерных головок выходные отверстия для воды (диаметром 8, 10 и 12,7 мм) постоянно открыты. Спринклерные головки приводят в действие открыванием клапана группового действия, который в обычное время закрыт. Он открывается автоматически или вручную (при этом

дается сигнал тревоги). Каждая спринклерная головка орошает 9–12 м² площади пола. Система работает следующим образом.

Пожарный датчик (извещатель) реагирует на появление дыма (дымовой извещатель), на повышение температуры воздуха в помещении (тепловой извещатель), на излучение открытого пламени (световой извещатель) и т.д. и подает сигнал включения системы подачи огнетушащих веществ, которые подаются к очагу загорания.

Пожарные датчики (извещатели) могут быть как ручные (пожарные кнопки, устанавливаемые в коридорах помещений и на лестничных площадках), так и автоматические. Последние, как уже сказано выше, подразделяются на тепловые, дымовые и световые.

В дымовых извещателях используют два основных способа обнаружения дыма – фотоэлектрический и радиоизотопный. Так, дымовые фотоэлектрические (ИДФ – 1 М) и полупроводниковые (ДИП - 1) действуют на принципе рассеивания частицами дыма теплового излучения. Радиоизотопные извещатели дыма (РИД - 1) основаны на эффекте ослабления ионизации межэлектродного промежутка заряженными частицами, входящими в состав дыма. Один дымовой извещатель устанавливается на 65 м² защищаемой площади. Имеются комбинированные извещатели (КИ), реагирующие на теплоту и дым.

Сигнал от пожарных извещателей передается на пожарные станции, наиболее распространенные из них – ТЛЮ - 10/100 (тревожная лучевая оптическая) и «Комар – сигнал 12 АМ» (концентратор малой емкости). В качестве передвижных средств пожаротушения используются пожарные автомобили (автоцистерны и специальные).

Горящие фонтаны нефти и газа тушат после подготовительных работ к их закрытию (прекращению поступлению нефтепродуктов). Затем применяют подземные взрывы, применение пожарных танков, пушек, тушение пенными огнетушителями.

При проведении геологоразведочных работ в лесу в пожароопасный период (весна, осень) опасность представляют лесные пожары. Различают низовой, верховой и подземные лесные пожары.

При верховом пожаре возникают мощные конвекционные потоки, которые поднимаются в воздух и относят искры до 200 м. Эти расстоянием определяется ширина естественных и искусственных преград (реки, озера, болота и т.д.). Скорость горения более 8 – 10 км/час, температура 1100⁰С. В 2003 году в России было 26 тысяч лесных пожаров. Лес сгорел на площади 630 тыс. га.

При подземном пожаре горит торф на глубине более 20 см. Скорость горения 1 км/час. Тушение таких пожаров очень сложное. Отряды, работающие в лесу, должны принимать все меры к ликвидации очагов возникновения пожаров.

Работа в малообжитых, труднодоступных и горно-таежных местностях создает свои особенности и трудности в профилактике и тушении пожаров. Именно поэтому общие требования пожарной безопасности

для всех организаций и предприятий дополнительно излагаются в Правилах пожарной безопасности для геологоразведочных организаций и предприятий, а также во Временном положении о мерах по обеспечению пожарной безопасности персонала геологоразведочных организаций при работе в лесах. Согласно этим документам, руководители организаций приказом назначают ответственных за пожарную безопасность на каждом объекте работ.

Все лица, вновь принимаемые на работу, в том числе и временную, проходят первичный и вторичный противопожарный инструктаж. В геологии часто используют местное печное или электрическое отопление, которое при неправильной эксплуатации может послужить причиной пожаров. Поэтому в тех помещениях, где применяют ЛВЖ и горючие материалы, топки печей выводят в смежные, не опасные в пожарном отношении помещения.

При низовом пожаре выгорает лесная подстилка (моховой и травяной покров, кустарник, валежник). Ширина полосы горения не превышает первых десятков метров, высота пламени достигает 2 м. Естественными и искусственными преградами распространения низовых пожаров служат полосы шириной 1–2 м, не содержащие горючих материалов в надпочвенном слое. Основная опасность низового пожара – его переход в верховой пожар, который характеризуется тем, что огонь распространяется по кронам деревьев. Горение в верхнем ярусе леса приводит к возгоранию надпочвенного слоя. Таким образом, верховой пожар обязательно сопровождается низовым. Скорость распространения верхового пожара при штиле и слабом ветре 8–10 км/ч, а при ураганном ветре 40–50 км/ч. При движении огня вверх по склону скорость распространения увеличивается (при уклоне 15–25° она удваивается) и, наоборот, по флангам и тылу скорость распространения пожара снижается.

При подземном пожаре возникает горение почвенных слоев (чаще всего торфа) на глубине до нескольких метров. Скорость горения не превышает 1 км в сутки. Основная опасность подземного пожара – его переход в низовой, а затем и в верховой пожар. При поисково-съёмочных работах пожарная безопасность обеспечивается при организацией полевого лагеря. Территория лагерных стоянок очищается от сухого мха, травы, сучьев, валежника и окаймляется минерализованной полосой шириной 1,4 м. Расстояние между палатками должно быть не менее 3 м, а в случае применения обогревательных приборов – не менее 10 м. Очаги для приготовления пищи оборудуют не ближе 10 м от палаток. На территории лагеря отводят место для курения, где устанавливают урны или бочки с водой. Проезд к территории лагеря должен быть

