

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Омск
Издательство ОмГТУ
2013

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Омский государственный технический университет»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Учебное электронное издание
локального распространения*

Омск
Издательство ОмГТУ
2013

Электронный аналог печатного издания:
В. С. Сердюк, И. А. Игнатович, Е. Н. Кирья-
нова, Н. С. Кокоулина, Л. Г. Стишенко
Безопасность жизнедеятельности : кон-
спект лекций. – Омск : Изд-во ОмГТУ,
2007. – 160 с.

*Рекомендовано редакционно-издательским советом
Омского государственного технического университета*

Издательство ОмГТУ
644050, Омск, пр. Мира, 11
E-mail: info@omgtu.ru

© ОмГТУ, 2013

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КУРСА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»	7
1.1. Цель, задачи курса, объекты и предметы изучения	7
1.2. Опасность, риск, безопасность, чрезвычайные ситуации	8
1.3. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности ...	10
1.4. Опасные и вредные факторы среды обитания	11
1.4.1. Факторы производственной среды.....	11
1.4.2. Факторы бытовой (жилой) среды	12
2. ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ТРУДА, ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКА.....	13
2.1. Труд как высшая форма деятельности человека	13
2.2. Классификация трудовой деятельности.....	14
2.3. Энергетические затраты организма человека.....	16
2.4. Структурно-функциональные системы восприятия и компенсации организмом человека факторов среды обитания	18
2.5. Эргономические аспекты деятельности человека.....	22
3. Микроклимат производственных и непроизводственных помещений	24
3.1. Климат помещений, его параметры.....	24
3.2. Теплообмен организма человека со средой обитания	25
3.3. Гигиеническое нормирование параметров микроклимата производственных помещений.....	26
3.4. Системы обеспечения параметров микроклимата и состава воздуха	28
4. ВРЕДНЫЕ, ОТРАВЛЯЮЩИЕ И ЯДОВИТЫЕ ВЕЩЕСТВА (ВОЯВ)	28
4.1. Классификация ВОЯВ	29
4.2. Пути проникновения ВОЯВ в организм и механизм их действия	30
4.3. Основные источники химического загрязнения воздуха бытовой среды.....	31
4.4. Нормирование и контроль запыленности и загазованности воздушной среды.....	33
4.5. Вентиляционные системы как средство нормализации параметров воздушной среды.....	34
4.5.1. Классификация систем вентиляции	34
4.5.2. Оборудование вентиляционных систем	37
5. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ.....	39
5.1. Основные светотехнические величины	39

5.2.	Классификация систем освещения.....	41
5.3.	Нормирование освещения.....	43
6.	АКУСТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ	45
6.1.	Шум слышимого диапазона.....	45
6.2.	Ультразвук	50
6.3.	Инфразвук.....	52
6.4.	Методы и средства защиты от шумовых воздействий.....	52
7.	МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ.....	55
7.1.	Источники, параметры, действие вибрации.....	55
7.2.	Нормирование вибраций	58
7.3.	Методы и средства защиты от вибрационных нагрузок.....	58
8.	ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ	59
8.1.	Виды и источники электромагнитных полей.....	59
8.1.1.	Электростатические поля.....	61
8.1.2.	Электромагнитные поля промышленной частоты	62
8.1.3.	Электромагнитные поля радиочастот.....	63
8.2.	Средства защиты от электромагнитных излучений	65
8.3.	Магнитные поля мобильной связи	65
8.4.	Лазерные излучения.....	67
8.5.	Ультрафиолетовые излучения	68
9.	ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ	69
9.1.	Виды и источники ионизирующих излучений	69
9.2.	Критерии опасности ионизирующих излучений	71
9.3.	Воздействие ионизирующих излучений.....	72
9.4.	Защита от действия ионизирующих излучений	73
10.	ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	74
10.1.	Электробезопасность	74
10.1.1.	Действие электрического тока на организм человека	74
10.1.2.	Факторы, влияющие на степень поражения электрическим током.....	75
10.1.3.	Условия поражения электрическим током.....	77
10.1.4.	Профилактика электротравматизма.....	82
10.1.5.	Оказание первой помощи пострадавшему от электрического тока.....	86
10.2.	Безопасность эксплуатации установок, работающих под давлением.....	88
10.2.1.	Меры безопасности при эксплуатации паровых и водогрейных котлов	88
10.2.2.	Меры безопасности при эксплуатации сосудов и баллонов, работающих под давлением	90
10.3.	Безопасность производства погрузочно-разгрузочных и подъёмно-транспортных работ	92

11. МОЛНИЕЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	94
12. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	96
12.1. Чрезвычайные ситуации, их классификация.....	96
12.1.1. Чрезвычайные ситуации естественного происхождения	96
12.1.2. Чрезвычайные ситуации техногенного происхождения.....	107
12.2. Устойчивость работы объектов экономики в чрезвычайных ситуациях.....	125
12.3. Единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС	129
12.3.1. Структура РСЧС.....	129
12.3.2. Режимы функционирования РС.....	132
12.3.3. Подготовка населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций	133
12.4. Организация гражданской обороны (ГО).....	134
13. ПРАВОВЫЕ, НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЖД.....	138
13.1. Основные принципы государственной политики	138
13.2. Государственное управление охраной труда	139
13.2.1. Государственный контроль и надзор за соблюдением трудового законодательства и охраной труда	140
13.2.2. Органы государственного специализированного надзора	142
13.2.3. Государственная экспертиза условий труда.....	142
13.2.4. Организация общественного контроля.....	143
13.3. Система стандартов безопасности труда	144
13.4. Организация работ по охране труда на предприятии.....	146
13.4.1. Планирование и финансирование мероприятий по охране труда.....	147
13.4.2. Организация обучения и проведения инструктажей по охране труда	147
13.4.3. Аттестация рабочих мест по условиям труда	151
14. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ	152
14.1. Порядок расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве	153
14.2. Классификация причин производственного травматизма.....	154
14.3. Методы изучения причин производственного травматизма.....	154
14.4. Система обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве.....	156
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	158

Введение

Выход человечества в XXI век – это переход в период грандиозных социальных, технических и культурных перемен, называемый учеными глобальной революцией. На смену двум первым «волнам цивилизации» (аграрной и индустриальной) пришла третья волна, характеризующаяся достижениями мощных технологий, демократизацией общества, интеграцией человечества (информационной, экономической, культурной и т. п.), а также необходимостью обеспечения безопасности от жизнедеятельности человека.

Жизнедеятельность человека обусловила появление таких глобальных проблем, как угроза экологической катастрофы от техногенной деградации природной среды, угроза планетарной катастрофы от демографического взрыва и междоусобной борьбы народов, государств за ресурсы и за выживание с использованием мощного оружия.

Для выживания в сегодняшних условиях каждому человеку нужно ориентироваться в опасных ситуациях, уметь практически защитить себя, своих близких, своих подчиненных и сослуживцев.

Сможет ли человек обеспечить безопасность своей жизни от собственной жизнедеятельности? Сможет ли человек сознательно строить свою деятельность, при которой безопасность станет не только индивидуальной, но интегральной, комплексной? Ответ на эти вопросы будет положительным, если люди изменят свое сознание, свою психологию, свой менталитет. Человеческое общество должно перестать быть стихийным «обществом потребления», оно должно стать обществом, управляемым разумом, быть обществом «личностей безопасного типа». Человечество находится уже в такой стадии развития, что обеспечение его безопасности становится более важным, чем дальнейший прогресс.

В Законе РФ «О безопасности» понятие «безопасность» трактуется как состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз.

В настоящее время реально существуют следующие основные системы и направления обеспечения безопасности:

- личная и коллективная безопасность человека в процессе его жизнедеятельности;
- охрана природной среды;
- государственная безопасность;
- глобальная безопасность.

В рамках одного издания трудно охватить все эти направления. В силу этого в данный конспект лекций включены лишь теоретические основы курса «Безопасность жизнедеятельности», оценка действия вредных, опасных производственных факторов. В конспекте лекций также описаны средства защиты от них и вопросы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, правовые, нормативные и организационные принципы обеспечения безопасности человека в процессе его жизнедеятельности.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КУРСА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

1.1. Цель, задачи курса, объекты и предметы изучения

Безопасность жизнедеятельности – это область знаний, изучающая опасности, угрожающие человеку, закономерности их появления и способы защиты от них в любой среде обитания.

Для современного состояния БЖД как научной дисциплины характерно объединение таких наук, как охрана труда, охрана окружающей среды, гражданская оборона, эргономика, инженерная психология, гигиена труда, физиология, социология, акустика, теория надежности и др.

Как всякая наука, БЖД имеет свою цель, задачи, объект и предметы изучения, средства познания и принципы, используемые для решения практических и теоретических задач.

Цель курса «Безопасность жизнедеятельности» исходит из определения БЖД и представляет собой достижение социально приемлемого уровня безопасности человека в любой среде обитания.

Достижение сформулированной цели курса БЖД осуществляется путем решения трех задач.

1. Идентификация опасности.

Идентификация опасности – процесс распознавания образа опасности, установления возможных причин, пространственных и временных координат, вероятности проявления, величины и последствий опасности.

В целях адекватной идентификации опасности систему «человек – среда обитания» в процессе анализа подвергают декомпозиции на элементы, позволяющие однозначно определять опасности и их опасные сочетания (рис. 1.1). В условиях определенной деятельности эти элементы конкретизируются. Поэтому при проектировании деятельности необходимо с достаточной степенью детализации выделить элементы и, пользуясь соответствующим источником информации, найти их опасные свойства.

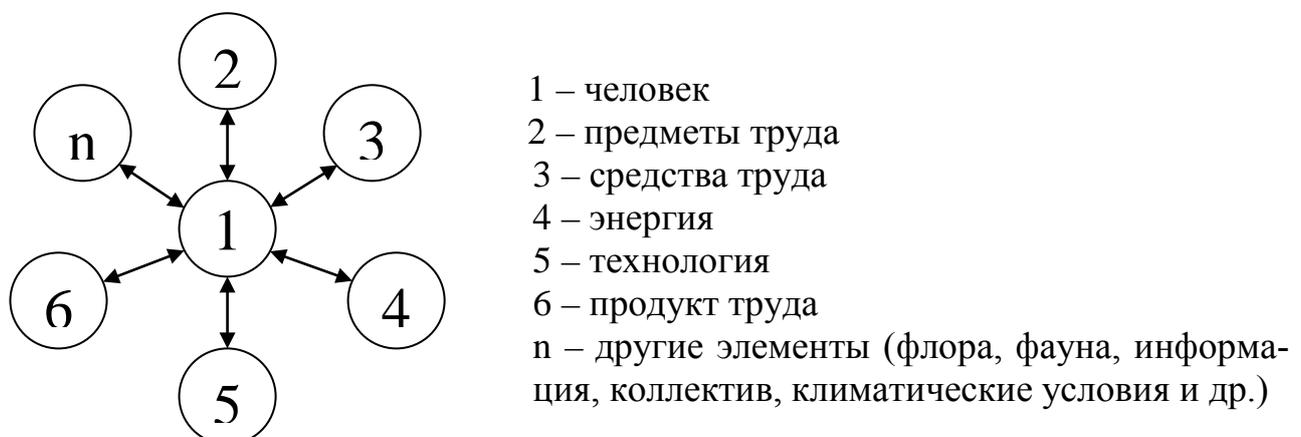


Рис. 1.1. Схематическое изображение элементов системы
«человек – среда обитания»

2. Защита от опасности (разработка средств и методов защиты).

3. Ликвидация потенциальных опасностей (предотвращение возможных ситуаций, при которых опасности могут проявиться).

Каждая из трех задач может быть и научной, и практической. К научной задаче относится получение новых, принципиально нестандартных знаний в виде закона, теоретического описания технологического процесса, математического описания явления и т. п. К практической задаче относится разработка конкретных практических мероприятий, обеспечивающих обитание человека без травм, аварий, при сохранении его здоровья и работоспособности. Задачи курса решаются при помощи соответствующих средств познания (теория, практика, лаборатория).

Объектом изучения БЖД является среда обитания человека. По происхождению (генезису) среда классифицируется на производственную и непроизводственную.

Предметами изучения БЖД являются: объективные закономерности возникновения опасных и вредных факторов в биосфере и техносфере; анатомо-физиологические способности человека переносить воздействия опасных и вредных факторов среды обитания в обычных и чрезвычайных ситуациях; средства формирования комфортных и безопасных условий жизнедеятельности и сохранения природной среды; правовые и организационные основы БЖД.

1.2. Опасность, риск, безопасность, чрезвычайные ситуации

Понятие опасности. У каждого человека свое, субъективное представление об опасностях и их возможных последствиях. Мы по-разному относимся к одной и той же опасности, а нередко не придаем ей должного значения и поступаем себе во вред. Так, более половины дорожных происшествий происходят по вине пешеходов.

Опасность – это такое воздействие, которое может причинить человеку боль, вызвать повреждение органов, стать причиной заболевания, травмы. Опасность может проявиться и в отдаленном временном периоде.

Опасности разделяются на природные и антропогенные.

Природные опасности: землетрясения, грозы, наводнения, сели, ураганы. Особый вид опасностей связан с флорой и фауной. Некоторые микро- и макроорганизмы могут вызывать опасные заболевания. Человек может быть источником опасности для других людей.

Антропологические опасности связаны с определенным видом деятельности человека, т. е. имеют свою «профессию». К ним относятся техногенные, химические, социальные и пр.

Опасности бывают *непосредственные и косвенные.*

Повышенная температура, влажность, скорость движения воздуха, чрезмерный шум и вибрация, электрический ток, ионизирующие излучения и т. п. действуют на живой организм непосредственно, вызывая те или иные ощущения.

Косвенные опасности воздействуют на человека не сразу, а через какой-то промежуток времени или через другие объекты и явления.

Опасности различают по величине, длительности действия, вероятности возникновения, наносимому ущербу.

Все опасности носят стохастический характер, т. е. они могут проявляться или не проявляться по отношению к человеку. Следовательно, возникает проблема определения допустимого (приемлемого) риска.

Риск – количественная оценка опасностей. Это отношение числа тех или иных неблагоприятных проявлений опасностей к их возможному числу за определенный период времени (год, месяц, час). При оценке риска могут приниматься во внимание различные категории последствий: смертельные травмы, тяжелые травмы, заболевания, материальный ущерб и т. п.

Пример 1. Ежегодно в условиях производства России погибает 8 тыс. человек. Общая численность работающих – 80 млн. человек. Риск гибели человека на производстве

$$R_{np}^{см} = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{80 \cdot 10^6} = 10^{-4}$$

Пример 2. Ежегодно в России вследствие несчастных случаев, аварий, стихийных бедствий и прочих происшествий погибает 300 тыс. человек. Общая численность населения 140 млн. человек. Риск гибели жителей страны

$$R_{стр}^{см} = \frac{300 \cdot 10^{-3}}{140 \cdot 10^6} = 21 \cdot 10^{-4}$$

Пример 3. Ежегодно в условиях производства России травмируется 400 тыс. человек. Общая численность работающих 80 млн. человек. Риск травмирования человека на производстве

$$R_{np}^{тп} = \frac{400 \cdot 10^{-3}}{80 \cdot 10^6} = 50 \cdot 10^{-4}$$

Имеются данные значений риска смерти человека для различных видов деятельности. По данным ВОЗ для группы стран (США, Швеция, Великобритания, Франция) среднее значение риска смерти мужчин составляет: от болезней – $1 \cdot 10^{-4}$, вследствие природных катастроф $0,1 \cdot 10^{-4}$, в результате несчастных случаев $9 \cdot 10^{-4}$. Сравнение значений уровней риска, их анализ позволяют делать заключения о состоянии безопасности того или иного вида деятельности с учетом экономических, технических и гуманистических соображений.

Безопасность – состояние деятельности, при котором с определенной вероятностью (риском) исключается реализация потенциальной опасности.

Чрезвычайная ситуация – это внешне неожиданная, внезапно возникающая обстановка, характеризующаяся резким нарушением установившегося процесса или явления и оказывающая значительное отрицательное воздействие на жизнедеятельность населения, функционирование экономики, на социальную сферу и окружающую среду.

Стихийные бедствия, промышленные аварии и катастрофы на транспорте, применение противником в случае войны различных видов оружия создают ситуации, опасные для жизни и здоровья значительных групп населения. Все эти бедствия принято объединять понятием *чрезвычайной ситуации* (ЧС). Каждая ЧС имеет свою физическую сущность, свои причины возникновения, движущие силы, особенности воздействия на человека и среду его обитания.

1.3. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности

Принципы обеспечения безопасности. Французский философ Гельвеций, живущий в XVIII веке, писал: «Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов» (Соч. «Об уме»).

Принципы (лат. Principium – начало, основа) обеспечения безопасности по признаку их реализации условно делятся на 4 класса: ориентирующие, технические, управленческие, организационные.

Ориентирующие принципы представляют собой основополагающие идеи, определяющие направление поиска безопасных решений и служащие методологической и информационной базой. К ним относятся принципы системности, деструкции, ликвидации и снижения опасности, информации, классификации, нормирования, замены оператора.

Технические принципы направлены на непосредственное предотвращение действия опасных факторов, они основаны на использовании физических законов. К ним относятся принципы защиты расстоянием, экранирования, прочности, слабого звена, недоступности, блокировки, герметизации, компрессии, вакуумирования, дублирования и пр.

Управленческими называют принципы, определяющие взаимосвязь и отношения между отдельными стадиями и этапами процесса обеспечения безопасности. К ним относятся принципы плановости, контроля, управления, обратной связи, эффективности, подбора кадров, ответственности, стимулирования.

Организационные принципы реализуют положения научной организации труда. К ним относятся принципы эргономичности, защиты временем, рациональной организации труда, компенсации, несовместимости и пр.

Принципы обеспечения безопасности образуют систему, в то же время каждый принцип обладает относительной самостоятельностью. В зависимости от конкретных условий одни и те же принципы реализуются по-разному.

Методы обеспечения безопасности. *Метод* – это путь, способ достижения цели, исходящей из знаний общих закономерностей. Обеспечение безопасности достигается тремя основными методами: Метод А стоит в пространственном или временном разделении гомо- и ноксосферы.

Гомосфера – пространство (рабочая зона), где находится человек в процессе рассматриваемой деятельности.

Ноксосфера – пространство, в котором постоянно существуют или периодически возникают опасности.

Метод А должен обеспечивать невозможность совмещения гомосферы и ноксосферы. Это достигается средствами дистанционного управления, автоматизации, роботизации, организации и др.

Метод Б состоит в нормализации ноксосферы путем исключения опасностей. Это совокупность мероприятий, защищающих человека от шума, газа, пыли, опасности травмирования и др.

Метод В включает приемы и средства, направленные на адаптацию человека к соответствующей среде и повышение его защищенности. Этот метод реализует возможности профотбора, обучения, психологического воздействия, средств индивидуальной защиты и др. В реальных условиях реализуется комбинация названных методов.

Средства обеспечения безопасности. Средства обеспечения безопасности делятся на средства коллективной (СКЗ) и индивидуальной защиты (СИЗ). Средства обеспечения безопасности – это конструктивное, организационное, материальное воплощение, конкретная реализация принципов и методов.

Принципы, методы, средства – это логические этапы обеспечения безопасности. Выбор их зависит от конкретных условий деятельности, уровня опасности, стоимости и других критериев.

1.4. Опасные и вредные факторы среды обитания

Опасные и вредные факторы, обусловленные деятельностью человека и продуктами его труда, называются *антропогенными*.

Основная часть жизнедеятельности человека проходит именно в условиях антропогенных систем, так или иначе связанных с общественным производством и потреблением. В настоящее время перечень реально действующих негативных факторов значителен и насчитывает более 100 видов.

1.4.1. Факторы производственной среды

Производственная среда характеризуется различными уровнями опасных и вредных производственных факторов, а также системой информации, приходящей извне (приказы, распоряжения, инструкции и пр.).

Опасным фактором называется такое воздействие на человека, которое в определенных условиях приводит к травмам или резкому ухудшению здоровья. Если же воздействие приводит к заболеванию или снижению работоспособности, то его называют *вредным фактором*.

Нет строгого деления факторов на опасные и вредные. При определенных условиях, в зависимости от длительности действия и интенсивности воздействия, тот или иной вредный фактор может стать опасным (например, шум, недостаточная освещенность и пр.).

По природе действия опасные и вредные производственные факторы подразделяются на группы (ГОСТ 12.0.003-74): физические, химические, биологические и психофизиологические факторы.

Физические факторы – это движущиеся машины и механизмы и их незащищенные подвижные части; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура рабочей зоны; повышенный уровень шума, инфразвука, ультразвука, вибрации, электромагнитного излучения, статическое электричество, повышенное напряжение электрической цепи, отклонение от нормы параметров освещения.

Химические факторы подразделяются:

– по характеру воздействия на организм человека (общетоксические, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию);

– по пути проникновения в организм (через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожный покров).

Биологические факторы – патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности.

Психофизиологические факторы подразделяются на физические и нервно-психические перегрузки. К физическим относятся статические, динамические перегрузки; к нервно-психическим – умственное перенапряжение; перенапряжение анализаторов; монотонность труда; эмоциональные перегрузки.

1.4.2. Факторы бытовой (жилой) среды

По определению ВОЗ понятие *жилища* не ограничивается стенами здания, оно выходит за его рамки и включает придомовую территорию, микрорайон, жилой район со всеми учреждениями обслуживания. Таким образом, внутри-жилищная и городская среды, тесно связанные и взаимозависимые, образуют систему «человек – жилая ячейка – здание – микрорайон – жилой район города», называемую бытовой (жилой) средой.

Бытовая (жилая) среда характеризуется:

– искусственностью, созданной деятельностью человека;

– расширенным числом потребностей людей (трудовая, общественная деятельность, учеба и самообразование, культурное развитие, развлечения, оздоровительный и спортивный отдых);

– созданием новых сооружений и коммуникаций, обеспечивающих удовлетворение настоящих и будущих потребностей людей;

– непрерывным динамизмом среды, ее изменчивостью, порождающей новые проблемы, позитивные и негативные факторы.

В быту нас сопровождает большая гамма негативных факторов: продукты сгорания природного газа, выбросы ТЭС, промышленных предприятий, автотранспорта, мусоросжигающих устройств; вода с избыточным содержанием вредных примесей; недоброкачественная пища; шум, ультразвук, вибрация, электромагнитное поле от синтетических материалов, бытовых приборов, телевизоров, дисплеев, ЛЭП, радиорелейных устройств; ионизирующее излучение в виде естественного фона, от медицинского обследования, от строительных ма-

териалов, приборов и предметов быта; медикаменты при избыточном и неправильном их применении; алкоголь, табачный дым, бактерии, аллергены и др.

По степени опасности факторы бытовой среды могут быть разделены на две основные группы:

- факторы, являющиеся действительными причинами заболеваний;
- факторы, являющиеся условиями развития заболеваний, вызываемых другими причинами.

В большинстве случаев факторы бытовой среды обладают малой интенсивностью. Они служат условиями для возникновения ряда заболеваний, и в этом их опасность.

Кроме того, неблагоприятные воздействия жилой среды на здоровье человека проявляются комплексно, для них характерен *синергизм* – усиление взаимного действия факторов на организм, что затрудняет оценку качества жилой среды.

Шумовое загрязнение среды обитания – это физическое загрязнение окружающей среды, адаптация к которому практически невозможна. В городах уровни промышленных и транспортных шумов возрастают за каждые 5-10 лет в среднем на 5-10 дБ. Большую опасность представляют инфразвуки, проникающие через самые толстые стены и вызывающие многие нервные болезни городских жителей.

Искусственные электромагнитные излучения во много раз превышают средние уровни естественных полей. Источниками ЭМП являются радиопередающие устройства, линии электропередач и другие устройства. ЭМП нарушают физические функции живого организма, они особенно опасны для эмбрионов.

Энергетический уровень естественных факторов практически стабилен, в то время как антропогенные факторы характеризуются непрерывным повышением своих энергетических показателей.

2. ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ТРУДА, ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКА

2.1. Труд как высшая форма деятельности человека

Деятельность – это целенаправленный процесс взаимодействия человека с природной и антропогенной средой, это свойство, отличающее человека от представителей животного мира.

Деятельность охватывает интеллектуальные, духовные и физические процессы, т. е. работу, отдых, быт, развлечения людей.

Труд – это целенаправленная деятельность, в процессе которой человек приспособливает предметы природы для удовлетворения своих потребностей, применяя изготовленные им самим орудия труда. В процессе труда расходуется физическая, умственная, нервная энергия человека.

Одной из особенностей любого вида деятельности, в том числе и труда, является то, что всякая деятельность *потенциально опасна* (аксиома о потенциальной опасности). Проявлением опасностей являются общие и профессиональные заболевания, снижение работоспособности, несчастные случаи, травмы.

Обеспечить безопасность человека необходимо как в производственных, так и в бытовых или любых других условиях его жизни и деятельности. Поэтому в дальнейшем, говоря о безопасности труда, будем иметь в виду безопасность в самом широком смысле слова.

2.2. Классификация трудовой деятельности

Характер и организация трудовой деятельности оказывают существенное влияние на изменение функционального состояния организма человека и определяются физическими перегрузками, статическими и динамическими, физически недостаточной двигательной активностью и нервно-психическими перегрузками.

Физический труд характеризуется в первую очередь повышенной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и его функциональные системы (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную и т.д.), обеспечивающие его деятельность. Физический труд, развивая мышечную систему и стимулируя обменные процессы, в то же время имеет ряд отрицательных последствий. Прежде всего, это социальная неэффективность физического труда, связанная с его низкой производительностью, необходимостью высокого напряжения физических сил и потребностью в длительном (до 50 % рабочего времени) отдыхе.

Умственный труд объединяет работы, связанные с приёмом и переработкой информации, требующие преимущественного напряжения сенсорного аппарата, внимания, памяти, а также активации процессов мышления. Для данного вида труда характерна **гипокинезия**, т.е. значительное снижение двигательной активности человека, приводящее к ухудшению реактивности организма и повышению эмоционального напряжения. Гипокинезия является одним из условий формирования СС патологии у лиц, связанных с умственной деятельностью. Длительная умственная нагрузка оказывает угнетающее влияние на психическую деятельность: ухудшаются функции внимания (объём, концентрация, переключение), памяти (кратковременной и долговременной), восприятия (появляется большое количество ошибок).