свободным. Трубы от обогревательных приборов выводят из палаток через отверстия, имеющие обшивку из листа железа размером 50x50 см, на расстояние не менее 1 м от полотна палаток. Их обертывают асбестом и снабжают искрогасителем. Аккумуляторные батареи, емкости с ЛВЖ и ГЖ хранят в отдельных палатках или других помещениях. Стоянки для автомашин, гусеничных транспортеров устраивают на расстоянии от палаток (стогов соломы и сена, хлеба на корню, подсохшего камыша, торфяника) не ближе чем 15 м. Расстояние между транспортными средствами должно быть не менее 1 м. Места заправки автомобилей и территории лагерных стоянок оборудуют щитами с комплектом противопожарного инструмента, огнетушителями, ящиками с песком, бочками с водой, ведрами. Места костров окружаются минерализованной полосой шириной не менее 2 м (при кратковременных стоянках, сроком до одного дня допускается уменьшение ширины полосы до 0,5 м). Места установки двигателей внутреннего сгорания (ДВС), используемых для освещения и других нужд, оконтуривают минерализованной полосой шириной не менее 2 м. Площадка для установки механизмов с ДВС (самоходная буровая установка, компрессор и т. д.) очищается от легкозагораемого материала в радиусе не менее 5 м.

При устройстве постоянных *складов* ГСМ на базе экспедиций, партий и участков руководствуются действующими строительными нормами и правилами. Территория склада ограждается забором высотой 2 м и окапывается канавой шириной 1 м и глубиной 0,5 м. Бочки с ЛВЖ летом хранят в землянках или под навесами пробками вверх. Цистерны окрашивают в белый цвет и заземляют.

Открытые склады ЛВЖ и РЖ размещают на площадках, имеющих более низкие отметки, чем отметки населенных пунктов. При хранении топлива и смазочных материалов на участках работ площадки для хранения ГСМ устраивают на расстоянии не менее 50 м от лагерных стоянок, стоянок автомашин, буровых установок, помещений, дизельных электростанций, компрессорных и др. Площадки для хранения ГСМ очищают от стерни, сухой травы, окапывают канавой и обваловывают. Бочки с топливом наполняют не более чем на 95 % их объема. На видном месте вывешивают предупредительные плакаты: "Огнеопасно! Не курить!"

Взрывчатые материалы хранят в соответствии с требованиями единых правил безопасности при взрывных работах.

Особые требования предъявляют к размещению огнетушителей. Их подвешивают на высоте не более 1,5 м от уровня пола до верхней точки огнетушителя и на расстоянии не менее 1,2 м от края двери при ее открывании. Все производственные, складские, административные и

вспомогательные здания и помещения обеспечивают связью (пожарной сигнализацией, телефоном и др.) для немедленного вызова пожарной помощи в случае возникновения пожара.

Вопросы для самоконтроля

1. *Какие процессы называют горением, воспламенением, самовоспламенением?*
2. *Каковы разновидности горения и их характеристики?*
3. *Каковы основные показатели пожароопасности веществ и материалов?*
4. *Каковы характеристики материалов по горючести?*
5. *Что представляет собой классификация производств по пожарной опасности?*
6. *Что такое огнестойкость строительной конструкции?*
7. *Какие существуют огнегасительные вещества?*
8. *Что представляют собой автоматические системы тушения пожара?*
9. *Назовите типы химических огнетушителей.*
10. *Назовите типы пожарных извещателей и принципы их работы.*

7. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ НА ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРАХ И ВИДЕОДИСПЛЕЙНЫХ ТЕРМИНАЛАХ

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека.

7.1. Негативное воздействие на человека персональных компьютеров

К концу рабочего дня операторы ПЭВМ и видеодисплейных терминалов (ВДТ) ощущают головную боль, резь в глазах, тянущие боли в мышцах шеи, рук, спины, зуд кожи лица. Со временем это приводит к мигрени, частичной потери зрения, сколиозу, кожным воспалениям и т.д. По результатам зарубежных исследований выявлена определенная связь между работой на ПЭВМ и такими недомоганиями, как астигматизм (быстрая утомляемость глаз), боли в спине, шеи (остеохондроз), запястный синдром (болезненное поражение срединного нерва запястья), снижение концентрации внимания, нарушение сна и другие. Они не только снижают трудоспособность, но и подрывают здоровье людей. У людей, просиживающих у ПЭВМ от 2 до 6 часов в день, резко возрастают шансы заработать болезнь верхних дыхательных путей, получить неожиданный инфаркт или инсульт, посадить зрение и даже стать импотентом. Результаты научных исследований показали, что наиболее «рисковыми» пользователями ПЭВМ являются дети и беременные

женщины.

Таким образом, работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой операторов, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы спины и рук при работе с клавиатурой ЭВМ. Возрастают так называемые эргономические заболевания как разновидность профессиональных болезней. Они обычно возникают в результате непрерывной работы на неправильно организованном рабочем месте.

Анализируя причины резкого роста «компьютерных» профзаболеваний, специалисты научных центров США отмечают прежде всего слабую эргономическую проработку рабочих мест операторов ПЭВМ и ВДТ. Сюда входит слишком высоко расположенная клавиатура, неподходящее кресло, эмоциональные нагрузки и продолжительное время работы на клавиатуре. Кроме того, на пользователей ПЭВМ и ВДТ постоянно действуют опасные и вредные производственные факторы (ГОСТ 12.0.003-74):

- повышенная ионизация воздуха;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенная напряженность электрического поля;
- повышенная контрастность и пульсация светового потока;
- повышенный уровень ультрафиолетовой и инфракрасной радиации;
- повышенный уровень шума и вибрации;
- нервно-эмоциональная напряженность.

Их интенсивность во многом зависит от исправности как ПЭВМ и ВДТ, так и средств ее защиты.

Таким образом, на здоровье людей, работающих на ПЭВМ и ВДТ, влияют как сами машины, так и санитарно-гигиенические условия помещений, где они находятся, а также организация и оборудование рабочих мест, режим труда и отдыха.

7.2. Гигиенические требования к ПЭВМ и ВДТ

Чтобы избежать многих вышеуказанных воздействий на человека, необходимо приобретать ПЭВМ и ВДТ, которые имеют гигиенический сертификат соответствия требованиям стандартов безопасности и условиям, предъявляемым к функциональным параметрам, значения которых установлены в нормативных документах.

В РФ организация и проведение работ по сертификации продукции (в том числе и ПЭВМ, ВДТ) регламентируются законами «О защите прав потребителей» и «О сертификации продукции и услуг». Они предусматривают два вида сертификации – обязательную и добровольную.

Обязательная сертификация проводится в целях обеспечения безопасности продукции для жизни и здоровья людей и окружающей среды. Добровольная – в целях защиты потребителя от недобросовестности изготовителя (продавца) продукции, обеспечения информационной и технической совместимости и т.д. Эти оба вида сертификации выполняются органом по сертификации – Госстандартом РФ в специализированных лабораториях.

В рабочем состоянии все изделия ПЭВМ и ВДТ должны отвечать требованиям наиболее распространенных экологических стандартов:

Energy Star, Nutek, TCO 1992, VESA DPMS (энергоснабжение), ISO 924, MPR -II, TCO 1992 (защита от излучений), FCC класс В (радиочастотные помехи) и т.д. При активном рабочем состоянии эксплуатации ПЭВМ и ВДТ должны соответствовать стандартам ССБТ и нижеуказанным нормативам:

1. ГОСТ Р 50948-98. Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности.

2. ГОСТ 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования к производственной среде. Методы измерения.

3. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, ПЭВМ и организация работы.

При работе с ПЭВМ и ВДТ необходимо обеспечить наилучшие значения визуальных параметров (яркость знака, внешняя освещенность экрана и т.д.) в пределах оптимального диапазона.

Допустимые параметры неионизирующих электромагнитных полей (ЭМП) и излучений при работе ПЭВМ и ВДТ должны быть согласно СанПиНу следующие:

1) напряженность ЭВМ на расстоянии 50 см вокруг машины по электрической составляющей не более **25 В/м** в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц, не более **2,5 В/м** в диапазоне частот 2– 400 кГц;

2) поверхностный электростатический потенциал не должен превышать **500 В**. При больших значений этих излучений следует применять приэкранные фильтры. Фильтрами полной защиты пользователей являются фильтры Ergostat, UNUS и UMAX MP – 196, а также отечественные фильтры «Русский щит» и Dehender Ergan;

3) мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 50 мм от экрана не должна превышать 0,1 мбэр/ч (100 мкР/ч) эквивалентной дозы.

Включенный монитор образует электромагнитное поле. Проверить его интенсивность можно, если провести тыльной стороной ладони на расстоянии нескольких миллиметров от включенного монитора. Электромагнитное поле присутствует, если услышите характерные потрескивания. Во время работы ВДТ и ПЭВМ из-за наличия высокого электростатического поля не рекомендуется дотрагиваться до экрана его ру-

ками. Установлено, что максимальная напряженность электрической составляющей электромагнитного поля достигается на кожухе дисплея. Нельзя оставлять включенное оборудование без присмотра. В целях снижения напряженности электростатического поля удалить пыль с экрана и поверхности монитора сухой хлопчатобумажной тканью.

При покупке компьютера можно ориентироваться на год его выпуска. Чем моложе компьютер, тем он безопаснее, чем старше, тем он хуже. Это объясняется тем, что качество изготовления их к концу 90-х годов прогрессировало и уровни ЭМП компьютеров снизились в десятки раз. Новые модели компьютеров производятся со встроенными защитными экранами.

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако исчерпывающих данных относительно опасности воздействия излучения от мониторов на работающих с компьютерами не существует. Исследования в этом направлении продолжаются.

7.3. Санитарно-гигиенические требования к помещениям для эксплуатации ПЭВМ и ВДТ

Санитарно-гигиенические требования к *помещениям* с ПЭВМ и ВДТ влияют как на точность и надежность электронного оборудования, так и на работоспособность и здоровье пользователей этой техникой.

СанПиН требует располагать рабочие места с ПЭВМ и ВДТ во всех помещениях, кроме подвальных, с окнами, выходящими на север и северо-восток. В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола помещения:

- окна ориентированы на юг – стены зеленовато-голубого или светло-голубого цвета; пол – зеленый;
- окна ориентированы на север – стены светло-оранжевого или оранжево-желтого цвета; пол – красновато-оранжевый;
- окна ориентированы на восток и запад – стены желто-зеленого цвета; пол зеленый или красновато-оранжевый;

Пол помещения должен быть ровный, антистатический. Отделка помещения полимерными материалами должна производиться только с разрешения ГОССАНЭПИДНАДЗОРА. В образовательных учреждениях запрещается применять полимерные материалы (ДСП, слоистый пластик, синтетические ковровые покрытия и т.д.), выделяющие в воздух вредные химические вещества. В помещении должны быть медицинская аптечка и углекислый огнетушитель. Расстояние между боковыми поверхностями мониторов – не менее 1,2 м.

Оконные проемы должны иметь регулирующие устройства (жалюзи,

занавески). Компьютер надо установить так, чтобы на экран не падал прямой свет (иначе экран будет отсвечивать и является вредным для экрана). Оптимальное положение при работе – боком к окну, желательно левым.

В помещениях с ПЭВМ и ВДТ предусматриваются защиты от *пылеобразования, шума и вибрации*, обеспечиваются требуемые параметры *микроклимата и освещения*, установленные СанПиНом.