Умственная работа включает мыслительный и эмоциональный компоненты.

Различие трудовых процессов при их осуществлении проявляется лишь в преобладании деятельности мышечной или ЦНС.

Различают следующие формы трудовых процессов.

Труд, характеризующийся значительным мышечным напряжением (землекоп, грузчик, кузнец). Энергозатраты рабочих этих профессий достигают 4000-6000 ккал в сутки (16760- 25140 кДж).

Различают три вида мышечной работы:

– *динамическую положительную*, при которой производится перемещение груза в направлении, противоположном действию силы тяжести (подъем груза), или перемещение по горизонтали;

– *динамическую отрицательную*, когда движение производится в направлении силы тяжести (опускание груза);

– *статическую*, при которой перемещение груза не производится, а мышечное усилие направлено на поддержание его или обеспечение связанного с работой положения тела.

Механизированные производственные процессы (в основном станочники). Особенностью механизированных форм труда являются изменение характера мышечных нагрузок и усложнение программы действий. В условиях механизированного производства наблюдается уменьшение мышечной деятельности, в работу вовлекаются мелкие мышцы дистальных отделов конечностей, которые должны обеспечить скорость и точность движений, необходимых для управления механизмами.

Однообразие простых и большей частью локальных действий, однообразие и малый объем воспринимаемой в процессе труда информации приводят к монотонности труда. При этом снижается возбудимость анализаторов, рассеивается внимание, снижается скорость реакции и быстро наступает утомление.

Полуавтоматические и автоматические производственные процессы. Роль человека ограничивается при автоматическом производстве обслуживанием станка: подать материал для обработки, пустить в ход механизм, извлечь обработанную деталь.

При автоматическом процессе участие человека сводится к управлению механизмами, что требует высокой квалификации. Длительный период «оперативного покоя» в ожидании сигнала к действию может привести к парабактериальному торможению в нервных центрах.

Характерные черты этого вида работ – монотонность, повышенный темп работы, утрата творческого начала.

Конвейерные формы труда определяются дроблением процесса труда на операции, характеризующиеся заданным ритмом, строгой последовательностью выполнения операций, автоматической подачей деталей к каждому рабочему месту. Требуют синхронизированной в соответствии с темпом конвейера работы её участников. Чем меньше интервал между одинаковыми операциями, тем монотоннее работа, тем проще её содержание, что приводит к преждевременной усталости и быстрому нервному истощению.

Труд с дистанционным управлением. Различают два вида: управление, требующее частых активных действий работающего, и управление, связанное с редкими действиями. В первом случае функциональное состояние человека характеризуется напряжением внимания, часто прерываемым активными двигательными или двигательноречевыми действиями; во втором случае работающий находится в состоянии готовности к действию, его реакции немногочисленны.

Интеллектуальные формы труда (операторский, управленческий, педагогических и медицинских работников, студентов и учащихся, творческий).

Работа **оператора** отличается большой ответственностью и высоким нервно-эмоциональным напряжением. Так, например, труд авиадиспетчера характеризуется переработкой большого объема информации за короткое время.

Труд **руководителей** учреждений и предприятий (управленческий труд) характеризуется чрезмерным ростом объема информации, возрастанием дефицита времени для её переработки, повышенной личной ответственностью за принятое решение, периодическим возникновением конфликтных ситуаций.

Труд **преподавателей и медицинских работников** отличается постоянными контактами с людьми, повышенной ответственностью, часто дефицитом времени и информации для принятия правильного решения, что обуславливает высокую степень нервно-эмоционального напряжения.

Труд **учащихся и студентов** характеризуется напряжением основных психических функций, таких как память, внимание, восприятие, наличием стрессовых ситуаций (экзамены, зачеты).

Наиболее сложная форма трудовой деятельности, требующая значительно-го объема памяти, внимания, это **творческий труд**. Труд научных работников, конструкторов, писателей, композиторов, художников, архитекторов приводит к значительному повышению степени нервно-эмоционального напряжения. При этом можно наблюдать тахикардию, повышение кровяного давления, изменение ЭКГ, увеличение лёгочной вентиляции и потребления кислорода, повышение температуры тела и другие сдвиги со стороны вегетативных функций.

2.3. Энергетические затраты организма человека

Энергозатраты человека в процессе жизнедеятельности зависят от интенсивности мышечной работы, информационной насыщенности труда, степени эмоционального напряжения и других условий (температуры, относительной влажности и т.д.). Так как энергозатраты характеризуются окислительными процессами, уровень энергозатрат определяют методом прямой калориметрии, т.е. полного газового анализа (учитывается объем потребления кислорода и выделенного углекислого газа). С увеличением тяжести труда значительно возрастают потребление кислорода и количество расходуемой энергии.

Количество кислорода, потребляемого человеком натошак в состоянии мышечного покоя, является показателем обмена, необходимого для поддержания жизненно важных функций организма в покое, т.е. основного обмена.

Основной обмен характеризуется потреблением кислорода 200-250 мл/мин с энергетической затратой около 4,2-5 кДж/мин. На основной обмен оказывают влияние многие факторы: возраст, вес, пол, состав пищи, климатические условия и др.

За норму энергетического основного обмена взрослого человека принято 4,19 кДж на 1 кг массы в час.

Потребность организма в кислороде тем больше, чем напряженнее работа; он необходим для окисления продуктов распада углеводов и жиров и для поддержания других биохимических процессов.

Количество кислорода, необходимое для полного окисления продуктов распада, называется **кислородным запросом**. Количество кислорода, которое человек может получить в силу особенностей системы дыхания и кровообращения, называется **кислородным потолком**. У нетренированных людей он составляет 3 л/мин, а у тренированных может достигать 4-5 л/мин. Разность между кислородным запросом и кислородным потолком называется **кислородным долгом**.

Энергетические затраты при динамической отрицательной работе составляют 50 % от энергозатрат при динамической положительной (при этом перемещение груза по горизонтали в 9-15 раз легче, чем его подъем).

При динамической положительной работе начало работы характеризуется неполным удовлетворением кислородного запроса вследствие инерционности сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Это приводит к возникновению кислородного долга, который погашается после работы в период восстановления. При тяжелой работе восстановительный период может быть значительным – от 30 мин до 50 % рабочего времени.

При статической работе потребление кислорода значительно меньше, чем кислородный запрос. В период, непосредственно следующий за работой, потребление кислорода резко возрастает, а затем падает. Потребление кислорода редко превышает 1 л/мин, но утомление наступает очень быстро, что связано с изменениями в ЦНС.

Суточные затраты энергии для работников умственного труда составляют 10,5-11,7 МДж; для работников механизированного труда и сферы обслуживания – 11,3-12,5 МДж; для работников, выполняющих работу средней тяжести (станочники, шахтеры, хирурги, литейщики, сельскохозяйственные рабочие), – 12,5-15,5 МДж; для работников, выполняющих тяжелую физическую работу (металлурги, лесорубы, грузчики), – 16,3-18,0 МДж.

Затраты энергии меняются в зависимости от рабочей позы. При рабочей позе «сидя», затраты энергии превышают на 5-10 % уровень основного обмена; при рабочей позе «стоя» – на 10-25 %; при вынужденной неудобной позе – на 40-50 %.

При интенсивной интеллектуальной работе потребность мозга в энергии составляет 15-20 % от общего обмена в организме, в то время как масса мозга составляет 2 % от массы тела.

Повышение суммарных энергетических затрат при умственной работе определяется степенью нервно-эмоциональной напряженности. Так, при чтении вслух «сидя» расход энергии повышается на 48 %, при выступлении с публичной лекцией – на 94 %, у операторов вычислительных машин – на 60-100 %.

Уровень энергозатрат может служить критерием тяжести и напряженности выполняемой работы, имеющим важное значение для оптимизации труда и его рациональной организации.

Тяжесть и напряженность труда характеризуются степенью функционального напряжения организма. Оно может быть энергетическим, зависящим от мощности работы – при физическом труде, и эмоциональным – при умственном труде, когда имеет место информационная нагрузка.

Физическая тяжесть труда – это нагрузка на организм при труде, требующая преимущественно мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения.

Уровни факторов тяжести труда выражены в эргономических величинах, характеризующих сам трудовой процесс, независимо от индивидуальных особенностей человека, участвующего в этом трудовом процессе.

Напряженность труда – это характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на ЦНС, т.е. определяется нервным, психоэмоциональным напряжением, длительностью и интенсивностью интеллектуальной нагрузки.

Напряженность труда является одним из психофизиологических факторов профессионального отбора и характеризуется эмоциональной нагрузкой на организм при труде, требующем интенсивной работы мозга по получению и переработке информации. Кроме того, при оценке степени напряженности учитывают эргономические показатели.

2.4. Структурно-функциональные системы восприятия и компенсации организмом человека факторов среды обитания

За миллионы лет в ходе эволюционного и социального развития у человека выработалась надежная естественная система защиты от различных опасностей, основу которой составляет нервная система (центральная и периферическая). Центральная нервная система, головной и спинной мозг представляют собой обширное скопление нервных клеток.

Периферическую нервную систему образуют особые волокна – нервы, которые пронизывают все органы. С нервными волокнами связаны так называемые *анализаторы* чувств – аппараты, воспринимающие сигналы из внешнего мира и из внутренней среды организма. Анализаторы превращают энергию раздражителей в нервные импульсы, которые со скоростью 120 м/с поступают по нервам в центральную нервную систему. Здесь происходит распознавание нервных импульсов и выработка приказов для исполнительных органов – мышц и желез, которые совершают действия, соответствующие поступившим сигналам. Таким образом, нервная система обеспечивает реакцию организма на раздражители, приводит его в равновесие с окружающей средой посредством рефлекторной деятельности.

Рефлекс – ответная реакция организма, осуществляемая с помощью нервной системы. Благодаря рефлекторной деятельности нервной системы организм человека защищен от опасностей, не превосходящих возможности организма.

Безусловные рефлексы – это врожденные, наследственно передающиеся реакции организма. Они являются видовыми и постоянными. Безусловные реф-

лекссы осуществляются на уровне спинного мозга и мозгового ствола, в подкорковых ядрах. Инстинкты – сложные безусловные рефлекссы.

Условные рефлекссы – реакции, приобретенные организмом в процессе индивидуального развития на основании «жизненного опыта». Они индивидуальны, непостоянны. Условные рефлекссы являются функцией коры большого мозга.

Вся совокупность безусловных и образованных на их основе условных рефлекссов разделяется на пищевые, обонятельные, половые, статокинетические, локомоторные, ориентировочные, поддерживающие гомеостаз и др.

Многочисленными экспериментами доказано, что в организме нет органа, деятельность которого не могла бы измениться в результате образования условного рефлексса. Любая функция организма может быть усилена или заторможена под влиянием условно рефлекссорных воздействий.

Условные рефлекссы имеют огромное приспособительное значение, они имеют сигнальный характер, то есть предупреждают об опасности.

Анализаторы – нервные приборы, посредством которых человек осуществляет анализ раздражителей. Анализаторы состоят из рецепторов, воспринимающих раздражения, проводящих нервных путей и центров в коре больших полушарий головного мозга.

Кожный анализатор. *Кожа* – сложный орган, выполняющий множество защитно-оборонительных функций. Она защищает кровь от проникновения в нее химических веществ, предотвращая отравление организма; выполняет роль регулятора температуры тела, охраняя организм от перегрева и переохлаждения.

В 1922 г. английский микробиолог Флеминг открыл вещество *лизоцим*, выделяемое кожей и слизистыми оболочками, которое убивает микробы. Особенно активен лизоцим, выделяющийся из слез. Кожа имеет высокое электрическое сопротивление (до 100000 Ом) и является первым защитным барьером при электропоражениях.

Кожа пронизана неравномерно расположенными рецепторами, воспринимающими боль, давление, прикосновение, тепло и холод (тактильные, температурные и болевые анализаторы).

Температура кожи несколько ниже температуры тела и различна для отдельных его участков (лоб – 34-35 °С, лицо – 20-25 °С, живот – 34 °С, стопы ног – 25-27 °С).

В коже человека находятся два вида анализаторов температуры: одни реагируют на холод, другие – только на тепло. Всего на коже около 30 тыс. тепловых точек и 250 тыс. точек холода. Постоянство температуры тела осуществляет механизм терморегуляции (телопродукции и теплоотдачи). Процессы терморегуляции управляются нервной системой. Под действием холода импульс идет в центр нагревания, а под действием тепла возбуждается центр охлаждения. При внутренней температуре тела 25-28 °С наступает смерть в результате паралича дыхания. При температуре более 43 °С возникает тепловой удар, смерть наступает от недостатка периферийного кровообращения.

Через кожу воспринимается вибрация. Интенсивная вибрация при продолжительном действии приводит к тяжелому заболеванию – виброболезни. Однако незначительная по величине и длительности вибрация может быть полезной (уменьшает утомляемость, повышает обмен веществ, увеличивает мышечную силу). Вибрация ощущается в диапазоне частот от 1 до 10000 Гц. Пороги вибрационной чувствительности неодинаковы для различных участков тела. Наиболее чувствительны кисти рук.

Слуховой анализатор выполняет две функции – восприятие звуков и сохранение равновесия тела. По своему строению ухо делится на три части: *наружное, среднее, внутреннее*.

Наружное ухо состоит из ушной раковины и слухового прохода длиной 2,7 мм. Слуховой проход наглухо закрыт барабанной перепонкой толщиной 0,1 мм, которая под воздействием внешнего звукового давления деформируется. За барабанной перепонкой расположено среднее ухо, заполненное воздухом. Специальным каналом оно соединено с носоглоткой. В среднем ухе имеются три маленькие косточки – молоточек, наковальня и стремечко. Выход из среднего уха закрыт перепонками, за которыми расположено внутреннее ухо.

Внутреннее ухо заполнено особой жидкостью и имеет два органа – орган слуха и вестибулярный аппарат.

Орган слуха, или кортиев орган, представляет собой сложное строение; в нем имеется 23 тыс. клеток-анализаторов, в которых звуковые волны превращаются в нервные импульсы, идущие в мозг.

Человеческое ухо воспринимает звуки частотой от 20 Гц до 20 кГц. С возрастом верхний предел колебаний, воспринимаемый человеком, снижается.

Вестибулярный аппарат – орган, обеспечивающий сохранение равновесия, которое является определяющим при профотборе для таких профессий, как летчики, космонавты, моряки.

Зрительный анализатор. Зрение – сложный биологический процесс. Орган зрения – глаз обладает исключительно высокой чувствительностью. Воспринимаемый зрительными анализаторами свет преобразуется в импульс, который по зрительному нерву передается в мозг, где возникает зрительный образ. Сетчатка глаза воспринимает излучения с длиной волн от 380 (фиолетовый цвет) до 760 (красный цвет) нанометров ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$).

Глаз обладает *адаптацией*, т. е. способностью приспосабливаться к изменяющимся условиям. Приспособление к большей освещенности идет быстро (от 1 до 8 мин), а к плохой освещенности – медленнее (от 40 до 80 мин). Зрение характеризуется остротой. Острота зависит от освещенности, контрастности объекта различия с фоном, от самого фона.

Светочувствительные клетки (анализаторы) глаза по форме похожи на маленькие палочки и колбочки. Благодаря палочкам человек видит ночью, но зрение его бесцветно. Наоборот, днем главная роль – у колбочек, зрение – цветное. Отклонения от нормального восприятия цвета у людей проявляются в виде цветовой слепоты, дальтонизма, «куриной слепоты». «Куриная слепота» – это на-

рушение нормальной деятельности палочек: днем зрение нормальное, вечером оно теряется.

При цветовой слепоте все цвета воспринимаются как серые.

Дальтонизм – частный случай световой слепоты (не различаются красный и зеленый цвет, иногда желтый, фиолетовый). Примерно 5 % мужчин и 0,5 % женщин – дальтоники.

В различных видах деятельности человека цвета используются как средство обеспечения безопасности.

Двигательный анализатор. В мышцах человека имеются специальные рецепторы – проприоцепторы. Они посылают сигналы в мозг, а в ответ мозг направляет к проприоцепторам импульсы, координирующие работу мышц, заставляющие их сокращаться.

Мышечное чувство действует постоянно, благодаря этому человек принимает удобную или нужную ему позу.

От удобного положения тела человека зависит его работоспособность, а иногда и безопасность.

При конструировании органов управления машинами и механизмами, а также различных защитных устройств необходимо учитывать возможности двигательного аппарата человека. Сила сокращения мышц колеблется в широких пределах. Сила сжатия, в среднем, составляет для правой руки 500 Н, для левой – 450 Н. За счет тренировок эти показатели могут быть увеличены вдвое и более.

Вкус и обоняние. В физиологии и психологии принята четырехкомпонентная теория вкуса, согласно которой вкус имеет четыре вида: сладкий, соленый, кислый, горький. Все остальные вкусовые ощущения – комбинации основных видов.

Вкус воспринимается вкусовыми луковицами – микроскопическими образованиями в слизистой оболочке языка. Таких луковиц во рту несколько тысяч. Каждая луковица состоит из 10-15 вкусовых клеток с ворсинками, воспринимающими вкус и посылающими сигналы в мозг.

Запах может служить сигналом, предупреждающим об опасности. Всем известно, как опасны некоторые газы. Для распознавания газов, не имеющих запаха, к ним добавляют специальные сильно пахнущие вещества – одоранты.

Приборов для измерения силы запаха нет. Человек имеет около 60 млн. обонятельных клеток, они располагаются в слизистой оболочке носовых раковин. Площадь их соприкосновения с пахнущими веществами приблизительно 57 м². От обонятельных клеток отходят нервные волокна, посылающие сигналы о запахах в мозг. Опасные для жизни и здоровья человека запахи вызывают рефлекторное замедление или кратковременную задержку дыхания. Приятные запахи вызывают нюхательные движения.

Внутренние анализаторы получают информацию от всех внутренних органов, где под влиянием внешних условий возникают определенные ощущения, порождающие сигналы. Эти сигналы являются необходимым условием регуляции деятельности внутренних органов.

Вегетативная система, управляющая внутренними органами, обеспечивает относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость физиологических функций организма. В физиологии это называется гомеостазом (одинаковое состояние).

В реальных условиях на каждый анализатор человека действуют несколько раздражителей, оказывающих влияние на всю систему анализаторов. Так, сильный шум изменяет чувствительность зрения. Чувствительность зрительного аппарата снижается под действием некоторых запахов, температуры, вибрации.

Поэтому при разработке оптимальных условий жизнедеятельности человека надо учитывать не только возможности отдельных анализаторов, но и всю систему действующих на них раздражителей.

В вопросах защиты от опасностей большое значение имеет время реакции организма на раздражители. Это так называемый *латентный период*, т. е. время от начала воздействия раздражителя до появления ощущения. Для различных анализаторов это время неодинаково (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Латентный период для различных анализаторов

Анализатор	Раздражитель	Время реакции, с
Болевой	Укол	0,13-0,89
Вестибулярный	Вращение	0,4-0,6
Вкусовой	Горький	1,08
	Кислый	0,54
	Сладкий	0,45
	Соленый	0,31
Зрительный	Свет	0,15-0,22
Звуковой	Звук	0,12-0,18
Температурный	Тепло, холод	0,28-1,6
Тактильный	Прикосновение	0,090,22

2.5. Эргономические аспекты деятельности человека

Эргономика – наука об отношениях между человеком, производственной средой и средствами производства.

Эргономика изучает функциональные возможности человека в процессе деятельности с целью создания условий, которые делают деятельность эффективной и обеспечивают комфорт для человека. То есть речь идет об определенных совместимостях характеристик человека и среды, в которой он находится.

Эргономика рассматривает человека в системе «человек – машина – среда» (ЧМС) как ведущее звено. Специалисты в области эргономики выделяют пять видов совместимостей, обеспечение которых гарантирует успешное функционирование системы: информационная, биофизическая, энергетическая, пространственно-антропометрическая и технико-эстетическая.

Информационная совместимость содержит требование соответствия информационной модели машины психофизиологическим возможностям челове-

ка. Информационная модель машины включает в себя средства отображения информации (показания приборов, экранов, звуковые сигналы и т. д.) и сенсорные устройства (рычаги управления, кнопки, выключатели и т. п.).

Биофизическая совместимость подразумевает создание такой среды, которая обеспечивает приемлемую работоспособность и нормальное физиологическое состояние человека. Решение этой задачи предусматривает защиту человека от опасных и вредных факторов.

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

Пространственно-антропометрическая совместимость предполагает учет размеров тела человека, положения (позы) в процессе работы. При решении этой задачи определяют объем рабочего места, зоны досягаемости и пр.

Технико-эстетическая совместимость заключается в обеспечении удовлетворенности человека от общения с машиной, с прибором, с инструментом, со средой обитания. Для решения этой задачи привлекаются художники-конструкторы, дизайнеры.

Рабочее место – это зона трудовой деятельности человека в системе «человек – машина – среда», оснащенная техническими средствами и вспомогательным оборудованием, необходимым для осуществления технологических функций.

На рабочем месте различают следующие виды пространств:

– *зона досягаемости*, т. е. та часть пространства, которая ограничена крайними точками вытянутых верхних или нижних конечностей при неизменном положении тела. Размер этого пространства зависит от антропометрических данных человека;

– *зона легкой досягаемости* является частью досягаемой зоны, где конечности могут выполнять физиологически естественные рабочие движения в устойчивой рабочей позе;

– *зона оптимальной досягаемости*, под которой понимается та часть функциональной зоны, в которой конечности способны длительное время совершать естественные рабочие движения с оптимальным эффектом и с наименьшим утомлением и напряжением.

При разработке рабочего места следует исключить или свести к минимуму неудобные или неправильные с точки зрения физиологии положения тела, такие как:

- неподвижное положение стоя;
- постоянное или часто повторяющееся наклонное положение с углом наклона спины 15° ;
- наклонное положение с поворотом корпуса тела или положение полусидя;
- часто повторяемое положение с опорой на одну ногу;
- вытянутые вперед или разведенные в сторону руки в течение продолжительного времени.

Наиболее целесообразной позой является работа сидя, но и в этих случаях возможны различные варианты обеспечения оптимального положения (рис. 2.1).

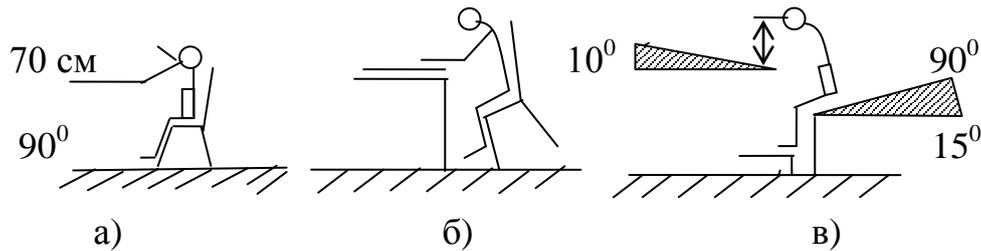


Рис. 2.1. Поза работы сидя: а) такова обычная конструкция сидения, но так люди не сидят, они наклоняются вперед; б) так делают дети, неосознанно стремясь к более удобной позе; в) это удобно, выигрыш в выработке при удобных стульях – до 40 мин рабочего времени в день

Для выполнения работы в положении сидя рабочее место организуется по ГОСТ 12.2.032-78, а в положении стоя – по ГОСТ 12.2.033-78.

3. МИКРОКЛИМАТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И НЕПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

3.1. Климат помещений, его параметры

Большую часть своей жизни человек проводит в помещении: дома, на работе, в транспорте. Его здоровье, самочувствие, работоспособность в значительной мере определяются состоянием теплового комфорта помещения. Требования теплового комфорта являются определяющими при выборе ограждающих конструкций зданий, систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха.

Микроклимат помещений – это климат внутренней среды, определяемый действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Повышенная *температура* воздуха способствует быстрому утомлению работающих, снижению скорости реакций. Низкая температура может привести к простудным заболеваниям. Общее переохлаждение организма приводит к снижению уровня обмена веществ, недостатку снабжения тканей кислородом, отморожению.

Для защиты от переохлаждений открытые участки тела (уши, кисти рук, лицо) снабжены разветвленной сетью артерий и вен, по которым могут протекать большие массы теплой крови. При резком охлаждении частей тела со стороны ЦНС подается команда на усиление кровенаполнения на переохлажденных местах.

Движение воздуха в среде обитания при низких температурах и, особенно, при повышенной влажности оказывает существенное влияние на процесс терморегуляции организма, приводит к охлаждениям, к простудным заболеваниям.

Человек воспринимает движение воздуха при скорости около 0,25 м/с; скорость движения воздуха менее 0,1 м/с ощущается человеком как застой.

В случае, когда физическая терморегуляция исчерпывает свои возможности, включается механизм химической терморегуляции, проявляющейся в виде неприятных мышечных сокращений (дрожание). Таким образом подается команда мышцам на увеличение теплообразования.

При высоких температурах повышение скорости движения воздуха оказывает благоприятное действие, способствуя быстрейшему отводу тепла и влаги конвективным путем.

При оценке влажности используется *относительная величина*, выраженная в процентах, т. е. отношение содержания водяных паров в единице объема данного воздуха к содержанию паров в условиях полного насыщения воздуха при данной температуре.

Влажность ϕ (%) оказывает особенное влияние на организм человека в сочетании с температурой. При повышенной влажности происходит интенсивный процесс перегрева организма за счет сокращения отвода тепла от организма потовыделением (испарением).

Пониженная влажность при высоких температурах способствует отводу тепла потовыделением, поэтому жара легче переносится в тех местах, где воздух более сухой. Повышенная влажность и пониженная температура оказывают значительное охлаждающее действие.

Физиологические наблюдения за организмом позволили определить «эффективные» и «эффективно эквивалентные» температуры, характеризующие совокупное воздействие температуры, влажности, скорости движения воздуха на организм людей.