Для снижения *концентрации пыли* в этих помещениях необходимо работать в хлопчатобумажных халатах и легкой сменной обуви. Запрещается курить, так как частицы пепла, оседая на поверхностях магнитных носителей, вызывают сбой в работе с ПЭВМ и ВДТ. Запыленность в данных помещениях не должна превышать $0,5 \text{ мг/м}^3$. Поэтому нельзя открывать окна, форточки и необходимо применять местную систему кондиционирования воздуха и системы механической вентиляции. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 7.3.

Т а б л и ц а 7.3

Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

<i>Характеристика помещения</i>	<i>Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м³ /на одного человека в час</i>
Объем до 20 м ³ на человека	Не менее 30
20—40 м ³ на человека	Не менее 20
Более 40 м ³ на человека	Естественная вентиляция
Помещение без окон и световых фонарей	Не менее 60

Источниками *шума и вибрации* на рабочем месте с ПЭВМ являются сами вычислительные машины (встроенные вентиляторы, принтеры и т.д.), система вентиляции и другое оборудование. СанПиНом установлены уровни шума на рабочем месте:

- **50 дБА** при выполнении основной работы на ПЭВМ (диспетчерские, залы, классы вычислительной техники, рабочие кабинеты и т.д.);
- **60 дБА** для помещений, где работники осуществляют лабораторный, аналитический или измерительный контроль;
- **65 дБА** в помещениях операторов ПЭВМ (без дисплеев);
- **75 дБА** в залах, где находятся принтеры.

Для снижения уровня шума в помещениях с ВДТ и ПЭВМ применяют менее шумные агрегаты или располагают в других помещениях. Одновременно применяют архитектурно - строительные решения:

1) устройство подвесного потолка, который служит звукопоглощающим экраном;

2) использование звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 – 8 000 Гц для отделки помещений;

3) уменьшение площади стеклянных ограждений и окон для защиты от транспортного шума;

4) установка особо шумящих устройств на упругие прокладки;

5) применение на рабочих местах звукогасящих экранов;

б) использование однотонных занавесей из плотной ткани, подвешенных в складку на расстоянии 15-20 от ограждения. Ширина занавеси должна быть в 2 раза больше ширины окна.

Уровень вибрации в помещениях вычислительных центров может быть снижен путем установки оборудования на специальные фундаменты и виброизоляторы.

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ПЭВМ и ВДТ. В помещениях с такой техникой на микроклимат больше всего влияют источники теплоты. К ним относится вычислительное оборудование, приборы освещения (лампы накаливания, солнечная радиация). Из них 80% суммарных выделений дают ЭВМ, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные *параметры микроклимата* (табл. 7.3а).

Т а б л и ц а 7.3а

Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный и переходный	Температура воздуха в помещении	22—24°С
	Относительная влажность	40—60%
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23—25°С
	Относительная влажность	40 – 60 %
	Скорость движения воздуха	0,1—0,2 м/с

В таблице приведены оптимальные нормы микроклимата для профессиональных пользователей в помещениях с ВДТ и ПЭВМ при легкой работе (1а, 1б), где, 1а – работы, производимые сидя и не требующие физического напряжения (расход энергии составляет до 120 ккал/ч), 1б – работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (расход энергии составляет от 120 до 150 ккал/ч).

Для поддержания вышеуказанных параметров воздуха в помещениях с ВДТ и ПЭВМ необходимо применять системы отопления и кондиционирования или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию. Система кондиционирования воздуха предназначена для поддержания

оптимальных параметров микроклимата и требуемой чистоты воздуха в помещениях с ВДТ и ПЭВМ. Расчет потребного количества воздуха для местной системы кондиционирования воздуха ведется по теплоизбыткам от машин, людей, солнечной радиации и искусственного освещения согласно СНиП 2.04.005-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». В помещениях с ВДТ и ПЭВМ ежедневно должна проводиться влажная уборка.

Естественное и искусственное освещение помещений вычислительных центров должно соответствовать СНиПу 23-05-95. При этом *естественное* освещение для данных помещений должно осуществляться через окна и обеспечивать КЕО.

При выполнении работ категории *высокой* зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3 – 0,5 мм) величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5%, а при зрительной работе *средней* точности (наименьший размер объекта различения 0,5 – 1,0 мм) КЕО должен быть не ниже 1,0%. СанПиН рекомендует левое (допускается – правое) расположение рабочих мест и ПЭВМ по отношению к окнам.

Искусственное освещение в помещениях с ВДТ и ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. При работе с документами допускается применение системы комбинированного освещения (к общему дополнительно устанавливаются светильники местного освещения для освещения зоны расположения документов). Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя. При периметральном расположении компьютеров линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом, ближе к переднему краю обращенному к оператору. В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники. Допускается применение металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт. Модификации светильников для помещений вычислительных центров приведены в прил. 11 СанПиНа. Допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения. Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях с ВДТ и ПЭВМ следует проводить чистку стекол рам и светильников не реже 2-х раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ *высокой и средней* точности общая освещенность должна составлять 300 – 500 лк, а комбинированная – 750 лк. Не следует сидеть за монитором вообще без света, особенно по вечерам.

7.4. Организация и оборудование рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ

При организации и оборудовании рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ необходимо строго выполнять как общие, так и специальные требования,

установленные СанПиНом.

Общие требования к организации рабочего места оператора:

1) рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева;

2) окна в помещениях с ВДТ и ПЭВМ должны быть оборудованы регулируемыми устройствами (жалюзи, занавески, внешние козырьки и т.д.);

3) расстояние между рабочими столами с видеомониторами должны быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м;

4) при выполнении творческой работы рабочие места следует изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 – 2,0 м;

5) монитор, клавиатура и корпус компьютера должны находиться прямо перед оператором; высота рабочего стола с клавиатурой должна составлять 680 – 800 мм над уровнем пола; а высота экрана (над полом) – 900 – 1280 мм;

6) монитор должен находиться от оператора на расстоянии 60 – 70 см на 20 градусов ниже уровня глаз;

7) положение спинки кресла оператора должно обеспечивать наклон тела назад от 97–121°. Рабочий стул (кресло) должно быть подъемно – поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сидений и спинки, с надежной фиксацией стула и полумягким воздухопроницаемым покрытием;

8) пространство для ног должно быть: высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм, глубиной не менее 450 мм. Должна быть предусмотрена подставка для ног работающего шириной не менее 300 мм с регулировкой угла наклона. Ноги при этом должны быть согнуты под прямым углом. Рабочее место с ВДТ должно иметь легко перемещаемые пюпитры для документов.

Специфические требования к рабочим местам учащихся и студентов – пользователей ВДТ и ПЭВМ:

1) помещение для занятий с использованием ВДТ и ПЭВМ должно быть оборудовано одноместными столами соответствующей конструкции;

2) уровень глаз обучаемых при вертикальном расположении экрана ВДТ должен приходиться на центр или 2/3 высоты экрана;

4) не допускается вместо специального стула использовать табуретки, скамейки без опоры спины.

7. 5. Режим труда и отдыха при работе с ВДТ и ПЭВМ

Согласно СанПиНу режимы труда и отдыха при работе с ВДТ и ПЭВМ зависит от вида и категории трудовой деятельности. При этом

виды трудовой деятельности делят на три группы (**А, Б и В**). К группе **А** относят работы по считыванию информации с экрана ВДТ с предварительным запросом; **Б** – работа по вводу информации; **В** – творческая работа в режиме диалога с ЭВМ. Для указанных видов трудовой деятельности устанавливаются три категории (I, II и III) тяжести и напряженности работы с ВДТ и ПЭВМ. Например, для группы **А** категории I – III определяются по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более **60 000** знаков за смену. (СанПиН 2.2.2 542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ»).

Для преподавателей высших и средних специальных учебных заведений и учителей общеобразовательных школ СанПиНом устанавливается длительность работы в дисплейных классах и кабинетах информатики не более *4 часов* в день, а для инженеров, обслуживающих учебный процесс в этих кабинетах – не более *6 часов* в день.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей должны устанавливаться регламентированные перерывы в течение рабочей смены. После каждого часа работы за компьютером следует делать перерыв на 5 – 10 минут. Глаза начинают уставать уже через час после непрерывной работы с компьютером. Снимать утомление глаз можно даже во время работы в течение нескольких секунд поворачивая ими по часовой стрелке и обратно. Это следует чередовать с легкими гимнастическими упражнениями для всего тела (прил. 16–18 СанПиНа). Ежедневная работа высокой интенсивности и с нервно-эмоциональным напряжением по 12 и более часов не допускается.

Медики и гигиенисты по прежнему единодушны: спасайтесь компьютеров. СанПиНом предусмотрено не допускать к непосредственной работе с ВДТ и ПЭВМ лиц, имеющих общие и специфические медицинские противопоказания (катаракта, глаукома, дистония и другие заболевания глаз). Согласно приказа Минздравмедпрома РФ от 14.03.96 г. профессиональные пользователи должны проходить обязательные (при поступлении на работу) и периодические (один раз в год) медицинские осмотры. Женщины со времени установления беременности и в период кормления ребенка грудью не допускаются к выполнению всех видов работ, связанных с использованием ВДТ и ПЭВМ. Обучение и инструктаж персонала, разработка инструкций по охране труда должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.0.004-90. В инструкции должны быть отражены безопасные приемы, порядок допуска к работе, перечислены опасные и вредные производственные факторы. К самостоятельной работе с ВДТ и ПЭВМ допускаются сотрудники, изучившие порядок их эксплуатации, прошедшие первичный инструктаж на рабочем месте и аттестацию по электробезопасности с присвоением 2-ой квалификационной группы.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные опасные и вредные производственные факторы, действующие на оператора компьютера.
2. Каковы требования к освещению в помещениях вычислительных центров?
3. Каковы параметры микроклимата в помещениях, где установлены компьютеры?
4. Как организуется рабочее место оператора компьютер
5. Каковы требования к клавиатуре компьютера?
6. Каковы режимы труда и отдыха при работе с компьютером?

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учеб. пос. для вузов //П. П. Кукин, В.Л. Лапшин, Е. А. Подгорных и др. – М.: Высш. шк., 1999. – 318 с.
2. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов // С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. – М.: Высш. шк., 1999. – 448 с.
3. Безопасность жизнедеятельности: Конспект лекций//А. И. Сидоров и др. - Челябинск, изд-во «ЧГТУ», 1997. – 245 с.
4. Безопасность жизнедеятельности: Учебник //Под ред. проф. Э. А. Арустамова. – М.: Изд. «Дом Дашков и К», 2000. – 678 с. [00 – 3646]
5. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие по курсу БЖД для студентов всех специальностей.// Под ред. д.т.н. Русака О.Н. ЛТА. СПб, 1977. – 293 с.
6. Гринин А.С., Новиков В.Н. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие.– М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002.–288 с.
7. Гринин А.С., Новиков В.Н. Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002.–336 с.
8. Деточкин Н. И. Инженерные расчеты по охране труда. – Красноярск: Изд. КГЦ, 1987. – 152 с.
9. Кашковский В.В. Прикладная экология и радиационная безопасность. Курс лекций. Ч. 1: Учеб. пособие.– Томск: Изд. ТПУ, 1998. – 172с.
10. Ковалев Е.Е. Радиационный риск на Земле и в космосе. – М.: Атомиздат, 1976. – 256с.
11. Михайлов Ф.Н. Основы безопасности труда при бурении нефтяных и газовых скважин. Учеб. пособие.– СПб , 1999. – 256 с.