3.2. Теплообмен организма человека со средой обитания

Теплообмен – это совокупность процессов теплообразования (телопродукции) и теплопотерь (теплоотдачи) человеческого тела.

В комфортных условиях теплоотдача равна теплообразованию, а температура тела сохраняется постоянной без напряжения теплорегуляционной системы.

Теплопродукция человеческого тела, в основном, зависит от рода деятельности, в некоторой степени связана с возрастом и полом человека, но с технической точки зрения неуправляема. В организме человека протекают метаболические процессы, в ходе которых энергия освобождается в виде тепла и полезной работы мышц. Величину производимой энергии определяют по количеству потребляемого кислорода.

Метаболизм (обмен веществ) – это совокупность процессов, связанных с поглощением, хранением и выделением продуктов жизнедеятельности организма.

Передача тепла во внешнюю среду с поверхности тела происходит путем *конвекции, теплового излучения, теплопроводности, испарения*.

Конвекция – это процесс непосредственной отдачи тепла открытыми поверхностями тела воздуху окружающей зоны. Понижение температуры и подвижность воздуха ускоряют процесс конвекции.

Тепловое излучение – это отдача тепла от поверхности тела в направлении поверхностей, имеющих более низкую температуру.

Теплопроводность – это отдача тепла при соприкосновении поверхности тела с охлажденными или нагретыми частями оборудования.

Испарение – основной путь отдачи тепла организмом при повышенной температуре, особенно в тех случаях, когда температура тела человека близка температуре окружающей среды. Это отвод из организма ненужного ему тепла. При потовыделении вместе с водой из организма удаляются соли, витамины, сгущается кровь, повышается количество гемоглобина, содержание сахара и кальция, понижается кислотность желудочного сока, усиливается расход углеводов и распад белков. Обильное потовыделение может привести к нарушению водного и солевого баланса в организме.

Теплоотдача человеческого тела в большей степени зависит от одежды, а также от *совместного* влияния температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха, среды обитания.

3.3. Гигиеническое нормирование параметров микроклимата производственных помещений

Нормирование параметров микроклимата производственных помещений осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» в зависимости от периода года, от категории тяжести выполняемой работы.

Различают два *периода года*: холодный со среднесуточной температурой наружного воздуха ниже $+10^{\circ}\text{C}$; теплый – с температурой, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и выше.

Категории работ в зависимости от интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт) подразделяются на легкие работы (категории Ia и Ib), работы средней тяжести (категории Pa и Pb) и тяжелые работы (категория П).

К категории Ia относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и т. п.).

К категории Ib относятся работы с интенсивностью энергозатрат 140-174 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т. п.).

К категории Pa относятся работы с интенсивностью энергозатрат 175-232 Вт, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физическо-

го напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т. п.).

К категории IIb относятся работы с интенсивностью энергозатрат 233-290 Вт, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и т. п.).

К категории III относятся работы с уровнем энергозатрат более 290 Вт, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.).

Нормирование параметров микроклимата осуществляется для оптимальных и допустимых метеорологических условий.

Оптимальные микроклиматические условия определяются сочетанием параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения терморегуляции. Они создают ощущение теплового комфорта.

Допустимые микроклиматические условия определяются сочетанием параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать переходящие и быстро нормализующиеся изменения функционального и теплового состояния организма и напряжение реакций терморегуляции, не выходящие за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение здоровья, понижение работоспособности.

Контроль состояния воздушной среды. Для оценки состояния воздушной среды производственных помещений производится количественный анализ каждого из ее параметров и сравнивается с нормируемыми значениями.

Измерение температуры воздуха производится ртутным или спиртовым термометром. Для текущей записи температуры воздуха используется термограф.

Определение влажности воздуха производится по показаниям стационарного или аспирационного психрометра.

Скорость движения воздуха измеряется механическими анемометрами (крыльчатými и чашечными) и термоанемометрами. В настоящее время стали применяться цифровые анемометры с диапазоном измерения скорости воздушного потока 0,3÷5,0 м/с или 1,0÷20,0 м/с.

Интенсивность теплового излучения измеряется актинометрами.

3.4. Системы обеспечения параметров микроклимата и состава воздуха

Для обеспечения требуемых параметров микроклимата в помещениях используются системы вентиляции и кондиционирования воздуха, а также различные отопительные устройства.

Вентиляция помещений достигается удалением из них нагретого или загрязненного воздуха и подачей чистого наружного воздуха.

Кондиционированием воздуха называется создание и автоматическое поддержание в помещениях независимо от внешних метеорологических условий постоянных или изменяющихся по определенной программе температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, сочетание которых создает комфортные условия для человека. Кондиционеры подразделяются на центральные и местные, автономные и неавтономные.

Известно, что в атмосферном воздухе присутствуют ионы кислорода, количество которых резко возрастает после гроз, в силу чего воздух воспринимается нами как особенно свежий. Однако системы вентиляции и кондиционирования лишают воздух ионов, поскольку они нейтрализуются на стенках металлических воздуховодов и в системах влагорегулирования. Это приводит к ухудшению самочувствия людей, появлению слабости, вялости, замедлению реакций на внешние раздражители и пр.

Нормализация степени ионизации воздуха осуществляется с помощью ионизаторов.

В системах вентиляции для исключения явления нейтрализации ионов рекомендуется использовать воздуховоды из неметаллических материалов (полимеры, керамика).

Измерение количества ионов в воздухе производится с помощью счетчиков аэронов (САИ).

Для поддержания заданной температуры воздуха в помещениях в холодный период года используют различные системы отопления: водяные, паровые, воздушные, комбинированные.

В системах водяного отопления в качестве теплоносителя применяют техническую воду, нагретую до 100 °С. Эти системы устраивают в жилых, общественных и производственных помещениях, они наиболее эффективны в санитарно-гигиеническом отношении.

Системы парового отопления применяются, как правило, в промышленных помещениях. Теплоносителем в них является водяной пар низкого или высокого давления.

В воздушных системах в качестве теплоносителя используется нагретый в специальных установках (калориферах) воздух.

4. ВРЕДНЫЕ, ОТРАВЛЯЮЩИЕ И ЯДОВИТЫЕ ВЕЩЕСТВА (ВОЯВ)

Большое значение для здоровья человека имеет качество воздуха жилых, общественных и производственных помещений, так как в их воздушной среде

даже малые источники загрязнения создают высокие концентрации его из-за небольших объемов воздуха для разбавления.

Качество воздушной среды закрытых помещений по химическому составу в значительной мере зависит от качества окружающего атмосферного воздуха. Вещества, присутствующие в наружном воздухе, обнаруживаются в помещениях, причем даже в тех, в которые подается воздух, прошедший обработку в системе кондиционирования.

Многие технологические процессы предприятий сопровождаются выделением в рабочую зону различных вредных веществ в виде паров, газов, пыли. Токсичные вещества (яды), проникая в организм даже в незначительных количествах, вступают в соединение с его тканями и нарушают нормальную жизнедеятельность человека.

4.1. Классификация ВОЯВ

Под воздействием ВОЯВ в организме могут возникать нарушения в виде острых и хронических отравлений.

Острые отравления относятся к несчастным случаям и возникают под воздействием больших доз токсичных веществ.

Хронические отравления возникают при постепенном поступлении в организм небольших количеств токсичных веществ и приводят к заболеваниям. Хронические отравления вызываются обычно веществами, обладающими свойствами накапливаться в организме (свинец, ртуть).

По степени воздействия на организм человека ВОЯВ разделяются на четыре класса опасности: 1 – чрезвычайно опасные (ртуть, свинец и др.); 2 – высокоопасные (бензол, йод, медь, хлор, серная кислота и др.); 3 – умеренно опасные (метиловый спирт, дихлорэтан и др.); 4 – малоопасные (ацетон, аммиак, бензин и др.).

ВОЯВ классифицируются по их токсическому действию на организм следующими группами:

- *нервные* – вызывающие расстройство нервной системы, мышечные судороги, паралич (углеводороды, спирты, анилин, сероводород, аммиак и др.);
- *раздражающие* – поражающие верхние и глубокие дыхательные пути (хлор, аммиак, окислы азота, туманы кислот, ароматические углеводороды и др.);
- *прижигающие и раздражающие* кожу и слизистые оболочки (неорганические и органические кислоты, щелочи, ангидриды и др.);
- *нарушающие структуру ферментов* (синильная кислота, мышьяк, соли ртути и др.);
- *печеночные* (хлорированные углеводороды, бромбензол, фосфор, селен и др.);
- *мутагенные* (хлорированные углеводороды, оксид этилена, этиленамин и др.);
- *кровяные* – вызывающие изменения в реактивной способности организма (алкалоиды, соединения никеля и др.);

– канцерогенные (каменноугольная смола, ароматические амины, бензапирен и др.).

Воздействие пыли на организм человека зависит не только от ее химического состава, но и от дисперсности, формы частиц. Более опасна высокодисперсная смесь, размером частиц до 5 мкм, а также острокраевая.

4.2. Пути проникновения ВОЯВ в организм и механизм их действия

ВОЯВ по пути проникновения в организм человека подразделяются на действующие через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт и кожный покров.

Поступление ядов *через дыхательные пути* – наиболее распространенный и опасный путь. Огромная всасывающая поверхность легочных альвеол (90-100 м²) и незначительная толщина альвеолярных мембран (0,001-0,004 мм) создают исключительно благоприятные условия для проникновения газообразных и парообразных веществ в кровь. К тому же яд из легких попадает непосредственно в большой круг кровообращения, минуя обезвреживание в печени.

Путь поступления яда *через желудочно-кишечный тракт* несколько менее опасен, так как большая часть, всасываемая через кишечную стенку, попадает в печень, где задерживается и обезвреживается. Часть необезвреженного яда выделяется из организма с желчью и удаляется с калом.

Путь поступления яда *через кожу* также опасен, так как в этом случае химические вещества поступают прямо в большой круг кровообращения.

Проникшие в организм тем или иным путем химические вещества подвергаются в нем различного вида превращениям (окислению, восстановлению, гидролитическому расщеплению), которые чаще всего делают их менее токсичными и способствуют их выделению из организма. Основными путями выделения являются легкие, почки, кишечник, кожа, молочные и слюнные железы. Через легкие выделяются летучие вещества, не изменяющиеся в организме: бензин, бензол, этиловый эфир, ацетон, сложные эфиры. Через почки выделяются хорошо растворимые в воде вещества. Через желудочно-кишечный тракт выделяются все трудно растворимые вещества, в основном металлы – свинец, ртуть, марганец. Некоторые яды могут выделяться с грудным молоком (свинец, ртуть, мышьяк, бром), что создает опасность отравления вскармливаемых детей.

Существенное значение имеет соотношение между поступлением яда в организм и его выделением или превращением. Если выделение или превращение происходит медленнее, чем его поступление, то яд накапливается в организме и может длительно действовать – свинец, ртуть, фтор, фосфор, мышьяк, образующие в организме депо, в котором они находятся в неактивном состоянии. Так, свинец откладывается в костях, ртуть – в почках, марганец – в печени. Под влиянием различных причин (болезнь, алкоголь, травма) яды из депо могут вновь поступать в кровь.

Для проявления токсического действия яда имеет большое значение степень растворимости вещества. Чем выше степень растворимости вещества в жидкостях организма, тем выше его токсичность.

В некоторых условиях имеет место одновременное воздействие на человека нескольких веществ. Например, совместное действие окиси углерода и сернистого ангидрида, сочетание окиси углерода и окислов азота. Возможны три основных типа одновременного действия ядов: усиление одним веществом токсического действия другого; ослабление одним веществом действия другого и суммирование, когда собственное действие нескольких веществ просто складывается. В производственных условиях часто наблюдаются все три типа одновременного действия, однако чаще имеет место суммарный эффект.

Важное значение для проявления токсического действия вещества имеет состояние микроклимата. Так, установлено, что высокая температура воздуха повышает опасность отравления некоторыми ядами. Например, в летнее время отравления амидо- и нитросоединениями бензола встречаются чаще, чем зимой. Повышение температуры усиливает также опасность отравления бензолом, окисью углерода. Повышение влажности воздуха усиливает действие соляной кислоты, фтористого водорода.

Большинство ядов оказывает общее токсичное действие на организм в целом. Это не исключает, однако, возможности преимущественного действия отдельных ядовитых веществ на отдельные органы и системы. Так, метиловый спирт преимущественно поражает зрительный нерв, бензол является ядом для кроветворных органов.

4.3. Основные источники химического загрязнения воздуха бытовой среды

Главными источниками химического загрязнения воздуха бытовой среды являются продукты деструкции отделочных материалов, продукты неполного сгорания бытового газа, продукты жизнедеятельности человека и проникновение пыли и токсичных веществ из атмосферного воздуха.

В воздухе жилой среды обнаружено около 100 химических веществ, относящихся к различным классам химических соединений, в том числе к предельным, непредельным и ароматическим углеводородам, галогенопроизводным углеводородам, спиртам, фенолам, эфирам, альдегидам и пр.

Степень проникновения атмосферного загрязнения внутрь здания для различных веществ различна. Так, концентрация оксида и диоксида азота, оксида углерода и пыли внутри помещения находятся на уровне или несколько ниже их концентраций в наружном воздухе, кроме тех случаев, когда действуют внутренние источники. Концентрация диоксида серы, озона и свинца обычно внутри помещения ниже, чем снаружи.

Концентрации ацетальдегида, ацетона, бензола, этилового спирта, толуола, этилбензола, ксилола, фенола, ряда предельных углеводородов в воздушной среде помещений могут превышать концентрации в атмосферном воздухе более чем в 10 раз.

Полимерные материалы, применяемые в строительстве жилых и общественных зданий, выделяют в воздушную среду те или иные токсические химические вещества, вредно влияющие на здоровье людей. Так, поливинилхлоридные материалы являются источниками выделения бензола, толуола, этилбензола, циклогексана, ксилола, бутилового спирта и других углеводов.

Древесностружечные плиты на фенолформальдегидной и мочевиноформальдегидной основе излучают фенол, формальдегид, аммиак.

Хлорвинил используется при изготовлении моющихся обоев. Ковровые изделия из химических волокон выделяют в значительных концентрациях стирол, изофенол, сернистый ангидрид; стеклопластики – ацетон, метакриловую кислоту, бутанол, фенол, стирол, формальдегид.

Исследованиями выявлено, что люди, живущие в помещениях с большой насыщенностью полимерами, в большей степени подвержены аллергическим, простудным заболеваниям, неврастении, вегетодистонии, гипертонии, чем в помещениях, где полимерные материалы используются в меньшем количестве.

Синтетические волокна, из которых делают ткани, в основном, являются продуктами переработки нефти. Капрон, обивочные материалы, плащевая ткань, ковры, подкладки обуви, гипюр, драпировочные ткани, искусственные кожи и сотни других изделий сделаны из полимерных материалов, токсическое действие которых разнообразно и, естественно, неодинаково. Например, при утюжке выделяются органические цианиды, которые при вдыхании превращаются в организме в тиоцианаты и угнетают иммунную систему.

Изучение воздушной среды газифицированных помещений показало, что при часовом горении газа в воздухе помещения концентрация веществ составила (мг/м³): оксида углерода – в среднем 15, формальдегида – 0,037, оксида азота – 0,62, диоксида азота – 0,44, бензола – 0,07. Температура воздуха повышалась на 36 °С, влажность увеличивалась на 10-15 %.

После выключения газовых приборов содержание в воздухе оксида углерода и других химических веществ снижалось до исходных величин в течение 1,5-2,5 часов.

Изучение действия продуктов горения бытового газа на человека выявило увеличение нагрузки на систему дыхания и изменение функционального состояния центральной нервной системы.

Мощным внутренним источником загрязнения среды помещений являются продукты жизнедеятельности человека – антропоксины. Установлено, что в процессе своей жизнедеятельности человек выделяет около 400 химических соединений, большинство из которых в силу своей токсичности не безразличны для человека и способны влиять на его самочувствие, работоспособность и здоровье. Так, в неветилируемых помещениях концентрации диметиламина, сероводорода, диоксида и оксида углерода могут превышать допустимые уровни.

4.4. Нормирование и контроль запыленности и загазованности воздушной среды

Гигиеническая регламентация вредных (загрязняющих) веществ в окружающей среде заключается в установлении санитарно-гигиенических нормативов их содержания в воздухе, воде, почве, а также в растениях, продуктах питания, материалах. В данном разделе речь пойдет о гигиеническом нормировании только воздушной среды.

Универсальным нормативом содержания загрязняющих веществ является ПДК – предельно допустимая концентрация.

ПДК – это количество вредного вещества в окружающей среде, отнесенное к массе или объему ее конкретного компонента, которое при постоянном контакте или при воздействии в определенный промежуток времени практически не оказывает влияния на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.

Известно, что ПДК вредных веществ имеют смысл верхнего предела устойчивости организма, при превышении которого то или иное вещество (т. е. фактор) становится лимитирующим.

Также известно, что наиболее характерными воздействиями вредных веществ на организм считаются рефлекторные (органолептические) и токсические воздействия.

Соответственно установлены два вида предельно допустимых концентраций для загрязненного воздуха: максимально разовая и среднесуточная. Первая вводится с целью предупреждения негативных рефлекторных реакций при кратковременном воздействии (в течение 20-30 мин) и обозначается ПДК_{макс} раз, а вторая – для предупреждения токсических действий, обозначается ПДК_{сс}.

Основное условие нормирования, состоящее в том, что фактическая концентрация вредного вещества $C < \text{ПДК}$, должно соблюдаться в любых местах пребывания человека. Но поскольку содержание примесей в воздухе производственных помещений неизбежно больше, чем на территории предприятия и вблизи от него, тем более – за пределами зоны рассеивания примесей и в населенных пунктах, то применяют принцип отдельного нормирования загрязняющих веществ.

Это значит, что для каждого вредного вещества устанавливается две максимально разовых предельно допустимых концентрации в воздушной среде: в воздухе рабочей зоны (ПДК_{р.з.}) и в атмосферном воздухе населенного пункта (ПДК_{атм. в.}).

ПДК_{р.з.} – это предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны (мг/м^3), которые при ежедневной работе (кроме выходных дней) в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья работающих, обнаруживаемых современными средствами исследования при контакте с вредными веществами или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

ПДК_{АТМ. В.} – это концентрация примеси, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного влияния, включая отдаленные последствия и на окружающую среду в целом.

Контроль за загрязненностью воздушной среды. Определение наличия вредных газов и паров в воздухе производится лабораторными и экспрессными методами. В лабораторных условиях используются хроматографы.

Экспрессный метод основан на быстропротекающих химических реакциях с измерением цвета реактива и позволяет оценивать концентрации вредных веществ непосредственно. Для этих целей используются универсальные и специальные газоанализаторы.

Запыленность воздуха определяется *весовым и счетным методами*. Наиболее распространенный весовой метод заключается в определении массы пыли в определенном объеме воздуха.

Счетный метод позволяет произвести весьма точное определение запыленности путем подсчета с помощью микроскопа количества пылинок, осевших на исследуемую пластинку в рассматриваемом помещении за установленный период времени. При этом наряду с количественным проводится качественный анализ, предполагающий определение формы и размеров пылинок.

Контроль за содержанием вредных веществ в производственных помещениях в воздухе рабочей зоны должен вестись непрерывно для веществ 1-го и 2-го классов и периодически – для 3-го и 4-го классов.

4.5. Вентиляционные системы как средство нормализации параметров воздушной среды

Вентиляция – это система устройств для удаления из помещения избыточного тепла, влаги, пыли, вредных газов и паров и создания микроклимата в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88.

С помощью вентиляции создаются благоприятные условия для работы, благодаря которым уменьшается утомляемость человека, повышается производительность труда. В ряде случаев вентиляция обеспечивает и нормальное протекание производственных процессов.

4.5.1. Классификация систем вентиляции

В зависимости от побудителя, обеспечивающего смену воздуха, различают:

- естественную вентиляцию (гравитационную), при которой перемещение воздуха осуществляется за счет разности температур воздуха снаружи и внутри помещения и ветрового подпора (через форточки, фрамуги, панели и пр.);

- искусственную (механическую), при которой воздух перемещается с помощью вентиляторов, создающих определенное давление и обеспечивающих перемещение воздуха по воздуховодам;

- смешанную.

Естественная вентиляция обеспечивает приток воздуха в помещение через окна, форточки (проветривание), через неплотности в их притворах (инфильтрация) либо путем использования дефлекторов. Организованная (приточно-вытяжная) естественная вентиляция называется *аэрацией*.

При механической вентиляции воздух, всасываемый из атмосферы, после очистки и подогрева поступает по воздуховодам в помещение. Так осуществляется *приточная вентиляция*. Если теплый воздух, содержащий водяные пары или вредные вещества, отводится из помещения, то такая вентиляция называется *вытяжной*.

При объединении приточной и вытяжной ветвей вентиляции образуется вентиляция *приточно-вытяжная*. Наиболее эффективна и экономична приточно-вытяжная вентиляция с рециркуляцией воздуха, в которой часть удаляемого из помещения воздуха используется в системе приточной вентиляции после локальной очистки. В этом случае рециркулирующий воздух разбавляется свежим воздухом, поступающим из атмосферы, что позволяет снизить расходы на нагрев атмосферного воздуха в холодный период года.

По месту действия вентиляция бывает

- общеобменной, при которой осуществляется смена воздуха (воздухообмен) в объеме всего помещения;
- местной, при которой удаление вредных веществ (газов, пыли и пр.) производится от мест их образования, в определенной части объема помещения.

Общеобменные системы могут быть приточными (вытяжка происходит естественным путем из-за повышенного давления в помещении), вытяжными (приток происходит за счет подсоса воздуха из-за разреженности в помещении) и приточно-вытяжными (организуется и приток, и вытяжка).

Местные системы вентиляции могут быть либо вытяжными (зонты, шкафы, панели, бортовые отсосы и пр.), либо приточными (воздушные и воздушно-тепловые завесы, души и пр.). Воздушные и воздушно-тепловые завесы устанавливаются в дверных проемах в холодное время года. Воздушный поток (комнатной температуры или подогретый) направляется под углом к холодному воздушному потоку, поступающему извне помещения. В результате снижается скорость и изменяется направление холодного воздушного потока, он подогревается.

Воздухообмен, кратность воздухообмена. Проектирование вентиляции начинается с определения воздухообмена для данного помещения или рабочего места.

Воздухообмен L ($m^3/ч$) – количество (объем) вентиляционного воздуха, в единицу времени необходимого для обеспечения воздушной среды на определенном санитарно-гигиеническом уровне и удовлетворяющего технологическим требованиям производственных помещений.

Отношение воздухообмена к объему помещения дает величину кратности воздухообмена для данного помещения, $1/ч$:

$$\pm n = \frac{L}{V}. \quad (4.1)$$

Знак (+) соответствует воздухообмену по притоку, знак (-) – по вытяжке.

Расчет воздухообмена. В помещениях с избытком теплоты требуемый воздухообмен, м³/ч, рассчитывается по формуле

$$L_{\text{ТРЕБ}} = \frac{Q_{\text{ИЗБ}}}{C_{\text{В}} \cdot \rho_{\text{В}} \cdot (t_{\text{УД}} - t_{\text{ПР}})}, \quad (4.2)$$

где $Q_{\text{ИЗБ}}$ – избыточный тепловой поток, отводимый из помещения вентиляцией, Дж/м³с, представляющий собой разность между тепловым потоком $Q_{\text{ВЫД}}$, выделенным в помещение различными источниками (технологическое оборудование, искусственное освещение, живые организмы, солнечное излучение, отопительная система и пр.), и тепловым потоком $Q_{\text{ТЕР}}$, теряемым наружным ограждением:

$$Q_{\text{ИЗБ}} = Q_{\text{ВЫД}} - Q_{\text{ТЕР}};$$

$C_{\text{В}}$ – удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/кг · К; $\rho_{\text{В}}$ – плотность воздуха, кг/м³; $t_{\text{УД}}$, $t_{\text{ПР}}$ – температура удаляемого и приточного воздуха, °С.

В стандартных условиях при атмосферном давлении, равном 100 кПа, и температуре, равной $t = 20$ °С, $\rho_{\text{В}} = 1,2$ кг/м³.

В помещениях с избыточным влаговыведением потребный воздухообмен рассчитывается по формуле

$$L_{\text{ТРЕБ}} = \frac{W}{(d_{\text{УД}} - d_{\text{ПР}}) \cdot \rho_{\text{В}}}, \quad (4.3)$$

где W – количество влаги, выделяемое в помещении в единицу времени, г/ч, и подлежащее удалению; $d_{\text{УД}}$, $d_{\text{ПР}}$ – влагосодержание удаляемого и приточного воздуха, г/кг.

В помещениях с выделением вредных газообразных продуктов или пыли, сосредоточенных у отдельных машин или на ограниченных площадях, целесообразно применение местных отсосов.

Потребный воздухообмен для удаления вредных веществ в виде газов, пыли рассчитывается по формуле

$$L_{\text{ТРЕБ}} = \frac{B}{K_{\text{УД}} - K_{\text{ПР}}}, \quad (4.4)$$

где B – количество газа или пыли, выделяющееся в помещении, м³/ч, и определяемое экспериментально либо расчетом по характеристикам технологического процесса и выделяющихся веществ; $K_{\text{УД}}$, $K_{\text{ПР}}$ – соответственно концентрации вредных веществ в удаляемом и приточном воздухе, причем должно выполняться условие, что $K_{\text{ПР}} < 0,3$ ПДК.

При одновременном выделении в воздух рабочей зоны нескольких вредных веществ потребный воздухообмен общеобменных систем вентиляции принимается по ведущему фактору (по большему потребному объему вентиляционного воздуха).

Для помещения с нормальным микроклиматом, при отсутствии вредных веществ или содержании их в пределах норм, воздухообмен определяется как

$$L = N \cdot L_0, \quad (4.5)$$

где N – число людей; L_0 – расход воздуха на одного человека, м³/ч.

Если на одного человека приходится менее 20 м³ объема помещения, то $L_0 = 30$ м³/ч, если на одного работающего приходится 20 м³ и более, то $L_0 = 20$ м³/ч.

4.5.2. Оборудование вентиляционных систем

Вентиляторы, приводные электродвигатели. Вентилятор, являющийся основным элементом системы, представляет собой машину, создающую разность давлений воздуха. Под влиянием разности давлений, развиваемой вентилятором, воздух стремится двигаться по всем элементам вентиляционной установки по направлению от большего давления к меньшему.

Если произвести измерения давления внутри воздуховодов в различных точках вентиляционной установки, то обнаружится, что на всех участках от воздухозаборного отверстия до вентилятора наблюдается разрежение, то есть давление в воздуховодах меньше окружающего атмосферного. Через любое отверстие в воздуховоде воздух подсасывается. Чем ближе к вентилятору, тем больше величина разрежения, и наибольшее разрежение наблюдается во всасывающем отверстии вентилятора. Под влиянием разрежения в вентиляторе воздух из атмосферы подтекает к вентилятору.

На всех участках после вентилятора и до места выхода воздуха в помещение наблюдается повышенное давление. Через отверстия в воздуховоде воздух выходит в окружающую среду. Наибольшее давление наблюдается в выхлопном отверстии вентилятора.

Участки установки от места забора воздуха до вентилятора образуют всасывающую часть сети. Участки от вентилятора до места выхода в помещение или в атмосферу образуют нагнетательную часть сети.

По своей конструкции вентиляторы бывают *осевые и центробежные* (рис. 4.1). Вентиляторы выпускаются разных размеров, причем номер вентилятора представляет собой диаметр рабочего колеса, выраженного в дециметрах. Применяются вентиляторы от № 3 до № 20.

Шахты для забора воздуха, воздуховоды, фасонные части. Шахты для забора воздуха обеспечивают поступление чистого атмосферного воздуха. Шахты устанавливаются на крыше, чердаке здания либо на наружной боковой стене на высоте не менее 2 м от земли. Воздухозаборные отверстия снабжаются непод-

вижными решетками с наклонными планками, защищающими отверстие от атмосферных осадков.

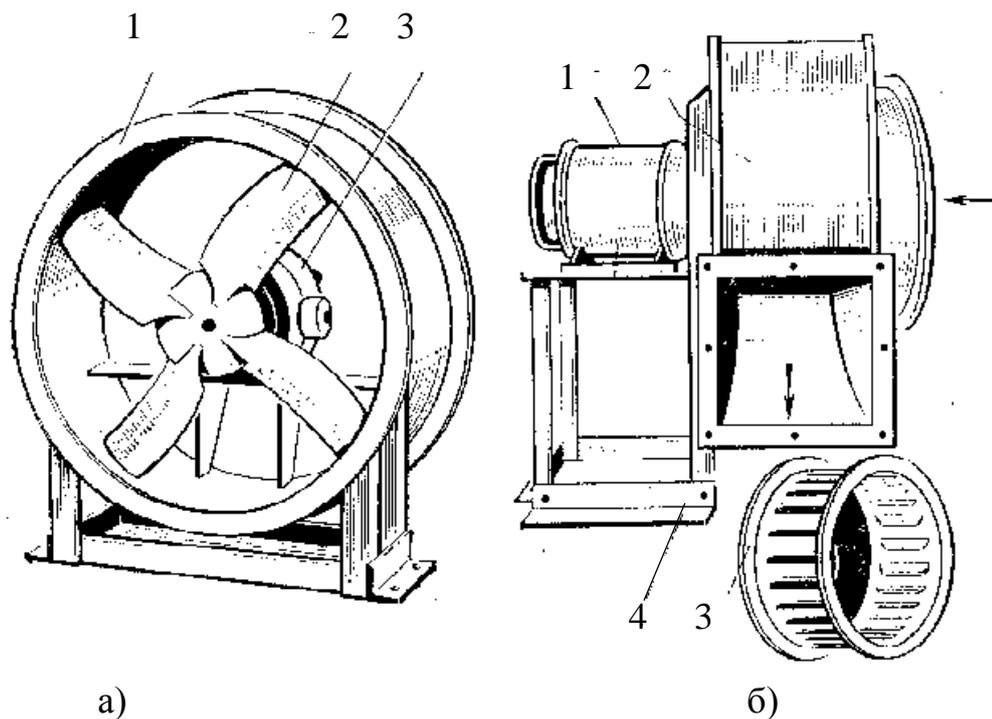


Рис. 4.1. Вентиляторы: а) осевой: 1 – корпус; 2 – крыльчатка; 3 – электродвигатель; б) центробежный: 1 – электродвигатель; 2 – кожух; 3 – крыльчатка; 4 – станина

Воздуховоды располагаются внутри здания и предназначены для передачи воздуха от шахты к вентилятору и от вентилятора – в рабочую зону. Воздуховоды могут иметь круглое или прямоугольное поперечное сечение, выполняться из тонколистовой оцинкованной или малоуглеродистой стали, из полимерных и керамических материалов. Внутренние поверхности воздуховодов должны быть гладкими, изгибы – плавными, в местах стыковки отдельных частей должна обеспечиваться герметичность.

Части воздуховодов соединяются между собой разнообразными элементами, выполняющими роль переходных деталей. К ним относятся колена, отводы, тройники, диффузоры, крестовины и пр.

С целью снижения скорости воздушной среды (до 0,3-0,5 м/с) в месте выхода воздуха в помещение устанавливаются *воздухораспределители* – устройства в виде решеток, насадок, патрубков, перфорированных панелей и пр.

Требования к системе вентиляции. Объем воздуха, удаляемый из помещения вытяжными вентиляционными системами, должен компенсироваться организационным притоком чистого воздуха. При устройстве вытяжной вентиляции недопустимо объединять в общую установку отсос пыли и легкоконденсирующихся паров, а также веществ, которые при смешении могут образовать ядовитые соединения или легко воспламеняющуюся (взрывоопасную) смесь.

Шум, возникающий от работы вентиляционных установок, не должен увеличивать производственный шум в помещении выше уровня, допустимого для этих помещений. С целью уменьшения шума, создаваемого вентиляционной системой, следует добиваться выполнения условия

$$\pi Dn < 1800, \quad (4.6)$$

где D – диаметр рабочего колеса вентилятора, м; n – число оборотов в минуту; π – число 3,14.

Вентиляционные установки должны иметь паспорта и периодически испытываться. Для обеспечения нормальной эксплуатации вентиляционного хозяйства приказом по предприятию назначается ответственное лицо.

В практике эксплуатации вентиляционных систем нередко возникает задача повышения производительности вентиляции. Решая эту задачу, необходимо помнить, что производительность вентиляторов прямо пропорциональна скорости его вращения, полное давление – квадрату скорости, а потребляемая мощность – кубу скорости вращения.

5. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Известно, что около 80 % всей информации о внешнем мире человек получает через зрительные ощущения. Правильно организованное освещение создает благоприятные условия, снижающие утомляемость, уровень производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

5.1. Основные светотехнические величины

Свет – это видимое электромагнитное излучение в диапазоне длин волн 380–760 нм, которое, попадая на сетчатку глаза, вызывает зрительное ощущение.

Освещение производственных помещений характеризуется количественными и качественными показателями.

Количественные показатели

Световой поток F характеризует мощность светового излучения. Единица измерения – люмен (лм). Измерение основано на зрительном восприятии.

Сила света I – световой поток dF , распространяющийся внутри телесного угла $d\Omega$:

$$I = dF / d\Omega. \quad (5.1)$$

Единица измерения – кандела (кд).

Яркость L – отношение силы света dI , излучаемого в рассматриваемом направлении, к площади освещенной поверхности dS :

$$L = dI / dS \cos \alpha, \quad (5.2)$$

где α – угол между нормалью к элементу поверхности dS и направлением, для которого рассчитывается яркость. Единица измерения – кандела на квадратный метр (кд/м²).

Освещенность E – отношение светового потока dF , падающего на элемент поверхности, к площади этого элемента dS :

$$E = dF / dS. \quad (5.3)$$

Единица измерения – люкс (лк).

Качественные показатели

Фон – поверхность, непосредственно прилегающая к объекту различения. Фон характеризуется коэффициентом отражения ρ и считается светлым при $\rho > 0,4$; средним – при $\rho = 0,2 - 0,4$ и темным, если $\rho < 0,2$.

Контраст объекта различения с фоном K характеризуется соотношением яркостей фона и объекта:

$$K = (L_O - L_\Phi) / L_\Phi, \quad (5.4)$$

где L_O и L_Φ – соответственно яркости объекта и фона. Контраст считается малым при $K < 0,2$, средним – при $0,2 \leq K \leq 0,5$, большим – при $K > 0,5$.

Блескость – повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций, т. е. ухудшение видимости объектов.

Видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект:

$$V = K / K_{пор}, \quad (5.5)$$

где K – контраст между объектом и фоном; $K_{пор}$ – пороговый контраст – это контраст, когда объект едва различим на фоне.

Коэффициент пульсации K_n – оценка относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока источника света при питании его переменным током:

$$K_n = (E_{max} - E_{min}) \cdot 100 / (2 \cdot E_{cp}), \quad (5.6)$$

где E_{max} , E_{min} , E_{cp} – соответственно максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период ее колебаний.

Показатель ослепленности P – критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой.

$$P = (V_1 / V_2 - 1) \cdot 1000, \quad (5.7)$$

где V_1 , V_2 – соответственно видимость при экранировании и при наличии блеских источников в поле зрения.

Требования, предъявляемые к освещению. С целью обеспечения комфортности и безопасности человеческого организма в среде обитания к освещению предъявляются определенные требования.

1. Освещенность на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы, который определяется следующими тремя параметрами:

- размер объекта различения;
- фон;
- контраст объекта различения с фоном.

2. Яркость объекта и фона не должны отличаться более чем в 3–5 раз.

3. Не должно быть резких теней на рабочем месте.
4. Освещенность должна быть постоянной во времени.
5. В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блесткость.
6. Световой поток должен быть рационально направлен.
7. На рабочем месте должен быть обеспечен необходимый спектральный состав.
8. Осветительные установки должны быть безопасны и просты в эксплуатации, а также соответствовать нормам эстетики.

5.2. Классификация систем освещения

В зависимости от источника света освещение бывает естественным, искусственным и совмещенным.

Источник естественного (дневного) света – поток лучистой энергии солнца, доходящий до земной поверхности в виде прямого и рассеянного света. Естественное освещение является наиболее гигиеничным. Если по условиям зрительной работы оно оказывается недостаточным, то используют совмещенное освещение.

По конструктивному исполнению **системы естественного освещения** бывают боковые, верхние и комбинированные.

Система искусственного освещения может быть: общей, когда светильники размещены в верхней части помещения, и комбинированной, когда к общему освещению добавляется местное, причем общее освещение в системе комбинированного должно составлять не менее 10 % и не менее 200 лк при газоразрядных лампах или 75 лк при лампах накаливания. Местное освещение самостоятельно от общего не применяется.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на следующие **виды**: рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное, дежурное, эритемное, бактерицидное.

Рабочее освещение обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы и движения транспорта. Оно обеспечивает нормируемое освещение на рабочих местах.

Аварийное освещение устраивают для продолжения работы, когда прекращение работы при выходе из строя рабочего освещения может вызвать взрыв, пожар, отравление людей, нарушение технологического процесса и т.д. Оно составляет не менее 5 % от рабочего и предусматривается для продолжения работы, когда ее прекращение при выходе из строя рабочего освещения может привести к тяжелым последствиям.

Эвакуационное освещение предназначено для эвакуации людей из производственных помещений при авариях и при отключении рабочего освещения; организуется в местах, опасных для прохода людей: на лестничных клетках, вдоль основных проходов производственных помещений, где работает 50 и более человек. Минимальная освещенность на полу основных проходов и на ступеньках должна быть не менее 0,5 лк.

Охранное и дежурное освещение должно обеспечивать несение дежурства и охраны в помещениях и на территории в нерабочее время.

Эритемное освещение используется для компенсации недостатка солнечного излучения. Оно стимулирует обмен веществ, кровообращение, дыхание и другие функции организма.

Бактерицидное освещение используется для обеззараживания воздуха помещений, например операционных в больницах.

Источники искусственного освещения. В осветительных установках, предназначенных для освещения предприятий, применяют лампы накаливания и газоразрядные лампы.

Лампы накаливания относятся к тепловым источникам света. Нить накала под действием электрического тока нагревается до высокой температуры и излучает поток лучистой энергии. Лампы накаливания имеют низкую стоимость, удобны в эксплуатации, имеют низкую инерционность при включении, надежны при колебаниях напряжения и при различных метеорологических условиях, но имеют и ряд недостатков: малую светоотдачу 7–20 лм/Вт; преобладание в спектре желтых и красных излучений; малый срок службы (до 2000 ч); большой нагрев поверхности (до 140 °С), делающий их пожароопасными.

Галогенные лампы накаливания наряду с вольфрамовой нитью содержат в колбе пары того или иного галогена (например, йода), который повышает температуру накала нити, т.е. светоотдачу, и практически исключает испарение, увеличивая срок службы лампы.

Газоразрядные лампы имеют ряд преимуществ перед лампами накаливания. Световая отдача их достигает 135 лм/Вт, срок службы – до 10000 ч, температура поверхности при работе 30–60 °С, имеется возможность получения света в любой части спектра. Недостатки газоразрядных ламп: сложность включения в сеть, связанная с необходимостью применения специальных пусковых устройств; длительный период разгорания; зависимость светоотдачи от температуры окружающего воздуха; наличие радиопомех; значительная пульсация светового потока, что ведет к появлению стробоскопического эффекта.

Уменьшение пульсации светового потока достигается включением в разные фазы сети переменного тока трех ламп в светильнике; применением двухламповых светильников с искусственным сдвигом фаз; питанием током повышенной частоты.

Светильник – это световой прибор, состоящий из источников света и осветительной арматуры. Осветительная арматура служит для перераспределения светового потока таким образом, чтобы его основная часть падала на заданную поверхность, обеспечивая защиту глаз человека от ослепления. Кроме того, арматура предохраняет источники света от воздействия среды, от повреждения.

Для люминесцентных ламп применяются преимущественно многоламповые светильники. Это дает возможность использовать специальные схемы включения ламп с целью уменьшения пульсации светового потока.

5.3. Нормирование освещения

Нормирование освещения осуществляется по СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Искусственное освещение. В действующих нормах установлены количественные величины – минимальная освещенность E , а также качественные – показатель ослепленности P и коэффициент пульсации K_n . Абсолютное значение уровня освещенности E нормируется в зависимости от характеристики зрительной работы, которая определяется *объектом различения* (наименьший размер рассматриваемого предмета, отдельная его часть или дефект, который необходимо различать в процессе работы), характеристикой *фона* (поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения), *контрастом между объектом различения и фоном* (соотношение яркостей рассматриваемого объекта и фона), типом источника света и системой освещения. Показатель ослепленности P , с целью ограничения слепящего действия светильников общего освещения, не должен превышать 20–80 в зависимости от точности зрительных работ и продолжительности пребывания людей в помещении.

Допустимый коэффициент пульсации K_n газоразрядных ламп, питаемых током промышленной частоты 50 Гц, не должен превышать 10–20 %.

Естественное освещение. Вследствие непостоянства естественного освещения в течение дня и в различное время года его оценка осуществляется по относительной величине – коэффициенту естественной освещенности КЕО, %. КЕО – это отношение естественной освещенности, создаваемой в заданной точке внутри помещения светом неба E_B , к освещенности горизонтальной поверхности, создаваемой в то же время светом полностью открытого небосвода E_H :

$$e = (E_B/E_H) \cdot 100. \quad (5.8)$$

Нормируемое значение КЕО e_n определяется в зависимости от характеристики зрительной работы и системы освещения. Для учета особенностей светового климата в разных районах Российской Федерации КЕО следует определять по формуле

$$e_N = e_n \cdot m_N,$$

где e_N – номер группы обеспеченности естественным светом; e_n – нормированное значение КЕО; m_N – коэффициент светового климата.

N зависит от ориентации световых проемов по сторонам горизонта; m_N зависит от номера группы административного района.

При одностороннем боковом естественном освещении нормируется КЕО в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (как правило, 0,8 м от пола). При верхнем или комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности. Первая

и последняя точка принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен или перегородок.

Расчет искусственного освещения. При проектировании искусственного освещения решаются следующие задачи: определение системы освещения, выбор типа источников света и типа светильников, расположение светильников и установление мощности источников света. В гигиеническом отношении система общего освещения более совершенна, ибо более равномерно распределяет световую энергию, но система комбинированного освещения (общее и местное освещение) экономичнее.

Для расчета искусственного освещения используется метод светового потока, точечный метод и метод удельной мощности.

Метод светового потока (или метод коэффициента использования светового потока) предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей.

Метод удельной мощности является упрощенной формой метода светового потока и используется обычно для ориентировочных расчетов.

Точечный метод – универсальный метод, используется для расчетов общего равномерного и локализованного освещения, комбинированного освещения с любым расположением светильников местного освещения.

Указанные методы применимы и для проверочных расчетов, когда при заданной конструкции системы освещения и известных источниках света определяется освещенность в заданной точке и сравнивается с нормативным значением.

Расчет естественного освещения. При расчете естественного освещения проводится предварительный расчет площади световых проемов при боковом освещении или площади световых проемов при верхнем освещении в зависимости от системы освещения.

КЕО может быть рассчитан по экспериментальным данным. Для этого необходимо измерить люксметром освещенность внутри помещения в расчетной точке и одновременно наружную освещенность горизонтальной плоскости, освещаемой всем небосводом.

Измерение освещенности. Для измерения освещенности следует использовать люксметры Ю-116, ТКА-Люкс, Аргус-02, Аргус-07. Они должны иметь свидетельства о метрологической аттестации и поверке. Аттестация люксметров проводится в соответствии с ГОСТ 8.326-89, поверка – в соответствии с ГОСТ 8.023-90.

6. АКУСТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

6.1. Шум слышимого диапазона

Основные понятия и определения. Слуховое восприятие как средство получения информации является для человека вторым по значению (после зрительного) психофизиологическим процессом.

Шум – всякий нежелательный для человека звук. Звуковые волны возбуждают колебания частиц звуковой среды, в результате чего изменяется атмосферное давление.

Звуковое давление – разность между мгновенным значением давления в точке среды и статическим давлением в той же точке, т.е. давление в невозмущённой среде: $P = P_{мг} - P_{ст}$.

Звуковое давление – величина знакопеременная. В моменты сгущения (сжатия или уплотнения) частиц среды она положительна; в моменты разрежения – отрицательна.

Органы слуха воспринимают не мгновенное, а среднеквадратичное звуковое давление:

$$P_{ск}^2 = \frac{1}{T_0} \cdot \int_t^{t+T_0} P^2(t) dt. \quad (6.1)$$

Время усреднения давления: $T_0 = 30 - 100$ мс.

При распространении звуковой волны происходит **перенос энергии**.

Средний поток энергии в точке среды в единицу времени, отнесённый к единице поверхности, нормальной направлению распространения волны, называется **интенсивностью звука (силой звука)** в данной точке.

Интенсивность, Вт/м², связана со звуковым давлением зависимостью

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot c}, \quad (6.2)$$

где $\rho \cdot c$ – удельное акустическое сопротивление.

Величины звукового давления и интенсивности звука, с которыми приходится иметь дело в практике борьбы с шумом, могут меняться в широких пределах: по давлению – до 10^8 раз, по интенсивности – до 10^{16} раз. Оперировать такими цифрами несколько неудобно.

Кроме того, слуховой анализатор подчиняется основному психофизическому закону (Вебера-Фехнера):

$$E = K \cdot \lg I + C,$$

где E – интенсивность ощущений; I – интенсивность раздражителя; C и K – некоторые постоянные величины.

Поэтому были введены **логарифмические величины** уровня звукового давления и интенсивности звука.

Уровень звукового давления, дБ:

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \quad (6.3)$$

где $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – пороговое звуковое давление; P – среднеквадратичная величина звукового давления.

Уровень интенсивности звука, дБ:

$$L_I = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0}, \quad (6.4)$$

где I – действующая интенсивность звука; $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² – интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости (на частоте 1000 Гц).

Величину уровня интенсивности применяют при получении формул акустических расчётов, а уровня звукового давления – для измерения шума и оценки его воздействия на человека, поскольку орган слуха чувствителен не к интенсивности, а к среднеквадратичному давлению.

Интенсивность I_{max} и величина звукового давления P_{max} , соответствующие болевому порогу: $I_{max} = 10^2$ Вт/м, $P_{max} = 2 \cdot 10^2$ Па.

Частотный спектр шума – зависимость уровня интенсивности (уровня звукового давления) от частоты: $L = L(f)$. Весь слышимый диапазон частот разбит на 9 октавных полос. Октавная полоса, или **октава** – это частотный диапазон, для которого выполняется условие

$$\frac{f_{\text{В}}}{f_{\text{Н}}} = 2. \quad (6.5)$$

Различают следующие виды спектров:

- *дискретный (линейчатый)* – спектр, синусоидальные составляющие которого отделены друг от друга по частоте (рис. 6.1);

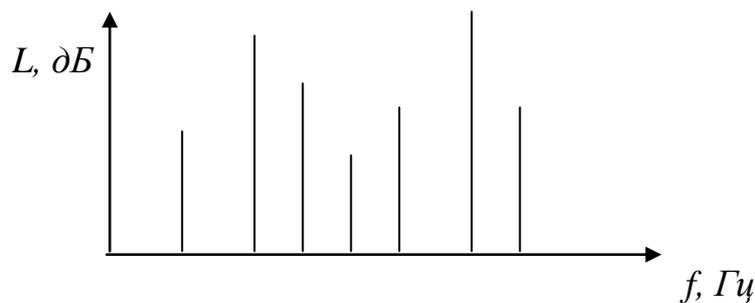


Рис. 6.1. Дискретный спектр шума

- *сплошной* – спектр, в котором составляющие следуют друг за другом непрерывно (рис. 6.2.);

- *смешанный* – такой спектр, в котором дискретные составляющие присутствуют наряду с непрерывными (рис. 6.3).

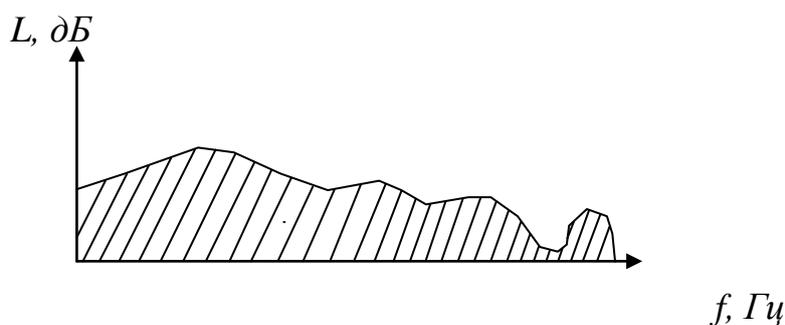


Рис. 6.2. Сплошной (непрерывный) спектр

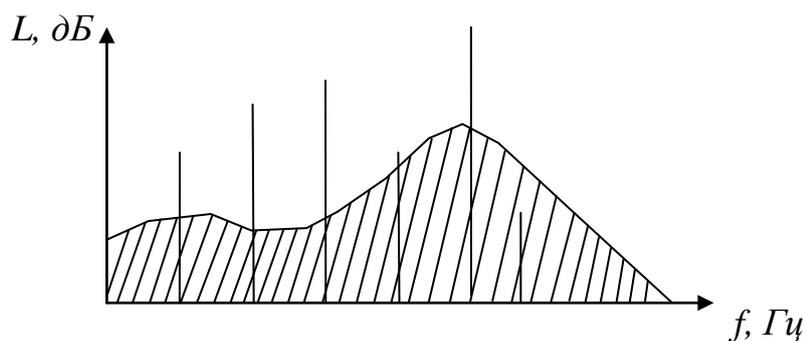


Рис. 6.3. Смешанный спектр шума

В зависимости от характера спектра шумы бывают *тональными* (в спектре которых имеются слышимые дискретные тона) и *широкополосными* (со сплошным спектром шириной более одной октавы).

По временным характеристикам различают:

- *постоянный шум* – уровень звука изменяется за рабочий день не больше, чем на 5дБА;
- *непостоянный шум* – уровень звука изменяется за рабочий день больше, чем на 5дБА.

Непостоянный шум делится на *колеблющийся во времени, прерывистый* (длительность сигнала больше 1 с), *импульсный* (длительность сигнала меньше 1 с).

По частотным характеристикам различают:

- *низкочастотный шум* – с частотой до 400 Гц;
- *среднечастотный шум* – с частотой 400-1000 Гц;
- *высокочастотный шум* – с частотой от 1000 Гц.

По источнику возникновения различают:

– *механический шум* – возникающий в результате движения отдельных деталей и узлов оборудования, приборов и аппаратов с неуравновешенными массами;

– *аэродинамический шум* – возникающий в результате нестационарных процессов в жидкостях или газах;

– *электромагнитный шум* – возникающий в результате воздействия переменных магнитных сил, которые приводят к колебанию деталей и узлов машин и аппаратов.

Действие шума на организм человека. Ухо человека не одинаково воспринимает звуки различной частоты. Слуховой аппарат человека проявляет наибольшую чувствительность на средних и высоких частотах (800-4000 Гц), а наименьшую – на низких (20-100 Гц). Поэтому звуки, одинаковые по звуковому давлению, но разные по частоте, могут казаться на слух неодинаково громкими.

Проявление вредного воздействия шума на человека весьма разнообразно.

Область слышимости ограничивается не только определёнными частотами (20-20000 Гц), но и определёнными предельными значениями звуковых давлений и их уровней (рис. 6.4).