12. Харев А. А. Охрана труда на геологоразведочных работах – М.: Недра, 1987. – 283 с.

13. Ушаков К.З., Каледина Н.О., Кирин Б.Ф., Сребный М.А. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. для вузов/ Под ред. К.З. Ушакова. – М.: Изд-во МГГУ, 2000.–430 с.

14. Ширшков А. И. Охрана труда в геологии. – М.: Недра, 1990. – 235 с.

Дополнительная

1. Безопасность жизнедеятельности на морских судах; Справочник /Ю. Г. Глотов и др. М.: Транспорт, 1998.– 320 с.

2. Буралев Ю. В., Павлова Е. И. Безопасность жизнедеятельности на транспорте. Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1999. – 200 с.

3. Голикон В. Я., Короленко И. П. Радиационная защита при использовании ионизирующих излучений. – М.: Недра, 1987. – 187 с.

4. Говорушко С. М. Влияние хозяйственной деятельности на окружающую среду. Владивосток: Дальнаука, 1999. – 171 с.

5. Глебова Е. В., Глебов Л. С. Курс экологии. – М.: РГУнефть и газ, 2000. – 184с.

6. Денисенко Г. Ф. Охрана труда. – Высшая школа, 1985. – 213 с.

7. Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках. – М.: Энергия, 1990. – 312 с.

8. Жиллов Ю. Д. , Куценко Г. И. Справочник по медицине труда и экологии. – М.: Высшая шк., 1995. – 175 с.

9. Захаров Л. Н. Техника безопасности в химических лабораториях. – Л.: Химия. – 1985.- 98 с.

10. Ильин А.М., Антипов В.Н. Безопасность труда на открытых горных работах. – М.: Недра, 1995. – 265 с.

11. Карпеев Ю.С. Охрана труда в нефтяной и газовой промышленности. Вопросы и ответы: Справочник. М.: Недра, 1991. – 399 с.

12. Кодекс законов о труде Российской Федерации. – М.: Проспект, 2003. – 112с.

13. Комментарий к Закону Российской Федерации " Об охране окружающей природной среды" /Под ред. С.А. Боголюбова.–М.: М – Норма, 1997.–382с.

14. Козлитин А. М., Яковлев Б. Н. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Учебное пособие /Под ред. А. И. Попова. Саратов: Сар. гос. тех. ун-т, 2000. – 124 с.

15. Котляровский В. А, Шаталов А. А. Хануков Х. М. Безопасность резервуаров и трубопроводов. М.: М-Норма, 1999. – 342 с.
16. Михайлов Ф. Н. , Парийский Ю. М. Основы безопасности труда при бурении нефтяных и газовых скважин. Учебное пособие. СПб, 1999. – 234 с.
17. Основы безопасности труда при бурении нефтяных и газовых скважин. Учеб. пособие. СПб, 1999. – 234 с.
18. Охрана труда в вычислительных центрах. Учеб. пособие для студентов //Ю. Г. Сибаров и др. – М.: МАЛИКО, 1990. – 192 с.
19. Охрана труда в организации. – М.: ИНФРА, 1997.– 192 с.
20. Охрана труда (комментарий к КЗОТ). – М.: ИНФРА,1999.– 312 с.
21. Охрана труда в электроустановках. / Под ред. Б. А. Князевского. – М.: Недра, 1985. – 54 с.
22. Охрана труда на предприятии. – Самара: Парус, 1997. – 206 с.
23. Организация безопасного ведения геологоразведочных работ //А. И. Бочаров, О. А. Бурдин, И. Н.Засухин и др. М.: Недра, 1981. – 414 с.
24. Охрана окружающей среды: Учебник для вузов /Автор – составитель А. С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 559 с.
25. Производственная санитария при колонковом бурении геологоразведочных скважин //В. Н. Денисов, А. А. Немченко, В. Г. Самутин и др.- М.: Недра, 1990. – 223 с.
26. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность /Справочник: Баратов А. Н. – М.: Химия, 1987. – 210 с.
27. Правила безопасности при геологоразведочных работах. - М.: Недра, 1972. – 240 с.
28. Правила устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115-96). М.: ПИООБТ., 1996. – 156с.
29. Производственная санитария при колонковом бурении геологоразведочных скважин: Справочник /В.Н. Денисов, А. А. Немченко, В. Г. Самутин. и др. – Л.: Недра, 1990. – 223 с.
30. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. Учебное и справочное пособие. - М.: Финансы и статистика, 1999. – 672 с.
31. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. СПб.: ДЕАН, 1999. – 320 с. [
32. Правила устройства электроустановок. 6-е изд. с изм. и дополн. СПб, 1999. – 123 с.
33. Сорокин Ю.П. Нефтегазовая экология (курс лекций). СПб.: Санк-Петербур. ун-т, 1997. – 234 с.