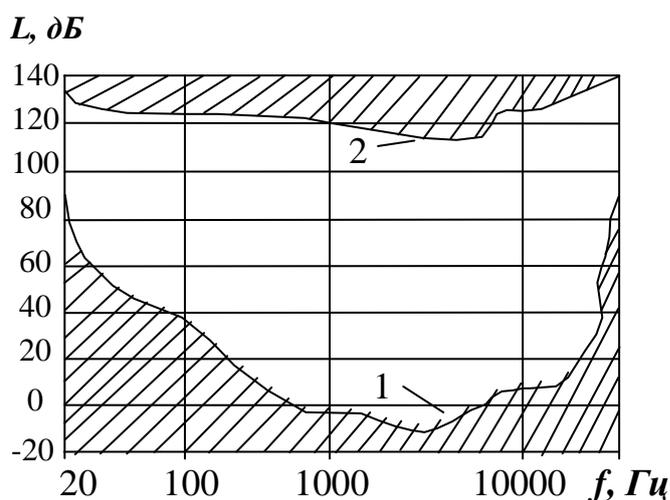


Рис. 6.4. Область слышимости: 1 – кривая, соответствующая порогу слышимости; 2 – кривая, соответствующая порогу болевого ощущения

Пороговое значение звукового давления P_0 соответствует порогу слышимости ($L = 1$ дБ) только на частоте 1000 Гц, принятой в качестве стандартной частоты сравнения в акустике.

Порог слышимости различен для звуков разной частоты. В диапазоне частот 800-4000 Гц величина порога слышимости минимальна. При повышении и понижении частоты значение порога слышимости растёт, особенно это заметно на низких частотах. По этой причине низкочастотные звуки менее неприятны для человека, чем высокие (при одинаковых уровнях звукового давления).

Действие шума на человека зависит от уровня и характера шума, его продолжительности, а также от индивидуальных особенностей человека.

Длительное воздействие шума на работающих может вызвать функциональные изменения со стороны ряда органов и систем. Шум вызывает нарушения со стороны высшей нервной деятельности (изменяется сила, уравновешенность и подвижность нервных процессов); сердечно-сосудистой системы (изменяется кровяное давление, ритм сердечных сокращений, повышается внутричерепное давление); органов пищеварения (учащаются заболевания гастритами, язвенная болезнь, отмечается понижение кислотности желудочного сока); ос-

лабляется внимание, память, учащается раздражительность, снижается работоспособность и производительность труда.

Наряду с этим общим воздействием особо неблагоприятное воздействие оказывает шум на орган слуха, вследствие чего наступает расстройство слуховой функции, которое может привести к полной тугоухости.

Звуки очень большой силы, уровень которых превышает 120-130 дБ, вызывают большие ощущения и повреждения в слуховом аппарате (акустическая травма). В табл. 6.1 представлены уровни различных звуков.

Таблица 6.1

Уровни различных звуков в зависимости от источника шума и расстояния

Источник шума	Расстояние, м	Уровень шума, дБ
Жилая комната	-	35
Речь средней громкости	1	60
Металлорежущие станки	на рабочих местах	80-96
Дизельный грузовик	7	90
Пневмоперфоратор	1	100
Реактивный двигатель	25	140
Выстрел из артиллерийского орудия	1-2	160-170

Наиболее глубокие сдвиги в организме вызывают высокочастотные, дискретные и импульсные шумы.

Нормирование шума на рабочих местах. Целью нормирования шумовых характеристик рабочих мест является установление научно обоснованных предельно допустимых величин шума, которые при ежедневном систематическом воздействии в течение всего стажа работы не вызывают заболеваний человека и не мешают его нормальной трудовой деятельности.

Нормирование осуществляется по СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и ГОСТ 12.1.003-83. При нормировании используют два метода: нормирование по предельному спектру шума и нормирование уровня звука в дБА.

Первый метод нормирования является основным для постоянных шумов. Весь частотный диапазон разбивается на 9 октав. Каждая октава имеет *среднегеометрическую частоту*:

$$f_{\text{сг}} = \sqrt{f_{\text{н}} \cdot f_{\text{в}}} \quad (6.6)$$

Стандартные среднегеометрические частоты: 31,5; 63; 125; 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. В октавных полосах нормируются уровни звуковых давлений.

Совокупность девяти допустимых уровней звукового давления называется **предельным спектром**.

С ростом частоты (что приводит к более неприятному шуму) допустимые уровни уменьшаются.

Каждый из спектров имеет свой индекс. Например: ПС-80 – число 80 означает допустимый уровень звукового давления в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц.

Второй метод нормирования (*нормирование по шкале А*) применяют для ориентировочной оценки постоянного и непостоянного шума, или когда шумомер не оборудован октавными фильтрами.

Уровень звука в дБА определяют по так называемой *шкале А* шумомера с коррекцией, которая заключается в том, что вводятся поправки, учитывающие зависимость чувствительности слуха от частоты звука и приближающие результаты объективных измерений к субъективному восприятию.

Шумомер оборудуется фильтром, создающим завал чувствительности на низких и высоких частотах, чем имитируется характеристика человеческого уха.

Достоинство этого метода в том, что требуется только один замер, в то время как по первому методу надо сделать девять замеров.

Уровень звука, дБА, связан с предельным спектром зависимостью

$$L_A = ПС + 5. \quad (6.7)$$

Нормированным параметром непостоянного шума является **эквивалентный уровень звука** – такое значение уровня звука длительного непостоянного шума, который в пределах определённого времени имеет то же самое значение уровня звука, что и рассматриваемый шум, уровень звука которого изменяется во времени:

$$L_{A \text{ экв}} = 10 \lg \sum_{i=1}^n \overline{t_i} \cdot 10^{0,1L_i}, \quad (6.8)$$

где t_i – доля времени воздействия шума класса L_i ; L_i – уровень звука класса i , дБА.

6.2. Ультразвук

Ультразвук – упругие колебания и волны, частота которых лежит в диапазоне 16-100 кГц. Ультразвуковые волны по своей природе не отличаются от упругих волн слышимого диапазона и характеризуются теми же параметрами: интенсивностью ($Вт/м^2$), звуковым давлением (Па), звуковой мощностью (Вт) и их уровнями (дБ).

Тем не менее, ультразвуковые колебания обладают специфическими особенностями, которые обусловлены высокой частотой и соответственно малой длиной волн. Ультразвуковые волны имеют лучевой характер распространения. Поэтому при одинаковой звуковой мощности источника шума и ультразвука интенсивность последнего будет значительно выше.

Науке об ультразвуке принадлежит большое будущее. Но уже сегодня технические задачи, решаемые при помощи высоких звуковых колебаний, очень разнообразны. Это пайка алюминия, стирка белья, обработка сложных контуров деталей, сварка фольги, устранение тумана над аэродромами, получение сус-

пензий лекарственных веществ и многое другое. При помощи ультразвука можно просверлить самые сверхтвердые сплавы и драгоценные камни, включая алмаз.

Дозированные ультразвуковые колебания обладают хорошими терапевтическими свойствами, используются в физиолечении, в медицинской диагностической практике, с помощью ультразвука лечат заболевания периферической нервной системы, ускоряют процессы рассасывания гнойников и рубцов.

Ультразвуковые установки применяются для очистки и обезжиривания деталей при ремонте часов, для механической обработки твердых и хрупких материалов в ювелирном производстве (сварка, пайка, лужение и т. п.), для соединений искусственной кожи, натуральной ткани с синтетической и пр.

В технологических целях используются ультразвуковые колебания низкой частоты (18-44 кГц) и большой интенсивности (67 Вт/см²).

Уровни звукового давления на рабочих местах в зависимости от вида установки колеблются от 80 до 120 дБ.

Действие ультразвука на организм человека. Ультразвук оказывает на организм человека механическое, тепловое, кавитационное действие.

Так, при частоте 100 кГц и малых интенсивностях (23 Вт/см²) происходит микромассаж тканевых элементов, что улучшает обмен веществ. Однако повышение интенсивности ультразвука приводит к кавитации и механическому разрушению клеток тканей.

При распространении ультразвука в организме происходит преобразование акустической энергии в тепловую, что может привести к перегреву тканей и их разрушению.

Кавитационное действие – образование в жидкости (крови, лимфе) заполненных воздухом пузырьков. Нарушение молекулярных связей приводит к их разрыву, происходит как бы «закипание» крови.

У работающих на низкочастотных ультразвуковых установках при интенсивности более 100 дБ могут наблюдаться изменения в центральной и периферической нервной системе, нарушение работы слухового и вестибулярного аппарата, ухудшение сна.

Ультразвук вызывает функциональные нарушения нервной системы, изменение давления и состава крови. Часто наблюдаются головные боли, быстрая утомляемость, потеря слуховой чувствительности.

Бывают случаи аллергии к ультразвуку (с потерей сознания). Контактное воздействие ультразвука имеет большой отрицательный эффект на здоровье человека и проявляется в виде порезов и вегетативных полиневритов.

Нормирование ультразвука. Основными документами, регламентирующими безопасность при работе с ультразвуком, являются Санитарные нормы и правила СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 «Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения», а также ГОСТ 12.1.001-83 «ССБТ. Оборудование технологическое ультразвуковое. Требования безопасности».

6.3. Инфразвук

Инфразвук – это область акустических колебаний, имеющих одинаковую с шумом физическую природу, но распространяющихся с частотами менее 20 Гц. В воздухе инфразвук мало поглощается и способен распространяться на большие расстояния.

Инфразвук может иметь природное происхождение (землетрясения, извержения вулканов, морские бури) и антропогенное (работа тихоходных крупногабаритных машин и механизмов).

Инфразвуковые волны характеризуются теми же параметрами, что и звуки слышимого диапазона.

Действие инфразвука на организм человека. Инфразвук вызывает нарушение пространственной ориентации, морскую болезнь, пищеварительные расстройства, нарушение зрения и головокружение. Колебания с частотой 7 Гц препятствуют сосредоточению внимания и вызывают ощущение усталости, головную боль и тошноту. Наиболее опасны колебания с частотой 8 Гц. Они могут вызвать явление резонанса системы кровообращения, приводящего к перегрузке сердечной мышцы, сердечному приступу или к разрыву некоторых кровеносных сосудов. Инфразвук небольшой интенсивности может служить причиной повышенной нервозности, вызвать депрессию.

Нормируется инфразвук санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.583-96, согласно которым уровни инфразвукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, и 16 Гц не должны превышать 105 дБ, а в полосе с частотой 32 Гц – 102 дБ.

6.4. Методы и средства защиты от шумовых воздействий

Классификация методов и средств защиты от шума. По отношению к защищенному объекту существуют методы и средства коллективной и средства индивидуальной защиты.

Средства защиты по отношению к источнику шума подразделяются на средства, снижающие шум на пути его распространения, и средства, снижающие шум в источнике возникновения. Средства, снижающие шум в источнике его возникновения в зависимости от характера шумообразования, подразделяются на средства, снижающие шум механического, аэро-, гидродинамического и электрического происхождения.

Средства, снижающие шум на пути его распространения, в зависимости от среды подразделяются на средства, снижающие передачу воздушного шума, и средства, снижающие передачу структурного шума (распространяемого через твердые элементы).

Средства и методы коллективной защиты от шума в зависимости от способа реализации подразделяются на акустические, архитектурно-планировочные и организационно-технические.

Борьба с шумом в источнике возникновения. Методы борьбы с механическим шумом:

- замена ударных процессов безударными;
- применение косозубых и шевронных передач;
- подбор шестеренчатых пар по уровню шума;
- замена металлических деталей деталями из «не звонких» материалов (полимерные и резиновые шестерни).

Методы борьбы с аэродинамическим шумом предусматривают уменьшение скорости истечения струи воздуха или газа, улучшение условий обтекания тел воздушными потоками.

Методы борьбы с гидродинамическим шумом предполагают повышение качества обработки внутренних поверхностей гидросистем, плавное регулирование потоков в системах водоснабжения и канализации, в насосных установках.

Методы борьбы с электромагнитными шумами сводятся, в основном, к правильному подбору форм пазов ротора и статора и величины зазора между ними.

Уменьшение шума на пути распространения. Для снижения шума на пути его распространения применяют звукопоглощение, звукоизоляцию, установки глушителей шума, средства индивидуальной защиты. Покрытие стен и потолков звукопоглощающими материалами (мягкие волокнистые материалы типа войлока, поропластов) дает снижение шума на 68 дБ в области высоких частот.

Для снижения высокочастотных шумов используются также штучные звукопоглотители различных конструкций (конусы, призмы, параллелепипеды), устанавливаемые непосредственно над рабочими местами. Звукопоглощение происходит путем перевода энергии шума в тепловую за счет потерь на трение в порах материала.

Звукоизоляция применяется с целью ограничения проникновения звука из одного помещения в другое через стены, перекрытия, кожухи, кабины. Для звукоизоляции применяются тяжелые и плотные материалы с закрытыми порами. Общая звукоизоляция помещения достигается созданием ограждений (стен, полов, потолков) из кирпича, бетона, железобетона. Местная звукоизоляция осуществляется в виде кожухов, капотов, кабин, боксов, куда помещают агрегат или отдельную технологическую линию.

При невозможности укрытия источника высокочастотного шума снижение шума на рабочем месте может быть достигнуто установкой экрана между рабочим и источником шума.

Акустический экран представляет собой преграду с определенной звукоизолирующей способностью, за которой возникает звуковая тень, т. е. снижение звукового давления. Экран может быть выполнен из стирального или алюминиевого листа толщиной 1,5-2 мм, к которому присоединяется звукопоглощающая облицовка толщиной 50 мм, причем увеличение толщины не увеличивает эффект звукопоглощения. Экраны эффективны лишь для средне- и высокочастотных шумов. Звуковые волны низкочастотного шума за счет дифракции легко огибают преграду, и экранирование не дает эффекта.

Глушители шума применяют для уменьшения аэродинамического шума (системы вентиляции, воздушного отопления, компрессорные установки и пр.). Глушители бывают абсорбционными, поглощающими звуковую энергию, рефлексными (реактивными), отражающими звуковую энергию, и комбинированными.

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) обоснованно лишь в тех случаях, когда невозможно добиться снижения шума другими средствами. СИЗ выбирают исходя из спектра шума на рабочем месте, они бывают в виде вкладышей (мягких или жестких), в виде наушников или шлемов. Звукопоглощающим материалом в наушниках служит поролон или ультратонкое стекловолокно. Чтобы привыкнуть к наушникам, их надевают сначала на полчаса в день, затем в течение 12 месяцев увеличивают время на 15-20 мин ежедневно. Высокочастотный шум наушники ослабляют до 35 дБ. Для защиты от низкочастотного шума они не эффективны. Человеческая речь, в основном состоящая из низкочастотных звуков, в наушниках слышима, в то время как производственный шум заглушается.

Постоянный рост автопарка в городах и интенсивности транспортных портов, расширение улично-дорожной сети приводят к значительному увеличению площади городских территорий с неблагоприятным акустическим режимом.

Для снижения шума на жилой территории строятся специальные шумозащитные (барьерные) здания – экраны (жилого и нежилого назначения), стенки, насыпи, эстакады, образующие акустическую тень.

Большое значение для снижения уровня шума в жилой среде имеет оформление лоджий и балконов с помощью звукопоглощающей облицовки.

Уменьшению транспортного шума (до 25 дБ) способствует применение типовых конструкций окон с повышенной звукоизоляцией за счет увеличения толщины стекол и воздушного пространства между ними, тройного остекления, уплотнения притворов, использования звукопоглощающей прокладки по периметру оконных рам. Специальные конструкции оконных блоков с устройством вентиляционных клапанов – глушителей («шумозащитное окно») обеспечивают естественную вентиляцию помещений при одновременном снижении транспортного шума на 25-35 дБ.

Защита от ультразвука и инфразвука. При разработке технологических процессов, проектировании и эксплуатации оборудования, а также при организации рабочего места принимаются меры снижения ультразвука в рабочей зоне до нормированных значений.

Для устранения непосредственного контакта работающих с рабочей поверхностью оборудования, жидкостью и обрабатываемыми деталями применяются дистанционное управление, автоблокировка при выполнении вспомогательных операций (загрузка и выгрузка деталей, нанесение контактных смазок и др.), приспособления для фиксации положения источника ультразвука или обрабатываемой детали, экранирование источника ультразвука.

В качестве СИЗ работающих от вредного воздействия ультразвука, распространяющегося в воздушной среде, применяются противошумы.

Для защиты рук от воздействия ультразвука в зоне контакта работающего с твердой или жидкой средой применяются защитные рукавицы или перчатки.

Зоны с уровнями ультразвука, превышающими предельно допустимые, обозначаются предупреждающим знаком «Осторожно! Прочие опасности!».

К основным мероприятиям по борьбе с инфразвуком можно отнести:

- повышение быстроходности машин, что обеспечивает перевод максимума извлечения в область слышимых частот;
- повышение жесткости конструкций больших размеров;
- устранение низкочастотных вибраций;
- установку глушителей реактивного типа.

Традиционные методы борьбы с шумом с помощью звукоизоляции и звукопоглощения мало эффективны при инфразвуке, поэтому предпочтительным является устранение источников его образования.

7. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

7.1. Источники, параметры, действие вибрации

Под **вибрацией** понимается движение точки или механической системы, при которой происходит поочередное возрастание и убывание во времени значений, по крайней мере, одной координаты.

Источниками вибраций служат ручные механические инструменты (дрели, гайковерты, электро- и бензомоторные пилы, шлифовальные машины и пр.), а также оборудование – швейные, трикотажные машины, дерево- и металлообрабатывающие станки; специальные вибрационные установки, например, для уплотнения бетонных смесей и пр., транспортные средства (наземные, водные, воздушные).

В жилых помещениях вибрация генерируется подземным и наземным транспортом, промышленными предприятиями, внутридомовым оборудованием (лифты), техническим оборудованием встроенных предприятий торговли (холодильное оборудование) и коммунально-бытового обслуживания. Ощутимая вибрация в жилых домах наблюдается при строительных работах, проводимых вблизи жилых зданий (забивка свай, демонтаж и ломка зданий, дорожные работы и пр.).

В зависимости от способа возбуждения механические колебания бывают свободными и вынужденными.

Свободные колебания возникают под действием силы инерции, равной произведению массы на ускорение, силы внутреннего трения, пропорциональной скорости колебания, и силы упругости, пропорциональной величине отклонения от равновесия. Любая система, выведенная из равновесия путем мгновенного приложения нагрузки, совершает свободные колебания, которым свойственны определенные периоды и частота.

Вынужденные колебания возникают под действием внешних периодических возмущающих сил и всегда сопровождаются возникновением собственных

колебаний, которые быстро затухают. Наиболее упрощенный вид вынужденных колебаний – синусоидальные колебания, или гармонические. По мере приближения частоты вынужденных колебаний к частоте собственных наступает явление резонанса, сопровождающееся резким увеличением амплитуды колебаний системы.

Причинами возбуждения вибраций являются возникающие при работе машин и механизмов неуравновешенные силовые воздействия из-за возвратно-поступательных движений; наличие дисбаланса масс (несовпадение центра масс и инерции) из-за неоднородности материала вращающегося тела, из-за неравномерного нагрева при горячих и холодных посадках; увеличение люфтов и зазоров при износе.

Вибрация приводит к преждевременному износу деталей и износу машин и механизмов, различного рода нарушениям и авариям.

Физические характеристики вибраций. Основные параметры вибраций: частота f , Гц; амплитуда виброперемещения A , м; виброскорость V , м/с; виброускорение a , м/с²; период колебаний T , с. Эти параметры связаны между собой следующими зависимостями:

$$V = \omega \cdot A; \quad a = \omega \cdot V = \omega^2 \cdot A; \quad \omega = 2\pi \cdot f; \quad f = 1/T,$$

где ω – угловая скорость колебаний, рад/с.

Так как параметры, характеризующие вибрацию, могут меняться в очень широких пределах, то так же, как при шуме, их удобно оценивать в логарифмических уровнях, дБ:

$$L_A = 20 \lg A/A_0 \text{ – уровень виброперемещения,}$$

$$L_V = 20 \lg V/V_0 \text{ – уровень виброскорости,}$$

$$L_a = 20 \lg a/a_0 \text{ – уровень виброускорения,}$$

где $A_0 = 8 \cdot 10^{-2}$ м, $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с, $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м/с² – пороговые значения, стандартизованные в международном масштабе.

Действие вибрации на организм человека. По действию вибрация делится на общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и локальную (местную), передающуюся через верхние конечности и плечевой пояс. При воздействии общей вибрации наблюдается нарушение сердечной деятельности, расстройство нервной системы, спазмы сосудов, изменения в суставах, приводящие к ограничению подвижности.

При длительном действии вибрации возможно возникновение виброболезни – стойкого нарушения физиологических функций организма, обусловленного воздействием вибрации на центральную нервную систему. Симптомы этой болезни – общее возбуждение (или торможение), утомление, слабость, ощущение тряски внутренних органов, сердцебиение, тошнота, головные боли и даже

судороги. В особо тяжелых случаях наблюдается атрофия мышц, поражение мозга, вестибулярного и костно-суставного аппаратов, эпилепсия. Излечение виброболезни возможно лишь на ранних стадиях ее развития.

Особенно вредны общие вибрации с частотами, близкими к собственным частотам организма и его органов, лежащие в диапазоне 6-9 Гц. В случае совпадения частот возникают резонансные явления, которые могут привести к разрыву внутренних органов. При частоте свыше 20 Гц вибрация сопровождается возникновением шума.

Местная вибрация вызывает спазмы сосудов, ухудшение кровообращения в конечностях, нарушение чувствительности кожи, способствует отложению солей в суставах кистей рук, стоп нижних конечностей. При этом, как и при общей вибрации, нарушается деятельность центральной нервной системы.

Полезная вибрация. Установлено, что в некоторых случаях вибрация не только опасна, но и полезна для человеческого организма. Учеными Каунасского политехнического института во время исследования системы «человек – виброакустическое поле – технический объект» было установлено, что человеческое тело не только воспринимает вибрацию и шум, но и как бы накапливает их, в свою очередь, излучает. Ученые разработали систему регистрации и анализа виброакустических характеристик мышечной ткани. Оказалось, что они меняются в зависимости от состояния организма, т. е. мышечный тонус, улавливаемый приборами, у здорового и больного человека неодинаков. Так, например, при поражении периферической нервной системы основные резонансные характеристики на конечностях уменьшаются: на ногах – с 32 до 16 Гц, на руках – с 72 до 52 Гц. Жалобы таких больных и традиционные врачебные обследования, как правило, подтверждает «вибродиагноз».

Помогает вибрация и в снятии усталости. Главное – точно подобрать частоты и верно дозировать продолжительность воздействия колебаний. Литовские инженеры вместе с медиками создали для этого конструкцию виброплатформы. Широкая массивная плита, укрепленная на специальных пружинах – амортизаторах, вибрирует в зависимости от подаваемых к ней по команде врача виброимпульсов. Частота колебаний обычно находится в пределах 100-150 Гц. Постояв на такой платформе всего несколько минут, человек ощущает прилив сил, бодрость. Кровяное давление, повысившееся в результате переутомления, быстро приходит к норме.

Еще одна оригинальная конструкция – виброкровать. Это простое устройство призвано облегчить жизнь больных с застойными явлениями в легких, в первую очередь при бронхиальной астме. В течение 10-12 мин грудная клетка подвергается вибрации с частотой в 30-45 Гц. Всего за несколько сеансов, как правило, удается очистить легкие и добиться значительного улучшения.

7.2. Нормирование вибраций

Различают гигиеническое и техническое нормирование.

Гигиеническое нормирование предусматривает ограничение параметров вибраций исходя из физиологических требований, исключающих возможность виброболезни.

Техническое нормирование предусматривает ограничение параметров вибрации с учетом не только физиологических требований, но и технически достижимого на сегодняшний день и для данного вида механизма уровня вибрации.

Общая вибрация делится на транспортную, транспортно-технологическую и технологическую.

Гигиеническое нормирование производственной вибрации ведется согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96 и ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования». Документы устанавливают классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры, режимы труда лиц виброопасных профессий, подвергающихся действию локальной вибрации, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

При гигиенической оценке вибраций нормируемыми параметрами являются среднеквадратичные значения виброскорости (и их логарифмические уровни) или виброускорения для локальных вибраций – в октавных полосах, а для общей вибрации – в октавных или третьоктавных полосах. Допускается интегральная оценка вибрации во всем частотном диапазоне нормируемого параметра, а также по дозе вибрации с учетом времени воздействия.

Для общей и локальной вибрации зависимость допустимого значения виброскорости (v_t), м/с, от времени фактического воздействия вибрации, не превышающего 480 мин, определяется по формуле

$$v_t = v_{480} \sqrt{\frac{480}{T}},$$

где v_{480} – допустимое значение виброскорости для длительности воздействия 480 мин.

Максимальное значение v_t для локальной вибрации не должно превышать значений, определяемых для $T=30$ мин, а для общей вибрации – при $T=10$ мин.

Для транспортной вибрации отдельно нормируются вертикальные и горизонтальные составляющие колебательного движения.

Для технологической вибрации осуществляется отдельное нормирование вибрации на рабочих местах с источниками вибрации, в помещениях без источника вибрации и в помещениях для умственного труда и административного управления.

7.3. Методы и средства защиты от вибрационных нагрузок

Методы борьбы с вибрацией сводятся к следующим мерам:

- снижению действующих переменных сил (воздействие на источник возбуждения вибраций);
- вибропоглощению (вибродемпфированию) путем увеличения сил внешнего или внутреннего трения;
- вибропоглощению путем присоединения дополнительных масс в виде фундаментов, плит и т. п.;
- увеличению жесткости конструкций машин и механизмов;
- исключению резонансных режимов путем соответствующего выбора режимов оборудования и за счет изменения его массы и жесткости;
- виброизоляции путем введения в колебательную систему дополнительной упругой связи, препятствующей передаче вибрации;
- использованию СИЗ в виде рукавиц, перчаток с вкладышами (ГОСТ 12.4.002-90), специальной обуви с многослойной резиновой подошвой (ГОСТ 12.4.024-76).

8. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

8.1. Виды и источники электромагнитных полей

Электромагнитные волны – это взаимосвязанное распространение в пространстве изменяющихся электрического и магнитного полей. Совокупность этих полей, неразрывно связанных друг с другом, называется электромагнитным полем (ЭМП).

Электромагнитное поле – это особый вид материи, характеризующийся непрерывным распределением в пространстве, способностью распространяться со скоростью света, способностью силового воздействия на заряженные частицы и токи, в процессе которого энергия поля преобразуется в другие виды энергии.

Электромагнитные поля бывают как переменные, так и постоянные.

Переменное ЭМП характеризуется векторами напряженности электрического E (В/м) и магнитного H (А/м) полей, фазы колебаний которых лежат во взаимно перпендикулярных плоскостях.

Длина электромагнитной волны составляет от долей мм до км. При распространении в вакууме или в воздухе $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

Распространение электромагнитных волн связано с переносом энергии в поле. Вектор плотности потока энергии (мощности) электромагнитных волн, $\overline{ППЭ}$, Вт/м², определяется по формуле

$$\overline{ППЭ} = \vec{E} \cdot \vec{H}. \quad (8.1)$$

$\overline{ППЭ}$ показывает, какое количество энергии протекает за 1 с сквозь площадку в 1 м², расположенную перпендикулярно движению волны.

Согласно теории ЭМП пространство около источника переменного ЭМП делится на две зоны.

Ближняя зона (индукции) находится на расстоянии $r = \lambda/6$.

Здесь λ – длина волны, определяемая соотношением $\lambda = c/f$, а c – скорость распространения ЭМП (для вакуума она равна скорости света, для воздуха может считаться равной скорости света); f – частота электромагнитных колебаний, Гц.

Дальняя зона (излучения) находится на расстоянии $r > \lambda/6$.

В зоне индукции (ближняя зона) бегущая электромагнитная волна еще не сформировалась. Электрическое и магнитное поля считаются не зависящими одно от другого. В зоне излучения (дальняя зона) поле характеризуется бегущей электромагнитной волной, которая несет энергию, определяемую вектором ППЭ.

Исследованный в настоящее время диапазон электромагнитных волн включает:

- | | |
|------------------------------|---|
| – радиоволны | $\lambda > 10^{-2}$ см; |
| – инфракрасное излучение | $\lambda = 5 \cdot 10^{-2} - 7,4 \cdot 10^{-5}$ см; |
| – видимый свет | $\lambda = 7,4 \cdot 10^{-5} - 4 \cdot 10^{-5}$ см; |
| – ультрафиолетовое излучение | $\lambda = 4 \cdot 10^{-5} - 10^{-7}$ см; |
| – рентгеновское излучение | $\lambda = 2 \cdot 10^{-5} - 6 \cdot 10^{-8}$ см; |
| – гамма-излучение | $\lambda < 2 \cdot 10^{-12}$ см. |

Несмотря на то что длина электромагнитных волн и их свойства различны, все они, начиная от радиоволн и заканчивая гамма-излучением, – одной физической природы. Весь спектр электромагнитных полей (от 10^3 до 10^{24} Гц) разделен на частотные диапазоны:

- постоянные – электростатические поля, обусловленные образованием электрических зарядов;
- электромагнитные поля промышленной частоты (50 Гц);
- электромагнитные поля радиочастот (30 Гц – 300 МГц);
- электромагнитные поля сверхвысоких (СВЧ) радиочастот (300 МГц – 300 ГГц).

Источники электромагнитных полей могут быть естественные и искусственные (антропогенные).

ЭМП естественного происхождения создается электрическими и магнитными полями Земли, атмосферным электричеством и радиоизлучением Солнца и Галактики.

ЭМП Земли состоит из электрической и магнитной составляющих. Электрическая составляющая перпендикулярна поверхности Земли и убывает с высотой. Так, если у поверхности Земли $E = 130$ В/м, то на расстоянии 9 км – 5 В/м.

Магнитная составляющая состоит из вертикальной и горизонтальной составляющих. Горизонтальная имеет максимум на экваторе ($H = 30$ А/м), вертикальная – максимум на полюсах ($H = 60$ А/м) и убывает до малых величин к экватору.

Атмосферное электричество обладает интенсивностью, зависящей от грозовой деятельности. Максимум грозовой деятельности отмечается на экваторе.

Радиоизлучение Солнца и Галактик характеризуется интенсивностью, зависящей от активности Солнца, и лежит в высокочастотном диапазоне.

Искусственные (антропогенные) ЭМП создаются источниками, широко распространенными в различных отраслях народного хозяйства, в быту, радиосвязи, медицине и т. п.

Сюда относятся антенные системы, генераторы СВЧ – энергии, высокочастотные трансформаторы, конденсаторы, линии электропередач высокого напряжения, лазерные установки, микроволновые печи, мониторы, компьютеры и др.

8.1.1. Электростатические поля

Электростатические поля (ЭСП) возникают в различных технологических процессах, а также в быту.

Статическое электричество – это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых веществ, материалов изделий или на изолированных проводниках.

В основе процесса электризации лежит контакт между двумя телами и его последующее нарушение. Статическое электричество зачастую становится причиной нарушения технологии и повышает опасность возникновения пожаров.

Искровой разряд статического электричества может явиться причиной пожара и взрывов горюче-взрывчатых смесей.

Величина электрического заряда зависит от строения веществ, находящихся в контакте, состояния поверхностей, от площади соприкосновения тел и от величины давления одного тела на другое, от скорости отрыва.

ЭСП характеризуется энергией и напряженностью, измеряемой в киловольтах на метр (кВ/м). Разряды между человеком и оборудованием в случае возникновения ЭСП могут вызывать у человека болезненные ощущения, что может привести к резким движениям, потере ориентации при работе на высоте и к травме.

Предельно допустимое воздействие на человека зарядов статического электричества установлено в ГОСТ 12.1.045-84 «Электрические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».

Регламентируется время нахождения в зоне в зависимости от напряженности электростатического поля:

- при напряженности 60 кВ/м время нахождения людей – не более 1 часа;
- при напряженности до 20 кВ/м – время не регламентируется.

При работе от 1 до 9 часов напряженность вычисляется по формуле

$$E_{\text{пду}} = 60/\sqrt{t}, \quad (8.2)$$

где t – время в часах.

Методы и средства защиты от электростатических полей. Различают две группы методов и средств, направленных на защиту от ЭСП.

Первая группа – профилактические мероприятия, позволяющие исключить или резко сократить появление зарядов СЭ. К этой группе относятся применение специальных материалов для трущихся поверхностей, имеющих низкий коэффициент трения; повышение относительной влажности воздуха; заземление металлических частей оборудования; применение антистатиков, антистатических присадок (увеличивающих электропроводность нефтепродуктов); использование СИЗ.

Вторая группа – активные мероприятия, направленные на устранение или нейтрализацию СЭ. К этой группе относятся применение индукционных, высоковольтных и радиоактивных нейтрализаторов, осуществляющих различными способами увеличение электропроводности.

8.1.2. Электромагнитные поля промышленной частоты

К ЭМП промышленной частоты (50 Гц) относятся линии электропередач (ЛЭП) напряжением до 1150 кВ, открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы.

Воздействию этих полей подвергаются как персонал, обслуживающий высокочастотные распределительные устройства, линии электропередач, так и население, проживающее в зоне прохождения этих линий (25 кВ и выше). В соответствии с ГОСТ 12.1.003-84 «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряжения и требования к проведению контроля на рабочих местах» устанавливается допустимое время пребывания персонала в ЭМП. Так, напряженность до 5 кВ/м допускается в течение рабочего дня без защитных средств.

При напряженности от 5 до 20 кВ/м нужно исходить из соотношения: $T = (50/E) - 2$. Здесь T – время, ч; E – фактическая напряженность в зоне воздействия, кВ/м.

Так, например, при $E = 10$ кВ/м время работы без защитных средств не должно превышать 3 часов.

При напряженности от 20 до 25 кВ/м, $T = 1/6$ ч.

В качестве защиты от действия электромагнитных полей промышленной частоты при строительстве новых линий электропередач (ЛЭП) предусматривают санитарно-защитные зоны или относят действующие линии на безопасное расстояние от жилых застроек.

При напряженности 5 кВ/м и выше люди, проживающие в зоне ЛЭП, жалуются на плохое самочувствие, усталость, головные боли и др.

Для защиты работающих в открытых распределительных устройствах и вблизи от воздушной линии электропередачи используются различные виды экранов.

8.1.3. Электромагнитные поля радиочастот

В зависимости от длины волн, генерируемых источниками излучения, весь радиодиапазон электромагнитных волн разбит на поддиапазоны, приведенные в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Электромагнитные волны радиодиапазона

Диапазон	Поддиапазон	Частота, Гц	Длина волны, м
ВЧ	Длинноволновый	$3 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^5$	10000 – 1000
	Средневолновый	$3 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^6$	1000 – 100
	Коротковолновый	$3 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^7$	100 – 10
УВЧ		$3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^9$	1 – 0,1
СВЧ		$3 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{10}$	0,1 – 0,01

Степень воздействия ЭМП на организм человека зависит от интенсивности, длительности облучения, расстояния до источника и от индивидуальных особенностей организма. Проводимость тканей пропорциональна содержанию в ней тканевой жидкости. Наибольшую проводимость имеет кровь и мышцы, а наименьшую – жировые ткани. Толщина жирового слоя в облучаемом участке оказывает влияние на степень отражения волн от поверхности тела человека. Головной и спинной мозг имеют незначительный жировой слой, а глаза его не имеют вовсе, поэтому эти органы подвергаются наибольшему воздействию. ЭМП радиодиапазона оказывают на организм человека двойное воздействие: тепловое и специфическое.

Тепловое воздействие заключается в следующем. Под действием высокой частоты (ВЧ) электромагнитного поля в тканях возникает ионный ток, который производит их нагрев, и электромагнитная энергия поглощается организмом. Величина поглощенной энергии будет зависеть от диэлектрической проводимости части тела. С увеличением частоты проводимость тканей увеличивается.

В диапазоне СВЧ механизм поглощения электромагнитного поля такой же, но удельная проводимость и диэлектрическая проницаемость тканей не зависят от частоты, так что волны могут проникать в организм на глубину 23 см. Длительное и систематическое воздействие на работающих ЭМП с интенсивностью, превышающей порог ($0,1 \text{ Вт/м}^2$), может привести к функциональным изменениям в организме (возникают головные боли, нарушается сон, повышается утомляемость). Возможны и необратимые изменения в организме (затормаживаются рефлексы, понижается кровяное давление, изменяется состав крови, наблюдается помутнение хрусталика глаза).

Специфическое воздействие ЭМП на организм человека происходит при интенсивностях значительно ниже теплового порога ($0,1 \text{ Вт/м}^2$). Это воздействие проявляется в том, что молекулы крови выстраиваются параллельно силовым линиям электрического поля. Возникает сонливость, ломкость костей, выпадение волос. При прекращении воздействия ЭМП функции организма могут восстанавливаться.

Оценка влияния электромагнитных излучений (ЭМИ) радиочастотного диапазона, обнаруживаемых в технике связи, в телевидении, в быту, осуществляется (согласно Санитарным правилам и нормам СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96) по:

- энергетической экспозиции (ЭЭ) для лиц, работа или обучение которых связаны с необходимостью пребывания в зонах влияния ЭМИ;
- значению интенсивности ЭМИ для лиц, не связанных с этой профессиональной деятельностью, но находящихся в жилых, общественных и служебных помещениях, подвергающихся воздействию внешнего ЭМИ.

Долговременному воздействию электромагнитного поля переменной частоты может подвергаться и продавец, находящийся за прилавком магазина, и чиновник в кабинете, и банковский служащий, и врач, т. е. люди, профессионально не связанные с обслуживанием и эксплуатацией электроустановок, являющихся источником ЭМП.

Имеются данные о биологическом действии магнитного поля промышленной частоты (МП ПЧ) 50 Гц, свидетельствующие о канцерогенном характере длительных воздействий МП ПЧ с плотностью магнитного потока, превышающего 0,3 – 0,4 мкТл.

Существует предположение, что у лиц, имеющих контакт с МП ПЧ, в отдаленном будущем могут развиваться различные заболевания типа неврологических расстройств, депрессивного синдрома, прогрессивной мышечной атрофии, болезни Альцгеймера и Паркинсона, суицида.

В 1996 году по Международным соглашениям в качестве безопасного или «нормального» уровня для условий хронического воздействия, не связанных с профессиональной деятельностью в энергетике, принята плотность магнитного потока 0,2 мкТл.

Всемирная организация здравоохранения приравнивала по вредности воздействия на организм человека электробытовые приборы к выбросам труб металлургических заводов и выхлопным газам автомобилей.

Телевизоры, компьютеры, утюги, кофемолки, электрические и микроволновые печи создают в наших квартирах электромагнитные поля, значительно превышающие международный гигиенический норматив в 0,2 мкТл. Помимо снижения иммунитета и канцерогенного воздействия электромагнитные поля «повинны» в развитии синдрома хронической усталости, обострении множества хронических недугов, снижении репродуктивной функции. При этом значение имеет не столько мощность самого источника, сколько продолжительность его воздействия и близость расположения от человека. Чтобы уменьшить действие электромагнитных полей и излучений, необходимо:

- находиться от источников излучения на расстоянии не менее 30 см, а спальные места оборудовать не ближе полутора метров.
- не включать одновременно несколько источников излучения,
- не делать из проводов петли и кольца (это увеличивает электромагнитные поля в несколько раз),
- по возможности пользоваться заземленной электропроводкой.

8.2. Средства защиты от электромагнитных излучений

При всех видах работ в условиях действия ЭМП, если не выполняются требования гигиенических норм, должны применяться средства защиты от электромагнитных излучений. Все средства защиты подразделяются на технические и организационные.

К техническим средствам защиты относятся: экранирование источников ЭМП, изоляция рабочих мест кабинами, заземление установок, использование материалов для экранирования, способных отражать и поглощать электромагнитные волны.

Экранирование – весьма эффективный способ защиты от действия ЭМП, ослабление которого происходит вследствие создания в толще экрана поля противоположного направления. Для экранирования применяются материалы с высокой электрической проводимостью (сталь, медь, алюминий, латунь) в виде листов толщиной не менее 0,5 мм или сетки с ячейками не более 4x4 мм².

К организационным мероприятиям относятся: строгий медицинский контроль при приеме на работу лиц не моложе 18 лет, регулярные периодические медицинские осмотры, инструктаж, обучение, строгое выполнение инструкций, обеспечение индивидуальными средствами защиты и пр.

Индивидуальными средствами защиты являются: спецодежда, изготовленная из специальных отражающих тканей, спецобувь с металлическими подошвами, металлические краски, защитные очки, покрытые токопроводящей пленкой, и пр.

8.3. Магнитные поля мобильной связи

Сеть сотовой связи состоит из прилегающих друг к другу радиоячеек, которые обеспечивают охват зоны обслуживания (город, район, область). В каждой ячейке имеется базовая приемопередающая станция, которая осуществляет связь между абонентами, имеющими портативные или автомобильные аппараты.

Кроме того, базовые станции могут передавать сообщения от аппаратов мобильной связи в телефонную сеть общего пользования и обратно, а также обеспечивать связь с отдельными регионами через спутниковые системы связи.

Данные, характеризующие основные параметры сотовой радиосвязи, применяемой на территории России, представлены в табл. 8.2.

Приемопередающие антенны базовых станций устанавливаются на специальных мачтах или на крышах наиболее высоких зданий, на высоте от 15 до 100 м. Максимальная излучательная мощность их, составляющая от 20 до 100 Вт, зависит от загрузки и колеблется в течение суток.

Исследованиями установлено, что вблизи мест размещения базовых станций уровни электромагнитных полей (ЭМП) не превышают гигиенических нормативов, т. е. для населения базовые станции сотовой связи не создают опасностей.

Основные характеристики систем сотовой радиосвязи

Характеристики стандартов	Наименование стандартов				
	NMT450 аналого- вый	AMPS аналого- вый	DAMPS цифровой	GSM900 цифровой	GSM1800 цифровой
Диапазон частот, МГц базовые станции	463467	869894	869894	925965	18051880
абонентские станции	453457	824849	824849	890915	17101785
Длина волн, см	66	33	33	33	17
Тип модуляции	Частотный	Частотный	Импульс- ный	Импульс- ный	Импульс- ный
Максимальная мощность базовой станции, Вт	50	100	100	50	50
Радиус сети, км	140	220	0,520	0,535	0,535
Максимальная мощность ручного индивидуального радиотелефона, Вт	1	0,6	0,8	0,25	0,125

Однако при оценке безопасности мобильных аппаратов радиосвязи (ручных и автомобильных) для непосредственных пользователей возникают проблемы, связанные с близостью расположения источника излучения к голове человека. Это вызывается тем, что в ближней зоне (зоне индукции) воздействия уровней электрической и магнитной составляющих ЭМИ не подчиняются стандартным соотношениям, характерным для сформированной электромагнитной волны, что осложняет измерение их физических параметров и оценку характера их биологического действия на человека. Дело в том, что до настоящего времени не разработаны приборы, позволяющие производить измерения электрического и магнитного поля в ближней зоне в диапазоне частот 300-3000 МГц, то есть в том интервале частот, в котором функционируют системы сотовой радиосвязи. Но работы в этом направлении ведутся.

Многочисленные исследования, проведенные в течение прошедшего десятилетия, свидетельствуют о том, что излучение ручного сотового радиотелефона может приводить к отрицательному влиянию на нервную систему, вызывать нарушения зрения, головную боль, ухудшение памяти, концентрации внимания. Есть основания полагать, что микроволновые облучения могут способствовать развитию онкологических заболеваний, катаракт, болезней Паркинсона, Альцгеймера.

С 1994 года в России действует временный гигиенический норматив, регламентирующий допустимые параметры излучения ручных сотовых радиотелефонов по плотности потока энергии (ППЭ) с учетом нерегулярно повторяющихся сеансов связи на уровне 100 мкВт/см^2 .

8.4. Лазерные излучения

Лазерная установка представляет собой генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного излучения.

Лазерные установки применяются для сварки сложнейших приборов, выполнения точнейших измерений, обработки алмазных инструментов, уникальных гравировальных работ; они используются в медицине (в операционной практике), в новейших технологиях швейной, обувной, меховой, кожевенно-галантерейной промышленности, в системах связи для передачи сигналов по лазерному лучу, для измерения расстояний, для получения объемных изображений и пр.

Излучение лазера охватывает почти весь оптический диапазон электромагнитных волн – от ультрафиолетового до дальней инфракрасной области спектра. Световой пучок излучения лазера очень узкий, что позволяет получить большую плотность потока мощности на облучаемой поверхности ($10^{11} - 10^{14}$ Вт/см²).

В качестве внешних источников энергии в лазерах используются газоразрядные импульсные лампы, лампы непрерывного горения, СВЧ, сами по себе представляющие при эксплуатации различные виды опасности.

Характер и степень вредного действия на организм человека лучей лазера зависят от направленности луча, длины волн, мощности излучения, характера импульсов, их частоты. Энергия излучения лазера поглощается тканями организма, от чего в них возникает тепло. Так как глаза не имеют жировых прослоек, то облучение для них представляет наибольшую опасность.

Облучение лучами лазера может нарушить деятельность центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, повредить кожу, глаза. Излучение может стать причиной свертывания или распада крови, повышенной утомляемости, головной боли, расстройства сна.

Нормирование лазерного излучения. За основную характеристику предельно допустимого уровня (ПДУ) лазерного излучения принимается энергетическая экспозиция (Н, Дж/см²) облучаемых тканей в спектральном диапазоне от 0,2 до 20 мкм, которая регламентируется отдельно для роговицы, сетчатки глаза и кожи. («Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» СанПиН 5804-91).

Лазеры классифицируются на четыре класса опасности. Наиболее опасны лазеры 4-го класса.

Методы и средства защиты от лазерного излучения. Помещения для установки лазеров должны быть отдельными, специально оборудованными. Установка размещается так, чтобы луч лазера был направлен на капитальную огнестойкую стенку. Следует защищаться не только от прямого излучения лазера, но и от рассеянного и отраженного излучений, поэтому все поверхности в помещении должны иметь покрытие или окраску с малым коэффициентом отра-

жения. Освещение должно быть с высоким уровнем освещенности, чтобы зрачок глаза имел минимальное расширение.

Лазерные установки 4-го класса должны иметь дистанционное управление, а 2-го и 3-го классов – экранирование пучка излучений.

В качестве индивидуальных средств защиты для защиты глаз используются очки марки ЗП590, стекла которых покрыты диоксидом олова (SnO_2), обладающим полупроводниковыми свойствами.

Обслуживающий персонал должен работать в специальных халатах, изготовленных из хлопчатобумажной или бязевой ткани светло-зеленого или голубого цвета.

8.5. Ультрафиолетовые излучения

При длительном пребывании людей в закрытых помещениях с ограниченным доступом солнечного света, для обеззараживания воздушной среды помещений, используют ультрафиолетовое излучение, которое относится к виду неионизирующих излучений. Ультрафиолетовое излучение (УФО) является частью спектра электромагнитных волн оптического диапазона в интервале 205315 нм. Как физический фактор среды УФО подчиняется правилу Арндта-Шульца, установленному экспериментально. В соответствии с этим правилом при воздействии какого-либо физического фактора на биологический объект наблюдается ряд фаз. При малых уровнях воздействия наблюдается благотворное воздействие, по мере увеличения воздействия усиливается стимулирование эффекта вплоть до патологии. Поэтому УФО, являясь биологически активным физическим фактором, может принести как пользу, так и вред здоровью людей. При использовании УФО необходимо соблюдать определенные правила, обеспечивающие экологическую безопасность людей. Эти правила заключаются в следующем.

– В помещениях, где находятся люди, применяются только закрытые облучатели (рециркуляторы) или блоки бактерицидных ламп в воздуховодах приточно-вытяжной вентиляции. Это исключает облучение людей.

– Если в помещении установлены открытые облучатели, у которых поток излучения направлен непосредственно на весь объем помещения или потолок, то следует строго выдерживать предельное время пребывания людей в помещении, устанавливаемое расчетным путем в зависимости от размеров помещения, поверхностной плотности падающего потока излучения, КПД облучателей и других параметров.

– При обнаружении запаха озона необходимо немедленно отключить облучатели от сети, удалить людей из помещения, включить вентиляцию до полного исчезновения запаха озона.

– Подача и отключение питания открытых облучателей от электрической сети должно осуществляться с помощью отдельных выключателей, расположенных вне помещения и заблокированных со световым табло над дверью: «Не входить! Осторожно! Идет обеззараживание ультрафиолетовым излучением!».

– Бактерицидные лампы, отработавшие срок службы или вышедшие из строя, должны храниться запакованными в отдельном помещении и утилизироваться в соответствии с установленными требованиями.

9. ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

Радиоактивность – это самопроизвольное превращение ядер одних атомов в ядра других атомов, сопровождающееся испусканием ионизирующих излучений.

Ионизирующее излучение – это любое излучение, вызывающее ионизацию среды, т. е. протекание электрических токов в среде (в том числе и в организме человека), что приводит к разрушению клеток, изменению состава крови, ожогам и другим тяжким последствиям.

Под термином «проникающая радиация» понимают поражающий фактор ионизационных излучений, возникающих, например, при взрыве атомного реактора.

9.1. Виды и источники ионизирующих излучений

Ионизирующие излучения разделяются на два вида: электромагнитные (γ -излучения, рентгеновское излучение) с очень малой длиной волны и корпускулярные (α -, β -излучения, нейтронное излучение).

γ -излучение обладает небольшой ионизирующей и большой проникающей способностью, оно может быть задержано лишь толстой свинцовой или бетонной плитами. Это коротковолновое, высокочастотное электромагнитное излучение, распространяющееся со скоростью света, возникающее в процессе ядерных реакций или радиоактивного распада.

α -излучение обладает большой ионизирующей и малой проникающей способностью (не проходит через внешний слой кожи). Оно не представляет опасности до тех пор, пока радиоактивные вещества, испускающие α -частицы, не попадут внутрь организма через рану, с пищей, с вдыхаемым воздухом. Тогда оно становится чрезвычайно опасным.

β -частицы могут проникать в ткани организма на глубину 12 см, поэтому они одинаково опасны как при непосредственном прикосновении к излучаемому веществу, так и на расстоянии.

Различают естественную (природную) радиоактивность и искусственную (у элементов, получаемых искусственным путем).

Естественные источники ионизирующих излучений. Природная радиоактивность была открыта в 1898 году физиком Беккерелем при исследовании солей урана. Пьер и Мария Кюри, изучая радиоактивность других химических элементов, открыли ранее не известные элементы, названные радием и полонием, радиоактивность которых во много раз превосходила радиоактивность урана. Основную часть облучения население Земного шара получает от естественных источников радиации земного и космического происхождения. Человек

подвергается облучению двумя способами: внешним облучением (радиоактивные вещества находятся вне организма) и внутренним (зараженная пища, воздух, вода).

Уровень радиации в некоторых местах Земного шара, особенно там, где залегают радиоактивные породы, оказывается значительно выше среднего, а в других местах, соответственно, ниже. Доза облучения зависит также от образа жизни людей. Применение некоторых строительных материалов, использование газа для приготовления пищи, герметизация помещений, полеты на самолетах – все это увеличивает уровень облучения за счет естественных источников радиации. Космические лучи, попадающие на поверхность Земли, порождают вторичное излучение и осуществляют внешнее облучение людей.

Наиболее весомым из всех естественных источников радиации является невидимый, не имеющий вкуса и запаха тяжелый газ (в 7,5 раза тяжелее воздуха) – радон со своими дочерними продуктами. Этот газ ответствен за три четверти годовой дозы облучения, получаемой населением от земных источников радиации, и за половину дозы от всех естественных источников.

Большую часть радона получает человек вместе с вдыхаемым воздухом, особенно в непроветриваемых помещениях. В природе радон встречается в двух основных формах: радон-222 (от распада урана-238) и радон-220 (от распада тория-232). Но наибольшая часть облучения идет от его дочерних продуктов распада. В зонах с умеренным климатом концентрация радона в закрытых помещениях в 8 раз выше, чем в наружном воздухе. Источником радона являются природный газ, используемый в жилых домах, некоторые источники воды. Наибольшая концентрация радона обнаружена в ванной комнате (в 3 раза выше, чем на кухне, и в 40 раз выше, чем в жилой комнате).