34. Рудык В.Я. и др. Схемы безопасности труда на геологоразведочных работах //Безопасность труда в промышленности, № 7, 1980. - С. 13-17.
35. Сборник нормативных документов по охране труда и технике безопасности для геологоразведочных организаций. – М.: Недра, 1986. – 300 с.
36. Типовые инструкции по безопасности геофизических работ в процессе бурения скважин и разработки нефтяных и газовых месторождений. М.: 1996. – 215 с.
37. Тимофеева С. С., Бавдик Н. В., Шешуков Ю. В. Безопасность жизнедеятельности в ЧС: Учебное пособие. – Иркутск: ИрГТУ, 1998.– 204 с.
38. Типовые инструкции при разработке нефтяных и газовых месторождений (кн.1 и 2). М.: Госгортехнадзор России. Мин. топлива и энергетики РФ, 1996. – 123 с.
39. Типовые инструкции по безопасности геофизических работ в процессе бурения скважин и разработки нефтяных и газовых месторождений. – М.: Госгортехнадзор России, 1996. – 145 с.
40. Ушаков К. З. Правила безопасности при геологоразведочных работах. – М.: Недра, 1980.– 301с.
41. Усманов С.М. Радиация: Справочные материалы. - М.: Гуман. изд. центр ВЛАДОС, 2001.– 123 с.
42. Федосова В. Д. Расчет искусственного освещения. Метод. указания. - Томск: Изд-во ТПУ, 1991.- 23 с.
43. Фомин А.Д. Организация охраны труда на предприятиях в современных условиях: Справочно-методическое пособие для руководителей и спец. предп. – Новосибирск: Изд-во «Мадус», «БКУ», 1997. – 300 с.
44. Черкасов В.Н. Защита пожаро- и взрывоопасных зданий и сооружений от молнии и статического электричества. – 4-е изд. перер. и доп.– М.: Стройиздат. 1993. – 175 с.
45. Хван Т.А., Хван П.А. Основы безопасности жизнедеятельности. Серия «Сдаем экзамен». Р/на Д «Феникс», 2002.–256 с.
46. Эргономика и безопасность труда. /Под ред. К. П. Боброва - Голикова и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 301 с.
47. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для вузов / Под ред. Л. А. Муравья. – М: ЮНИТИ – ДАНА. – 2000. – 447 с.

Нормативная литература
(состояние на 01.01. 03 г.)

48. ГОСТ 14202 – 69. Сигнальная окраска трубопроводов.
49. ГОСТ 12. 0. 003 – 74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
50. ГОСТ 12. 0. 004 – 90 ССБТ. Обучение работающих безопасности труда.
51. ГОСТ 12. 0. 006 – 2002 ССБТ. Общие требования к управлению труда в организации.
52. ГОСТ 12. 1. 001 – 89 ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.
53. ГОСТ 12. 1. 003 – 83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
54. ГОСТ 12. 1.004 – 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01. 07. 92).
55. ГОСТ 12. 1.005 – 88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).
56. ГОСТ 12.1.006 – 84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля (до 01. 01. 96).
57. ГОСТ 12. 1. 007 – 76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
58. ГОСТ 12.1.008-78 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования
59. ГОСТ 12. 1. 010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
60. ГОСТ 12. 1. 011-78 ССБТ. Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний.
61. ГОСТ 12. 1. 012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
62. ГОСТ 12. 1. 019 -79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
63. ГОСТ 12. 1. 030 - 81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
64. ГОСТ 12. 1. 038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
65. ГОСТ 12. 1. 047-85 ССБТ. Вибрация. Метод контроля на рабочих местах и в жилых помещениях морских и речных судов.
66. ГОСТ 12. 2. 003 - 91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
67. ГОСТ 12. 2. 061 - 81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
68. ГОСТ 12. 2. 062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные

69. ГОСТ 12. 3. 009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
70. ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
71. ГОСТ 12. 4. 026-76. ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.
72. ГОСТ 12. 4. 125-83. ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.
73. ГОСТ 17. 2. 1. 03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения
74. ГОСТ 17. 4. 3. 04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения
75. ГОСТ Р 0.006-2002. ССБТ. Общие требования к управлению охраной труда в организации
76. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение
77. СНиП 2. 04. 05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование
78. СНиП 2. 11.04-85. Подземные хранилища нефти, нефтепродуктов и сжиженных газов
79. СНиП 2.06. 14-85. Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод
80. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с. 12.
81. СНиП П-12-77. Защита от шума. – 6 с.
82. СанПиН 2.1.4.559 –96. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. - М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996.
83. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
84. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. Госкомсанэпиднадзор, 1996.
85. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055 – 96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996.
86. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997.
87. СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 1997.

ТЕРМИНОЛОГИЯ

БАЛЛОН - сосуд, имеющий одну или две горловины с отверстием для ввертывания вентилей, штуцеров или пробок. Работает под давлением.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ (в условиях производства имеет и другое устаревшее название - охрана труда) - наука о нормированном, комфортном и безопасном взаимодействии человека со средой обитания. Охрана труда в специальной литературе, изданной до 1990 г., определялась как система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности людей в процессе труда.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА - состояние условий труда, при котором исключено воздействие на людей опасных и вредных производственных факторов.

ВРЕДНЫЙ ФАКТОР - негативный фактор, воздействие которого на человека приводит к снижению работоспособности, ухудшению самочувствия или заболеванию.

ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ - это повседневная деятельность и отдых, т.е. способ существования человека.

ЗОНА САНИТАРНО-ЗАЩИТНАЯ - территория вокруг источника ионизирующих излучений, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации может превысить установленный предел.

ИЗЛУЧЕНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕЕ (радиация) - поток частиц, обладающих энергией, достаточной для ионизации атомов, т.е. образования электрического заряда.

КАТАСТРОФА - крупная авария, сопровождающаяся гибелью или пропажей без вести людей.

КОНЦЕНТРАЦИЯ - весовое массовое количество вредного вещества в единице объема зараженного воздуха или воды, измеряется в миллиграммах на литр (мг/л) или миллиграммах на метр кубический (мг/м³). систематизация объективных данных о действительности.

ОБЛУЧЕНИЕ (радиационное воздействие) - воздействие излучения на объект.

ОПАСНОСТЬ - негативное свойство, способное причинять ущерб материк (как живой, так и неживой: людям, природной среде, материальным ценностям).

ОПАСНЫЙ ФАКТОР - негативный фактор, приводящий к травме или гибели живого организма.