Другими источниками радионуклидов радона служат уголь, сжигаемый в жилых домах или на ТЭЦ, термальные водоемы, фосфатные месторождения (для производства удобрений и как кормовая добавка), а также строительные материалы, изготавливаемые из золы и шлака.

Искусственные источники ионизирующих излучений. За последнее десятилетие человек создал сотни искусственных радионуклидов и научился использовать энергию атома в различных целях: в медицине, в производстве атомного оружия, для получения энергии, в средствах обнаружения пожаров, для изготовления светящихся циферблатов, для поиска полезных ископаемых и т. д. Все это приводит к увеличению дозы облучения как отдельных людей, так и населения Земли в целом.

Индивидуальные дозы, получаемые людьми разных профессий от искусственных источников радиации, сильно различаются. В большинстве случаев эти дозы весьма невелики, но иногда облучение за счет техногенных источников оказывается во много тысяч раз интенсивнее, чем за счет естественных.

Радиация от техногенных источников контролируется легче, чем от естественных источников, но облучение, связанное с радиоактивными осадками от ядерных взрывов, аварий, также невозможно контролировать, как и облучение, обусловленное космическими лучами или земными источниками.

9.2. Критерии опасности ионизирующих излучений

Степень воздействия ионизирующих излучений на живой организм зависит от мощности дозы облучения, продолжительности этого воздействия и вида излучения и радионуклида, попавшего в организм.

Экспозиционная доза – это энергетическая характеристика γ -излучения и рентгеновского излучения в сухом атмосферном воздухе. Единица измерения – кулон на килограмм (Кл/кг). 1 Кл/кг – это экспозиционная доза излучения, при которой сумма электрических зарядов ионов одного знака, образовавшихся в 1 кг воздуха, равна 1 кулону.

Внесистемная единица – рентген (Р). $1 \text{ Р} = 2,85 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$.

Биологическое действие ионизирующих излучений на живой организм зависит от поглощенной дозы. Это количество энергии излучения, поглощенное единицей массы облучаемого тела (тканями организма).

Поглощенная энергия измеряется в *греях* ($1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$) в системе СИ.

Внесистемная единица рад ($1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$). Однако эта единица не учитывает того, что α -излучение гораздо опаснее γ - и β -излучений (при одинаковой поглощенной дозе).

Эквивалентная доза учитывает биологическую активность излучения и измеряется в *зивертах* ($1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг}$).

Зиверт представляет собой единицу поглощенной дозы, умноженную на коэффициент, учитывающий неодинаковую радиационную опасность для организма разных видов ионизирующего излучения.

Для оценки эквивалентной дозы применяется БЭР (биологический эквивалент рада). $1 \text{ БЭР} = 0,01 \text{ Зв}$.

Эффективная доза облучения. Разные части тела (органы, ткани) по-разному чувствительны к ионизационному излучению. Так, при одинаковой эквивалентной дозе облучения возникновение рака в легких более вероятно, чем в щитовидной железе. Поэтому введена эффективная доза, получаемая путем умножения эквивалентной дозы на соответствующий коэффициент и суммирования по всем органам и тканям. Эффективная доза отражает суммарный эффект облучения, измеряется в *зивертах*.

Международной комиссией по радиационной защите рекомендованы значения коэффициентов радиационного риска для определения эффективно-эквивалентной дозы: костный мозг – 0,12; костная ткань – 0,03; щитовидная железа – 0,03; молочная железа – 0,15, легкие – 0,12, генталии – 0,25, другие ткани – 0,3 (сумма коэффициентов для организма в целом равна 1,0).

Поглощенная, эквивалентная и эффективно-эквивалентная дозы описывают индивидуально полученные дозы облучения.

Облучение, полученное группой людей, измеряется в *человеко-зивертах* и называется *коллективной эффективной дозой*.

Поскольку многие радионуклиды распадаются очень медленно и остаются радиоактивными в отдаленном будущем, то для учета коллективной дозы, ко-

торуую получают многие поколения людей от какого-либо радиоактивного источника за все время его существования, используют величину ожидаемой (полной) коллективной эффективной дозы.

Показатели загрязнения местности. При выпадении радиоактивных веществ на местности образуются районы радиоактивного загрязнения. Для оценки внешнего и внутреннего облучения используется показатель, называемый мощностью дозы излучения (или уровнем радиации на местности), измеряемый дозиметрическими приборами в дозе облучения за единицу времени (рентген/час, рад/час) и обозначаемый $P_{\text{изм}}$.

Для оценки загрязнения различных предметов, техники, продуктов используются более мелкие единицы измерения (миллирентген/час, микрорентген/час; миллирад/час; микрорад/час).

Другой показатель – доза радиации до полного распада радиоактивного вещества (Д):

$$D = 5 P_{\text{изм}} \cdot t_{\text{изм}},$$

где $P_{\text{изм}}$ – рад/с; $t_{\text{изм}}$ – время измерения после заражения.

Количество радиоактивного вещества, приходящееся на единицу поверхности, объема или веса, называется плотностью радиоактивного заражения (соответственно поверхностное, объемное и удельное загрязнение) и выражается в Ки/м³, Ки/дм³, Ки/кг. Ки (кюри) – единица радиоактивности, равная $3,7 \cdot 10^{10}$ распадов в с.

9.3. Воздействие ионизирующих излучений

Радиация по самой своей природе вредна для жизни. Малые дозы облучения могут провоцировать рак, генетические повреждения. При больших дозах радиация разрушает клетки, повреждает ткани органов и является причиной гибели организма. Повреждения, вызываемые большими дозами облучения, проявляются в течение нескольких часов или дней. Раковые заболевания проявляются спустя несколько лет (через 10-20 лет), а врожденные пороки развития и другие наследственные болезни, вызываемые повреждениями генетического аппарата, – в следующих поколениях. Любой человек, подвергшийся действию радиации, не обязательно заболеет раком или станет носителем наследственных заболеваний, однако риск увеличивается. И он тем выше, чем больше доза полученного облучения.

Механизм воздействия ионизирующего излучения на ткани живого организма. Заряженные α -, β -частицы проникают в ткани организма, теряют энергию в ходе электрического взаимодействия с электронами тех атомов, близ которых они проходят.

Электрическое взаимодействие. За время 10^{-8} секунд после проникновения излучения от атома в ткани организма отрывается электрон, заряженный отрицательно. Остальная часть атома становится положительно заряженной. Это ионизация.

Физико-химические изменения. Как свободный электрон, так и ионизированный атом не могут долго пребывать в таком состоянии и в течение 10^{-5} с участвуют в сложной цепи реакций, в результате чего образуются новые молекулы, включая «свободные радикалы».

Химические изменения. В течение 10^{-3} с образовавшиеся свободные радикалы реагируют друг с другом, с другими молекулами и образуют химические модификации биологически важных молекул, необходимых для нормального функционирования клеток.

Биологические эффекты. Биологические изменения происходят как через несколько секунд, так и через десятилетия и являются причиной гибели клеток или долговременных проявлений. Если доза облучения достаточно велика, облученный человек погибает. Облучение дозой порядка 100 Гр вызывает настолько серьезное поражение нервной системы, что смерть, как правило, наступает в течение нескольких часов или дней. При дозах облучения от 10 до 50 Гр (при облучении всего тела) поражение центральной нервной системы может оказаться не настолько серьезным, чтобы привести к летальному исходу, однако облученный человек, возможно, умрет через одну-две недели от кровоизлияний в желудочно-кишечном тракте.

Ионизирующие излучения могут вызвать у человека проявление лучевой болезни. Лучевая болезнь различается по трем степеням: первая (легкая), вторая и третья (тяжелая).

Первая степень лучевой болезни сопровождается головными болями, слабостью, нарушением аппетита и сна. Эти симптомы усиливаются на второй стадии заболевания, но к ним присоединяются нарушения в сердечно-сосудистой деятельности, изменения обмена веществ, состава крови, расстройства пищеварительных органов.

Третья степень проявляется кровоизлиянием и выпадением волос, нарушениями деятельности центральной нервной системы и половых желез. Повышается вероятность развития злокачественных опухолей и заболеваний кровеносных органов.

Облучение организма большими дозами ионизирующих излучений за короткий период времени приводит к лучевой болезни в острой (тяжелой) форме.

Развитие легкой формы лучевой болезни возникает при эквивалентной дозе облучения в 1 Зв; тяжелая форма, при которой погибает 50 % облученных, наступает при эквивалентной дозе облучения 4,5 Зв. Стопроцентный смертельный исход лучевой болезни соответствует эквивалентной дозе облучения 5,5-7,0 Зв.

9.4. Защита от действия ионизирующих излучений

Система защиты человека от вредного и опасного воздействия ионизирующего излучения включает в себя организационные, гигиенические, технические и лечебно-профилактические мероприятия.

Основные из них следующие:

- сокращение продолжительности работы в зоне излучения;

- увеличение расстояния между оператором и источником;
- экранирование источника излучения;
- использование манипуляторов и роботов;
- использование средств индивидуальной защиты и предупреждение знаком радиационной опасности;
- постоянный контроль за уровнем и дозами облучения персонала.

Предотвращением попадания радиоактивных веществ в воздух, воду и пищевые продукты обеспечивается защита от внутреннего облучения.

В «Нормах радиационной безопасности № НРБ-99 приведены категории облучаемых лиц, дозовые пределы и мероприятия по защите людей от облучения.

«Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» ОСПОРБ-99 регламентируют размещение установок, организационных работ, получение и хранение источников излучения, требования к вентиляции, обезвреживанию радиоактивных отходов и др.

Нормы облучения устанавливаются для 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 излучений;
- население страны, республики, края, области.

10. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

10.1. Электробезопасность

10.1.1. Действие электрического тока на организм человека

Статистика свидетельствует, что в общем числе несчастных случаев число электротравм невелико (до 1 %), однако в ряду случаев смертельных и с инвалидным исходом удельный вес электротравм значителен, составляет 12-15 % и занимает среди других причин одно из первых мест.

Особенности действия электрического тока на живой организм.

Характер действия электрического тока может быть:

- *термическим*, проявляющимся ожогами не только поверхности тела, но и нагревом кровеносных сосудов, крови, нервов;
- *электролитическим*, вызывающим разложение крови, лимфы и изменения их физико-химического состава;
- *биологическим*, раздражающим и возбуждающим живые ткани организма, вызывающим произвольные судорожные сокращения мышц, в том числе дыхательных, и мышц сердца.

Действие электрического тока приводит к двум видам поражения органов: электрическим травмам и электрическому удару.

Электрические травмы – это местные поражения организма в виде ожогов, металлизации кожи и механических повреждений.

Электрический ожог может быть вызван протеканием тока непосредственно через тело человека, а также воздействием электрической дуги на тело. В первом случае ожог является следствием преобразования энергии электрического тока, протекающего через пораженный участок тела, в тепловую. Такой вид ожога возникает редко и характеризуется обычно 1 или 2 степенью, то есть является сравнительно легким (покраснение кожи, образование пузырей). Ожог, вызванный электрической дугой, является наиболее распространенным видом электротравм, он обусловлен большей энергией и высокой температурой дуги (свыше 3500 °С) и носит, как правило, тяжелый характер: 3 или 4 степень (омертвление всей толщи кожи и обугливание тканей).

Металлизация кожи – это проникновение в верхние слои кожи мельчайших частиц металла, испарившегося или расплавившегося под действием электрической дуги. Обычно при этом имеет место ожог кожи.

Механические повреждения являются следствием непроизвольных сокращений мышц организма под действием тока. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов, нервной ткани, вывихи суставов, а также отрывные и компрессионные переломы костей.

Электрические травмы в большинстве случаев излечиваются, но иногда приводят к гибели организма. Однако в этом случае непосредственной причиной смерти является уже не электрический ток, а местное повреждение организма, вызванное электрическим током.

Электрический удар характеризуется воздействием тока на жизненно важные органы человека, при этом поражается весь организм в целом, что может привести к его гибели. Внешних местных повреждений организм может не иметь.

В зависимости от исхода поражения электрические удары условно делятся на следующие четыре степени: 1 – судорожное сокращение мышц без потери сознания; 2 – судорожное сокращение мышц с потерей сознания; 3 – потеря сознания и нарушение функции сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе); 4 – клиническая смерть.

10.1.2. Факторы, влияющие на степень поражения электрическим током

Тяжесть воздействия электрического тока (исход) зависит от величины тока и напряжения, сопротивления тела, длительности протекания тока, частоты и рода тока, от индивидуальных свойств человека.

Величина тока является главным фактором, от которого зависит исход поражения. Ток величиною до 10 мА (при 50 Гц) называется током *отпускающим*, он не может вызвать поражения человека, но может стать косвенной причиной

несчастливого случая. Ток 10-15 мА вызывает сильные и весьма болезненные судороги мышц, которые человек преодолеть не в состоянии, то есть он не может разжать руку, которой касается токоведущей части. Такой ток называется *неотпускающим*. Длительное действие такого тока приведет к снижению сопротивления тела. При 25-50 мА действие тока распространяется и на мышцы грудной клетки, что может привести к прекращению дыхания. Одновременно происходит сжатие кровеносных сосудов, повышение артериального давления и ослабление деятельности сердца. Исследованиями установлено, что ток силой более 50 мА может смертельно травмировать человека в течение 0,1 с.

При 100 мА ток оказывает непосредственное влияние на мышцы сердца, вызывая его фибрилляцию. В результате прекращается работа сердца, останавливается кровообращение, что приводит к смерти.

Наибольшее число поражений от электрического тока приходится на установки напряжением до 1000 В. Относительно безопасным для человека в сырых помещениях принято считать напряжение до 12 В, в сухих помещениях – до 36 В. В этих случаях величина тока, проходящего через тело человека, не превысит 10 мА. Напряжения 12-42 В называют *малыми напряжениями*.

Электрическое сопротивление тела человека колеблется в широком диапазоне (500-500000 Ом) и складывается из сопротивления его внутренних органов (300-500 Ом) и верхнего слоя кожи, обладающего значительно большим сопротивлением. Чистая, сухая и неповрежденная кожа имеет сопротивление от 2 тыс. до 2 млн. Ом. Сопротивление тела резко уменьшается при повреждении и загрязнении кожи. Сухая грубая мозолистая кожа, отсутствие усталости и нормальное состояние нервной системы повышают сопротивление человеческого организма. За расчетное сопротивление тела человека принимается величина, равная 1000 Ом.

Длительность протекания тока через тело человека влияет на исход поражения вследствие того, что со временем резко нарастает ток за счет уменьшения сопротивления тела и накапливаются отрицательные последствия воздействия тока на организм. Через 30 с сопротивление тела человека протеканию тока падает примерно на 20 %, а через 90 с – на 70 %.

Род и частота тока также определяют степень поражения. Наиболее опасным является переменный ток с частотой 50 Гц. При частоте меньше 20 или больше 1000 Гц опасность тока заметно снижается.

При постоянном токе неотпускающий ток повышается до 60-70 мА. Токи частотой свыше 500000 Гц не оказывают раздражающего действия на ткани и поэтому не вызывают электрического удара. Однако они сохраняют опасность по условиям термических ожогов.

Индивидуальные свойства человека – состояние здоровья, подготовленность к работе на электрической установке и другие факторы также имеют значение для исхода поражения. Поэтому обслуживание электроустановок поручается лицам, прошедшим специальное обучение и медицинский осмотр.

10.1.3. Условия поражения электрическим током

Схема включения человека в электрическую цепь. Поражение человека током возникает при протекании через него тока в результате включения тела в электрическую цепь. Наиболее типичными являются две схемы включения: между двумя проводами (двухфазное включение) и между проводом и землей (однофазное включение).

Двухфазное включение (рис. 10.1) является весьма опасным, поскольку к телу человека в этом случае прикладывается наиболее возможное в данной сети напряжение – линейное.

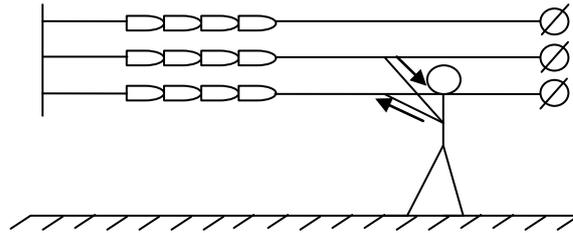


Рис. 10.1. Схема двухфазного включения человека

При таком включении ток, мА, протекающий через человека, будет определяться уравнением

$$J_T = \frac{U_{\Delta}}{R_T} \cdot 1000 \quad , \quad (10.1)$$

где U_{Δ} – линейное напряжение, то есть напряжение между проводами, которых касается человек, В; R_T – сопротивление тела человека, Ом.

В сети с линейным напряжением 380 В и при сопротивлении человека 1000 Ом этот ток будет равен:

$$J_T = \frac{380}{1000} \cdot 1000 = 380 \text{ мА},$$

то есть является, безусловно, опасным для жизни человека.

Случаи двухфазного включения человека происходят очень редко. Они являются, как правило, результатом работы под напряжением, применения неисправных индивидуальных защитных средств, а также эксплуатации оборудования с неогражденными голыми токоведущими частями (открытые рубильники, незащищенные зажимы сварочных трансформаторов, двигателей).

Однофазное включение (рис. 10.2) происходит во много раз чаще, но является менее опасным, чем двухфазное. При однофазном включении напряжение, под которым оказывается человек, не превышает фазного, то есть меньше линейного U_{Δ} в 1,73 раза.

Соответственно меньше оказывается и ток, протекающий через человека. На величину этого тока влияет режим нейтрали источника тока, сопротивление пола, на котором стоит человек, сопротивление его обуви и некоторые другие факторы.

В сети с заземленной нейтралью (рис. 10.2а) цепь тока, проходящего через человека, включает в себя, кроме сопротивления тела человека R_T , сопротивление пола R_n , на котором он стоит, сопротивление обуви $R_{об}$, сопротивление заземления нейтрали источника тока R_3 , генератора, трансформатора и т.п.

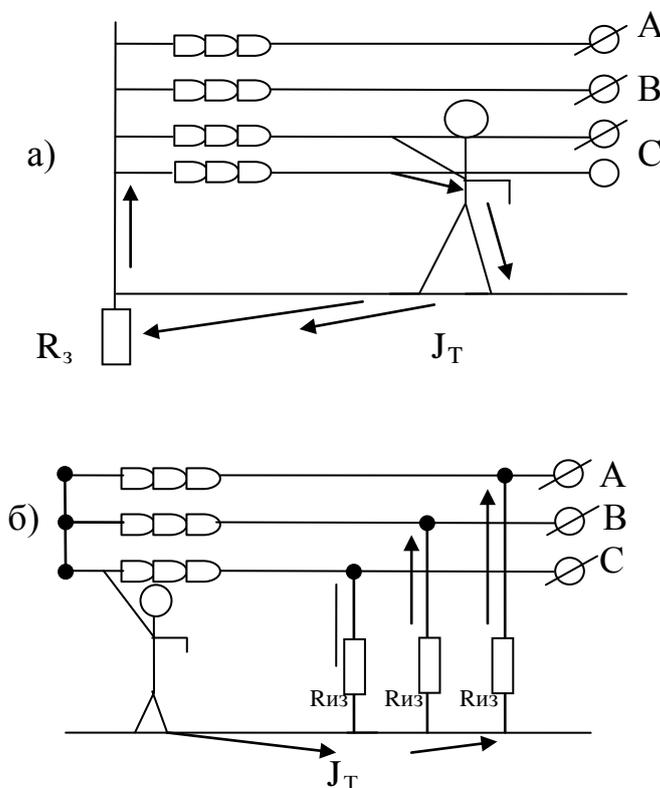


Рис. 10.2. Схема однофазного включения человека в сеть трехфазного тока: а) с заземленной нейтралью; б) с изолированной нейтралью

Этот ток, мА, можно определить по формуле

$$J_T = \frac{U_{л}}{1,73 \cdot (R_T + R_n + R_{об} + R_3)} \cdot 1000. \quad (10.2)$$

Рассмотрим наиболее неблагоприятный случай, когда человек, прикоснувшийся к одной фазе, стоит непосредственно на сыром грунте или на проводящем (металлическом) полу; обувь его также проводящая, сырая или имеет металлические гвозди. Следовательно, $R_n = 0$ и $R_{об} = 0$.

Поскольку сопротивление заземления нейтрали R_3 , как правило, равно 4 Ом, им без ущерба для точности подсчета можно пренебречь. В результате выражение (10.2), мА, примет следующий вид:

$$J_T = \frac{U_{л}}{1,73 \cdot R_T} \cdot 1000. \quad (10.3)$$

Тогда при линейном напряжении $U_{л} = 380$ В через человека будет протекать

ток
$$J_T = \frac{380}{1,73 \cdot 1000} \cdot 1000 = 220 \text{ мА},$$

опасный для жизни.

Если же человек стоит на изолирующем основании, например на деревянном полу, и имеет на ногах непроводящую (резиновую) обувь, то, принимая $R_n = 60000 \text{ Ом}$ и $R_{об} = 50000 \text{ Ом}$, получим

$$J_T = \frac{380}{1,73 \cdot (1000 + 60000 + 50000)} \cdot 1000 = 2,0 \text{ мА.}$$

Такой ток безопасен для человека.

В действительности, сухие деревянные полы и резиновая обувь обладают значительно большими сопротивлениями по сравнению с принятыми, то есть ток, протекающий через человека, будет еще меньше.

Этот пример показывает, какое исключительное значение для безопасности лиц, работающих на электроустановках, имеет изолирующий пол и изолирующая обувь.

В сети с изолированной нейтралью (рис. 10.2б) ток, протекая через человека, возвращается к источнику тока через изоляцию проводов, которая обладает большим сопротивлением.

Величина тока, мА, протекающего через человека, определяется для этого случая уравнением

$$J_T = \frac{1,73 \cdot U_{л}}{3 \cdot (R_T + R_n + R_{об}) + R_{из}} \cdot 1000, \quad (10.4)$$

где $R_{из}$ – сопротивление изоляции одной фазы сети относительно земли, Ом.

В худшем случае, когда человек стоит на проводящем полу и имеет проводящую обувь, то есть при $R_n = 0$ и $R_{об} = 0$, уравнение упростится:

$$J_T = \frac{1,73 \cdot U_{л}}{3R_T + R_{из}} \cdot 1000. \quad (10.5)$$

При $U_{л} = 380 \text{ В}$ и $R_{из} = 60000 \text{ Ом}$ получим

$$J_T = \frac{1,73 \cdot 380}{3 \cdot 1000 + 60000} \cdot 1000 = 10 \text{ мА.}$$

Этот ток значительно меньше тока (220 мА), вычисленного для случая однофазного включения при аналогичных условиях, но в сети с заземленной нейтралью.

Если же принять $R_n = 60000 \text{ Ом}$ и $R_{об} = 50000 \text{ Ом}$, то ток будет еще меньше:

$$J_T = \frac{1,73 \cdot 380 \cdot 1000}{3 \cdot (1000 + 60000 + 50000) + 60000} = 1,7 \text{ мА.}$$

Таким образом, в сети с изолированной нейтралью условия безопасности находятся в прямой зависимости не только от сопротивления пола и обуви, но и от сопротивления изоляции проводов относительно земли: чем лучше изоляция, тем меньше ток, протекающий через человека. В сети с заземленной нейтралью положительная роль изоляции проводов практически полностью утрачена.

Таким образом, при прочих равных условиях однофазное включение человека в сети с изолированной нейтралью менее опасно, чем в сети с заземленной нейтралью. Этот вывод справедлив для нормальных (безаварийных) условий работы сети. В случае же аварии, когда одна из фаз замкнута на землю, сеть с изолированной нейтралью может оказаться более опасной. Объясняется это тем, что при такой аварии напряжение между фазой и землей в сети с изолированной нейтралью может возрасти с фазного до линейного, в то время как в сети с заземленной нейтралью повышение напряжения может быть незначительным.

В сетях с напряжением выше 1000 В вследствие большей их протяженности, а следовательно, большей емкостной проводимости между фазами и землей опасность однофазного и двухфазного включений человека практически одинакова и не зависит от режима нейтрали сети. Любое из этих включений является весьма опасным, так как ток, протекающий через человека, достигает очень больших значений.

Явление стекания тока в землю. Земля – хороший проводник электрического тока. Поэтому при падении токоведущего провода на землю или в местах расположения заземлителей электроустановок земля может оказаться под напряжением. В первом случае имеет место случайный контакт, во втором случае – преднамеренный (рис. 10.3).

Если ток стекает с одиночного провода, упавшего на землю (случайный контакт), то растекание тока в земле происходит по закону гиперболы, а потенциал меняется в зоне радиусом ≈ 20 м. За пределами этого радиуса падение напряжения практически отсутствует (рис. 10.3а).

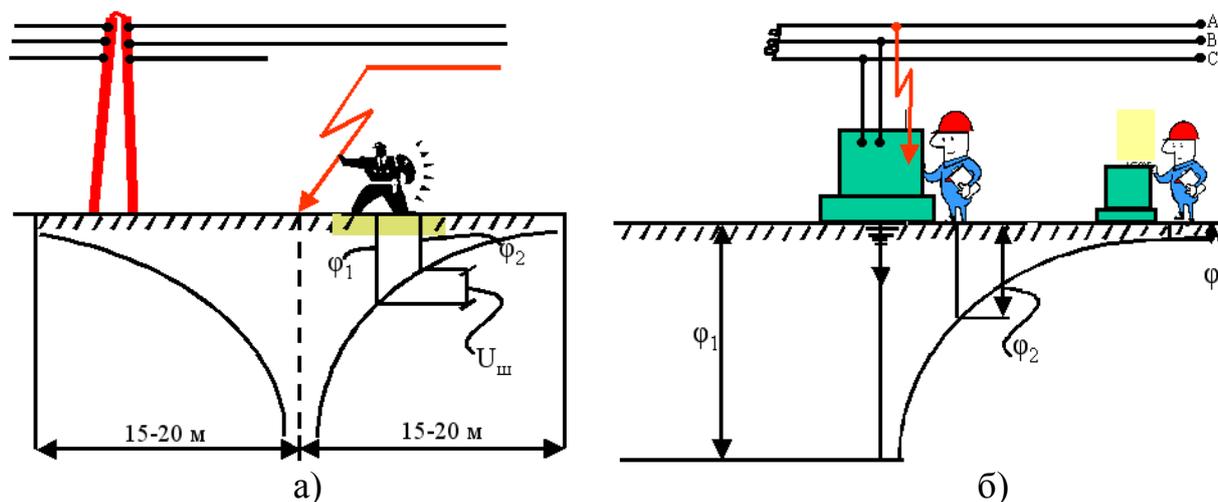


Рис. 10.3. Явления стекания тока в землю: а) случайное падение электропровода на землю; б) преднамеренное заземление корпуса электрооборудования

Если в зоне растекания тока оказался человек, то между ногами возникает разность потенциалов $U_{ш} = \phi_1 - \phi_2$ – шаговое напряжение. Чем шире шаг, тем больше значение $\phi_1 - \phi_2$, тем больше напряжение, под которым окажется человек (рис. 10.3а).