ПОЖАРНАЯ И ВЗРЫВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ - это система организационных и технических средств, направленных на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов, ограничение их последствий.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СРЕДА - пространство, в котором совершается трудовая деятельность человека.

РАДИОАКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО - вещество, содержащее радионуклиды и являющееся источником излучения.

РАДИОАКТИВНОСТЬ - способность радионуклидов к РА распадам с испусканием ионизирующего излучения.

РАДИАЦИОННАЯ АВАРИЯ - потеря управления источником ионизирующих излучений из-за неисправности оборудования, неправильных действий персонала, стихийных бедствий или иных причин, которые приводят к облучению людей выше установленных норм или РА заражению окружающей среды.

РАДИОФОБИЯ - обычно необоснованное психическое состояние человека, вызванное страхом опасности облучения для его здоровья.

РИСК - количественная характеристика действий опасностей, формируемых конкретной деятельностью человека.

СОСУД работающий под давлением - герметически закрытая емкость, предназначенная для ведения химических и тепловых процессов, а также для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворимых газов и жидкостей под давлением.

СРЕДА ОБИТАНИЯ - окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

ТЕХНОСФЕРА - регион биосферы, преобразованный людьми в пространство, обеспечивающее их комфортное проживание (регион города, промышленная зона).

ТРАВМА - результат воздействия опасного фактора на человека с нанесением ему повреждения.

ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой жертвы, ущерб здоровью или окружающей

среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
1. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности.....	5
1.1. Общие положения	
1.2. Понятие риска	
1.3. Безопасность и принципы технической защиты человека	
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	
2. Правовые и нормативные основы охраны труда.....	18
2.1. Законодательство об охране труда	
2.2. Нормы, правила и инструкции по охране труда	
2.3. Надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда	
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	
3. Человеческий фактор в обеспечении производственной безопасности.....	30
3.1. Структурно-функциональная организация человеческого организма	
3.1.1. Антропометрическая характеристика человека	
3.1.2. Физиологическая характеристика человека	
3.1.3. Психологическая характеристика человека	
3.2. Виды трудовой деятельности человека.....	35
3.2.1. Физический труд	
3.2.2. Умственный труд	
3.2.3. Оценка интенсивности физического и умственного труда	
3.2.4. Основы профилактики труда	
3.2.5. Инженерная психология в проблеме безопасности	
3.2.6. Профессиональная пригодность человека	
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	
4. Обеспечение комфортных условий жизнедеятельности человека	44
4.1. Климатические факторы среды обитания	
4.1.1. Влияние на организм климатических факторов	
4.1.2. Гигиеническое нормирование воздействия показателей микроклимата на человека	
4.1.3. Способы и средства нормализации производственного микроклимата	
4.1.4. Средства индивидуальной защиты на рабочем месте при высоких и низких температурах воздуха	
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	
4.2. Вредные и опасные вещества.....	52

4.2.1. Классификации вредных веществ	
4.2.2. Характер действия вредных веществ на человека	
4.2.3. Оздоровление воздушной среды	
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	
4.3. Производственное освещение.....	59
4.3.1. Основные светотехнические характеристики	
4.3.2. Виды производственного освещения	
4.3.3. Нормирование освещенности	
4.3.4. Принципы расчета освещенности	
4.3.5. Осветительные приборы	
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	
4.4. Механические колебания.....	66
4.4.1. Основные физические характеристики шума, вибрации, ультра- и инфразвука	
4.4.2. Действие шума, ультра- и инфразвука, а также вибрации на организм человека	
4.4.3. Нормирование шума, вибрации	
4.4.4. Основные методы защиты от шума, вибрации, ультра- и инфразвука	
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	
4.5. Электромагнитные поля.....	75
4.5.1. Общие сведения	
4.5.2. Основные методы защиты от электромагнитных излучений	
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	
4.6. Ионизирующие излучения.....	76
4.6.1. Общие положения	
4.6.2. Защита от действия ионизирующих излучений	
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	
5. Опасности технических систем и защита от них.....	88
5.1. Основные требования безопасности к производственному оборудованию и взрывным работам	86
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	
5.2. Электрический ток.....	93
5.2.1. Действие электрического тока на организм человека	
5.2.2. Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током	
5.2.3. Защита человека от поражения электрическим током	
5.2.4. Оказание первой помощи от поражения электрическим током	
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	
5.3. Безопасность работы оборудования под давлением выше атмосферного.....	106
6. Пожаровзрывоопасность.....	110
6.1. Основные понятия	

6.2. Основные способы тушения пожаров
Вопросы для самоконтроля

7. Организация безопасной работы на персональных компьютерах и видеодисплейных терминалах..... 126

- 7.1. Негативное воздействие на человека персональных компьютеров
- 7.2. Гигиенические требования к ПЭВМ и ВДТ
- 7.3. Санитарно-гигиенические требования к помещениям для эксплуатации ПЭВМ и ВДТ
- 7.4. Организация и оборудование рабочих мест с ПЭВМ и ВДТ
- 7.5. Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ и ВДТ

Вопросы для самоконтроля

Литература	135
Терминология	138
Содержание	145

Нина Владимировна Крепша
Юрий Федорович Свиридов

Безопасность жизнедеятельности

Учебно-методическое пособие

Научный редактор
кандидат технических наук, доцент Ю.Ф. Свиридов

Редактор О.М. Васильева

Подписано к печати .10.2003.
Формат 60x84/16. Бумага ксероксная.
Плоская печать. Усл. печ. л. . Уч. – изд. л. .
Тираж 300 экз. Заказ . Цена свободная.
ИПФ ТПУ. Лицензия ЛТ №1 от 18.07.94.
Типография ТПУ. 634034, Томск, пр. Ленина, 30.