При $\varphi_1 - \varphi_2 \geq 40$ В появляются судороги ног и другие явления. Из зоны растекания электротока рекомендуется выходить мелкими шагами (20-30 см) либо прыгать на одной ноге.

В случае повреждения электроизоляции корпуса электрооборудования при наличии защитного заземления ток уходит в землю.

Если к корпусу прикасается человек, то он оказывается под напряжением, равным разности φ_1 и φ_2 . Это напряжение прикосновения $U_{пр} = \varphi_1 - \varphi_2$ (рис. 10.3б). По мере удаления человека от поврежденного корпуса $U_{пр}$ возрастает.

Влияние окружающей среды на степень опасности поражения электрическим током. Окружающая среда и окружающая обстановка усиливают или ослабляют опасность поражения электрическим током. Влага, пыль, высокая температура, едкие пары и газы разрушающе действуют на изоляцию установок, усиливая опасность поражения. В этих условиях понижается и электрическое сопротивление человека.

Воздействие тока на человека усугубляется также наличием токопроводящих полов и расположенных близко к электрооборудованию металлических заземленных предметов, так как одновременное прикосновение человека к токоведущим частям и к этим предметам будет сопровождаться протеканием через него большого тока.

Поэтому действующие правила делят все помещения по степени опасности поражения людей электрическим током на три класса: 1) без повышенной опасности; 2) с повышенной опасностью; 3) особо опасные.

Помещения без повышенной опасности – это помещения сухие с изолирующими (например, деревянными) полами, в которых отсутствуют условия, свойственные помещениям с повышенной опасностью и особо опасным.

Примером помещения без повышенной опасности могут служить обычные жилые комнаты и офисы, швейные трикотажные цеха, цеха часовых и приборных заводов, размещенные в сухих, беспыльных помещениях с изолирующими полами и нормальной температурой.

Помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырости (относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %); высокой температуры (температура воздуха длительно превышает $+30$ °С); токопроводящей пыли (по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она оседает на проводах и проникает внутрь электрооборудования); токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т.п.), возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологических аппаратов, механизмов и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

Примером помещения с повышенной опасностью могут служить лестничные клетки различных зданий с проводящими полами, цехи по механической

обработке металла, по ремонту теле-, радиоаппаратуры, даже если они размещены в сухих отапливаемых зданиях с изолированными полами и т.п.

Помещения особо опасные характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, то есть в которых относительная влажность воздуха близка к 100 % (стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой); химически активной среды, то есть в которых по условиям производства содержатся пары или образуются отложения, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования; одновременно двух или более условий, свойственных помещениям с повышенной опасностью.

Примером особо опасного помещения служат ваннные комнаты в жилых домах, не отапливаемые подвалы с проводящими полами, отопительные и производственные котельные, прачечные, цеха химической окраски и т.п. Сюда же относятся и участки работ на земле, под открытым небом.

10.1.4. Профилактика электротравматизма

Условия эксплуатации электрического оборудования с точки зрения безопасности труда коренным образом отличаются от условий эксплуатации другого оборудования. Электрический ток не имеет внешних признаков, и органы чувств человека не обнаруживают грозящей ему опасности. При эксплуатации, ремонте электрического оборудования очень важно соблюдать как технические, так и организационные требования безопасности.

Технические способы и средства защиты от поражения электрическим током. К наиболее распространенным техническим способам и средствам защиты относятся: изоляция токоведущей части, ограждения, электрическое разделение сетей, применение малых напряжений, электрозащитные средства, сигнализация и знаки безопасности, защитное заземление, зануление, защитное отключение.

Изоляция токоведущих частей. Для обеспечения нормальной работы электроустановок и защиты от поражения электрическим током применяется рабочая изоляция – электрическая изоляция токоведущих частей. Может предусматриваться также дополнительная изоляция для защиты в случае повреждения рабочей изоляции. Изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной, называется двойной изоляцией.

Оградительные устройства (ограждения). С целью исключения возможности прикосновения к токоведущим частям или приближения к ним на опасное расстояние применяются ограждения. Защитные ограждения должны обладать соответствующими электрическими и механическими свойствами. Они могут иметь различное конструктивное исполнение (сплошные, сетчатые). Ограждения должны сниматься или открываться специальным инструментом или ключом.

Электрическое разделение сетей. Разветвленные сети большой протяженности имеют значительные емкости и небольшие активные сопротивления изо-

ляции относительно земли. Однофазное прикосновение в таких случаях весьма опасно. Электрическое разделение сети, т.е. разделение сети на отдельные, не связанные между собой участки, способствует резкому снижению опасности поражения электрическим током за счет уменьшения емкостной и активной проводимости. Для разделения сети применяются разделяющие трансформаторы, позволяющие изолировать электроприемники от сети, а также преобразователи частоты и выпрямительные устройства, которые связываются с питающей их сетью через трансформаторы.

Применение малых напряжений. Малым называется номинальное напряжение не более 42 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током. Малые напряжения используются для питания электрифицированного инструмента, переносных светильников и местного освещения в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных.

Электрозащитные средства. По назначению электрозащитные средства условно разделяются на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие средства служат для изоляции человека от токоведущих частей. В свою очередь, они подразделяются на основные и дополнительные. К основным относятся средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок. Они позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. К основным изолирующим средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся изолирующие штанги, изолирующие и электромагнитные клещи, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, указатели напряжения.

К дополнительным относятся средства защиты, которые сами по себе не обеспечивают защиту от поражения током, а применяются совместно с основными средствами. В электроустановках напряжением до 1000 В к дополнительным средствам защиты относятся диэлектрические галоши и коврики, изолирующие подставки.

Ограждающие средства служат для временного ограждения токоведущих частей, а также предупреждения ошибочных операций с коммутационной аппаратурой. К ним относятся переносные ограждения (щиты, клетки), изолирующие накладки, переносные заземления.

Вспомогательные средства применяются для защиты от падения с высоты, а также от световых, тепловых, механических и химических воздействий в электроустановках. К ним относятся предохранительные пояса, страхующие канаты, когти, защитные очки, брезентовые рукавицы, противогазы и пр.

Применяемые в электроустановках защитные средства подвергаются периодическим испытаниям.

Сигнализация (звуковая и световая) предназначена для предупреждения персонала о наличии напряжения или его отсутствии в электроустановках.

Плакаты и знаки безопасности служат для предупреждения об опасности приближения к частям установок, находящихся под напряжением, а также для напоминания о наличии напряжения, заземления и пр.

В зависимости от назначения плакаты и знаки делятся на предупреждающие («Стой – напряжение», «Не влезай – убьет» и др.); запрещающие («Не включать – работают люди» и др.); предписывающие («Работать здесь» и др.); указательные («Заземлено»).

Защитное заземление (рис. 10.4а) – это преднамеренное соединение металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением, с землей. Защитное заземление снижает (до безопасных пределов) напряжение прикосновения и тока, обусловленных замыканием на корпус. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов регламентирует ГОСТ 12.1.038-82. Область применения защитного заземления – трехфазные сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью.

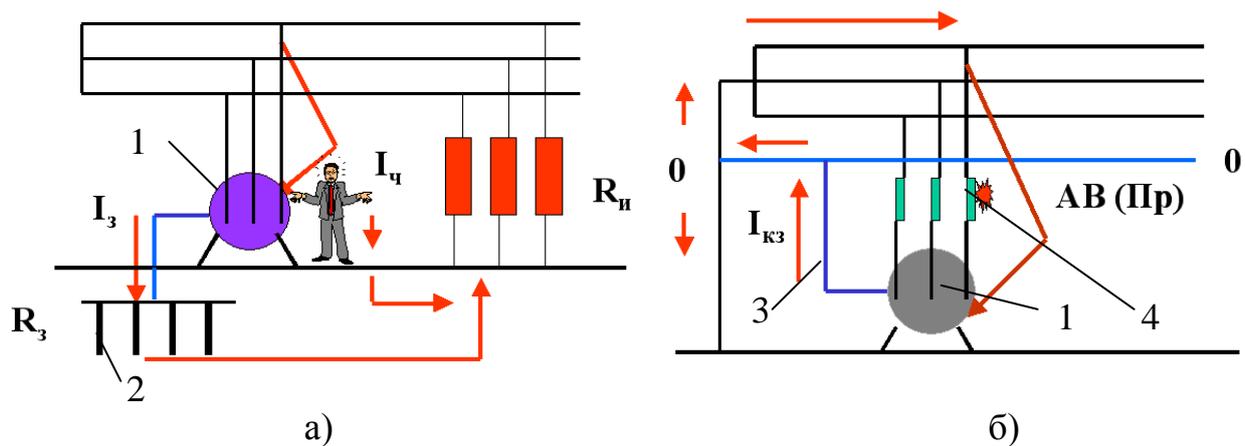


Рис. 10.4. Средства, обеспечивающие электробезопасность при аварийном состоянии электрооборудования: а) защитное заземление; б) зануление: 1 – электроустановка; 2 – заземлитель; 3 – нулевой защитный проводник; 4 – аппаратура защиты

Совокупность заземлителя и заземляющих проводников называют заземляющим устройством. В качестве таких устройств в первую очередь используют естественные заземлители, например металлическую арматуру железобетонных фундаментов промышленных зданий и сооружений.

Зануление (рис. 10.4б) – это преднамеренное соединение с нулевым проводником металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением. Область применения зануления – трехфазные четырехпроводные сети напряжением до 1000 В с глухо заземленной нейтралью.

Назначение зануления то же, что и заземления, однако решается эта задача другим способом – автоматическим отключением поврежденной электроустановки от питающей электросети. При электрическом замыкании фазы на корпус она окажется соединенной накоротко с нулевым проводником, благодаря чему через защиту (плавкий предохранитель или автомат) потечет ток короткого замыкания, который и вызовет перегорание предохранителя или отключение автомата.

Запрещается в одной и той же цепи производить защитное заземление и за- нуление разных корпусов электрооборудования, а также последовательно включать несколько заземляемых корпусов электрооборудования.

Защитное отключение – это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электрооборудования при возникновении опасности поражения током. Эта опасность возникает при замыкании на корпус вследствие старения или повреждения изоляции токоведущей части. Следует отметить, что только приборы защитного отключения реагируют на токи утечки (величиной до 300 мА), возникающие при старении изоляции. Выявления таких токов весьма важно для предотвращения возгорания при размещении электрооборудования во взрывопожароопасных помещениях.

Основными частями любого устройства защитного отключения являются датчик, реагирующий на изменение какого-нибудь параметра электрической цепи, и автоматический выключатель, срабатывающий при поступлении от датчика соответствующего сигнала.

Организационные мероприятия по безопасной эксплуатации электроустановок. Требования к персоналу. Пригодность персонала определяется при приеме его на работу и периодически медицинским освидетельствованием. К работам в электроустановках допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний техники безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью, применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности с 1 по 5.

Организация работ. К организации безопасной работы в электроустановках относятся оформление работы, допуск к работе, надзор во время работы, оформление перерывов и переводов.

Оформление разрешения на проведение работ в действующих электроустановках может быть нарядом, распоряжением и перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

Ответственными за безопасность работ являются лицо, выдающее наряд или отдающее распоряжение; ответственный руководитель работ; производитель работ; наблюдающий и члены бригады. Выдачу нарядов и распоряжений производят лица, ответственные за электрохозяйство предприятия, имеющие квалификационную группу в установках напряжением до 1000 В не ниже 4.

Требования безопасности к переносному электрооборудованию сводятся главным образом к обеспечению надежного защитного заземления, так как у переносного оборудования большая вероятность повреждения изоляции проводов, а следовательно, и поражения работающего током. Еще большую опасность поражения током представляют электрифицированные инструменты (электродрели, утюги, электроножницы и пр.), так как они во время работы постоянно находятся в руках рабочего. Поэтому работать на передвижном оборудовании с электрифицированным инструментом без подключения к защитному заземлению категорически запрещается. Заземляется переносное оборудование

и инструменты посредством заземляющего провода, который не должен одновременно служить проводником рабочего тока.

Электроинструменты, как правило, применяются с малым напряжением – до 42 В. При напряжении более 42 В даже при наличии защитного заземления работать с электроинструментом следует в диэлектрических перчатках.

Раз в шесть месяцев электроинструменты необходимо испытывать на диэлектрическую прочность и выдавать для работы только проверенными, исправными и укомплектованными вилкой штепсельного разъема.

10.1.5. Оказание первой помощи пострадавшему от электрического тока

Освобождение пострадавшего от тока. Прежде всего, следует быстро отключить ту часть установки, с которой соприкасается пострадавший. Если при этом пострадавший может упасть с высоты, нужно предупредить или обезопасить его падение. Если быстро отключить установку нельзя, надо отделить пострадавшего от токоведущих частей.

При напряжении до 400 В для отделения пострадавшего от токоведущих частей можно пользоваться сухой палкой, доской, веревкой, одеждой или другим сухим непроводником. Нельзя брать в таких случаях металлические или мокрые предметы. Можно также взять за одежду пострадавшего, если она сухая и отстает от тела, например, за полу, ворот рубашки, не прикасаясь при этом к окружающим металлическим предметам, частям тела, не покрытым одеждой. Для изоляции своих рук оказывающий помощь, особенно если необходимо коснуться тела пострадавшего, не защищенного одеждой, должен надеть резиновые перчатки или обернуть руки сухой материей. Можно изолировать себя от земли, надев резиновые галоши, встав на сухую доску или на непроводящую ток подставку.

В случае необходимости следует перерубить или перерезать провода (каждый в отдельности) топором с сухой деревянной рукояткой или инструментом с изолированной рукояткой.

При напряжении выше 400 В нужно надеть диэлектрические боты, специальные перчатки и действовать штангой или клещами, рассчитанными на соответствующее напряжение.

На воздушных линиях, если пострадавшего нельзя быстро и безопасно освободить от тока указанным способом, необходимо замкнуть накоротко и заземлить провода линии (например, набросить проволоку); при этом спасающему необходимо принять меры к тому, чтобы набрасываемая проволока не коснулась его тела или тела пострадавшего.

Оказание первой (доврачебной) помощи при электрическом ударе. Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке, его нужно удобно уложить на подстилку и до прибытия врача обеспечить полный покой и наблюдение за пульсом и дыханием. При отсутствии сознания, но сохранившихся устойчивом дыхании и пульсе следует расстегнуть пояс и одежду пострадавшего, обеспечить приток к нему свежего воздуха.

При оживлении пострадавшего, у которого редкое и судорожное дыхание, дорога каждая секунда, поэтому первую помощь нужно оказывать немедленно, тут же, на месте.

Искусственное дыхание и массаж сердца необходимо производить до положительного результата (оживления) или до появления явных признаков смерти (появление трупных пятен и трупного окоченения). Констатировать смерть имеет право только врач.

Основными методами оживления организма, которые могут быть проведены немедленно, после установления факта отсутствия дыхания и пульса, являются проведение искусственного дыхания путем ритмичного вдувания воздуха «рот в рот» или «рот в нос» и поддерживание у пострадавшего кровообращения путем наружного массажа сердца.

Для проведения искусственного дыхания «рот в рот» или «рот в нос» пострадавшего кладут на спину, становятся сбоку, подводят под затылок свою левую руку и откидывают его голову назад. При таком положении головы восстанавливается проходимость дыхательных путей, запавший язык отходит от задней стенки гортани. Необходимо также проверить, нет ли во рту посторонних предметов (зубных протезов, мундштука и т.п.), и освободить рот носовым платком от слизи.

Под лопатки пострадавшего подкладывают валик из свернутой одежды. Сделав два-три глубоких вдоха, оказывающий помощь вдувает через марлю или платок воздух из своего рта в рот или нос пострадавшего. Во время вдувания воздуха в рот пострадавшего пальцами закрывают его нос, чтобы полностью обеспечить поступление всего вдуваемого воздуха в легкие. При невозможности полного охвата рта пострадавшего следует вдувать воздух в нос (при этом закрывают его рот).

Частота искусственного дыхания не должна превышать 10-12 раз в минуту. После каждого вдувания (вдоха) освобождают рот и нос пострадавшего для свободного (пассивного) выдоха воздуха из легких пострадавшего. При отсутствии у пострадавшего пульса необходимо для восстановления кровообращения одновременно с искусственным дыханием (вдуванием воздуха) производить наружный массаж сердца.

Наружный массаж сердца. Для его проведения пострадавшего укладывают спиной на жесткую поверхность (низкий стол, пол), обнажают у него грудную клетку, снимают пояс. Оказывающий помощь встает рядом с пострадавшим и занимает такое положение, при котором возможен значительный наклон над ним. Если пострадавший уложен на полу, то встают на колени. Определив положение нижней трети грудины, оказывающий помощь кладет на нее верхний край ладони разогнутой до отказа руки, а затем поверх – нее другую руку и надавливает на грудную клетку пострадавшего, слегка помогая при этом наклоном своего корпуса. Надавливают на грудину примерно раз в секунду быстрым толчком так, чтобы продвинуть нижнюю часть грудины вниз в сторону позвоночника на 3-4 см, а у полных людей – на 5-6 см.

Руки несколько мгновений после толчка остаются в достигнутом положении, затем снимаются с грудной клетки, давая ей возможность расправиться. Надавливание на грудь смещает ее в сторону позвоночника, сердце, таким образом, сдавливается, и из его полостей выжимается кровь в кровеносные сосуды. Следует остерегаться надавливания на окончания ребер, так как это может привести к их перелому. Ни в коем случае нельзя надавливать на мягкие ткани, этим можно повредить расположенные в брюшной полости органы, в первую очередь печень.

Помощь при ожогах электрическим током. При поражении электрическим током человек может получить ожоги различных частей тела, и в первую очередь глаз и рук.

При ожогах, вызванных электрической дугой, на обожженную поверхность тела необходимо наложить вначале стерилизованный бинт, затем вату, забинтовать и направить пострадавшего в поликлинику для оказания врачебной помощи. Не следует смазывать пораженный участок кожи различными мазями и смачивать какими-либо растворами.

10.2. Безопасность эксплуатации установок, работающих под давлением

На промышленных предприятиях широко применяются установки, работающие под давлением и представляющие собой потенциальную опасность взрыва. Это паровые и водогрейные котлы, автоклавы, компрессоры, сатураторные установки, баллоны со сжатыми, сжиженными газами. Они используются для отопления, сушки, проведения технологических процессов, газосварочных работ, при работе с пневмоинструментом и пр.

Повышенная опасность этих видов оборудования связана с возможностью их разгерметизации, что приводит к разрушению самого оборудования, окружающих объектов, к травмированию обслуживающего персонала.

10.2.1. Меры безопасности при эксплуатации паровых и водогрейных котлов

Котельное оборудование

Котлы применяются для производства пара или горячей воды заданных параметров для энергетических, технологических и отопительных целей.

По виду теплоносителя котлы разделяются на водогрейные и паровые (парогенераторы).

В зависимости от материала котлы бывают чугунные и стальные.

Котлы работают на твёрдом топливе (КПД 60-70 %), жидком и газообразном (КПД 80-85 %).

Взрывы котлов представляют собой мгновенное высвобождение энергии перегретой воды. При этом внутреннее давление мгновенно снижается до на-

ружного атмосферного, а объём пара увеличивается в сотни раз (адиабатическое расширение).

Известно, что вода в открытом сосуде кипит при $t=100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Но в закрытом сосуде картина иная. Пар давит на поверхность воды, и кипение прекращается. Чтобы вода кипела, ее надо нагревать до температуры соответствующей давлению пара. Например, при давлении $p=0,6\text{ МПа}$ температура кипения $t=169\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Если после нагревания воды, например до $180\text{ }^{\circ}\text{C}$, прекратить подачу тепла в топку котла и нормально расходовать пар, то вода будет кипеть до тех пор, пока температура не станет ниже $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Чем скорее убывает давление, тем интенсивнее кипение. Избыток тепловой энергии расходуется на парообразование. В случае механического разрыва стенок котла происходит внезапное падение давления, перегретая вода мгновенно и целиком превращается в пар, образуется огромное количество пара, что приводит к разрушению котельной, к человеческим жертвам.

Причины механических повреждений котлов:

- выход из строя предохранительных клапанов;
- превышение расчетного давления, вызывающее перенапряжение стенок, остаточные деформации, ползучесть материала;
- понижение уровня воды в котле, в результате чего нагреваемые пламенем стенки котла перестают охлаждаться и перегреваются;
- недостатки и нарушение технологии изготовления котла (дефекты сварки, клепки и пр.);
- долголетнее использование котла, воздействие коррозии и накипи;
- нарушение технических требований при эксплуатации, неправильное обслуживание, низкая квалификация работников.

Принципиальная схема котельного оборудования приведена на рис. 10.5.

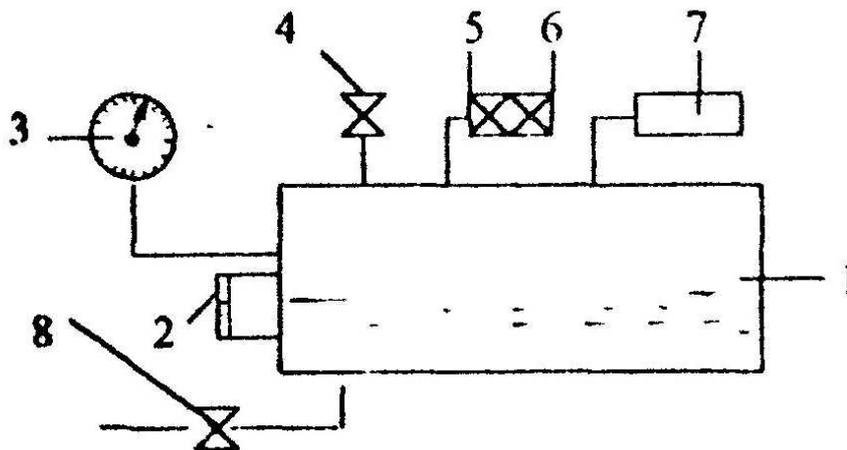


Рис. 10.5. Схема котельного оборудования: 1 – паровой котел; 2 – водоуказатель, 3 – манометр; 4 – парозаборный вентиль; 5 – питательный вентиль, 6 – обратный клапан; 7 – предохранительный клапан; 8 – спускной вентиль

Правила безопасной эксплуатации котельного оборудования

Проектирование, изготовление, монтаж, эксплуатация и ремонт котельных установок регламентируются "Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых и водных котлов", утвержденными Ростехнадзором, согласно которым котельные установки должны быть зарегистрированы в органах Ростехнадзора.

В целях обеспечения безопасности и предупреждения аварий и катастроф предусматриваются запорные устройства, манометры, предохранительные клапаны, спускные вентили.

Манометры (трубчатые или пластинчатые), служащие для измерения давления пара или сжатого воздуха, проверяются и опломбируются не реже 1 раза в год. На шкале манометра имеется красная отметка, указывающая предельное давление для данного котла.

Предохранительные клапаны (рычажные или пружинные) применяются для выпуска пара при превышении давления сверх установленного.

Обслуживание котлов поручается лицам, прошедшим обучение, контроль знаний и имеющим удостоверение о сдаче соответствующих экзаменов.

Помещения, в которых размещается котельное оборудование, должны соответствовать СНиП II-35-76. Если котельная примыкает к корпусу здания, то их отделяют глухой стенкой. Стены, пол и крыша котельной делаются из негорючих материалов. У площадок обслуживания котлов в помещении котельной помимо обычного рабочего устанавливается аварийное освещение. Для работ внутри котла используется только низковольтное освещение (до 42 В). Помещение котельной обеспечивается вентиляцией с таким расчётом, чтобы в тёплое время года температура в помещении не превышала более чем на 5 °С температуру наружного воздуха и была не более 28 °С, а в зимнее время – не ниже 16 °С и не выше 25 °С

10.2.2. Меры безопасности при эксплуатации сосудов и баллонов, работающих под давлением

Сосуды и баллоны, работающие под давлением, это герметически закрытые ёмкости, предназначенные для ведения химических или тепловых процессов, а также для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворённых газов и жидкостей под давлением. Баллоны для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворённых газов могут быть высокого и низкого давления, стандартными, имеющими определенную вместимость и рассчитанными для различных газов на определенное давление, и нестандартными.

Наибольшее распространение на предприятиях получили стандартные баллоны вместимостью 40 л при давлении газа 12,5-15 МПа (для сжатого воздуха, кислорода, азота, инертных газов, метана, этилена). Эти баллоны изготавливаются из углеродистой стали и имеют высоту 1,4 м, наружный диаметр 219 мм, толщину стенок 8 мм.

Правила безопасной эксплуатации

В органах Ростехнадзора регистрируются сосуды, имеющие избыточное (сверх атмосферного) давление свыше 70 кПа, а также сосуды и баллоны вместимостью 25 л и более, для которых производство вместимости в литрах на рабочее давление составляет 200 и более. Эксплуатация должна осуществляться в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением». Баллоны имеют различную опознавательную окраску в зависимости от газа (жидкости) – наполнителя. Например, при наполнении углекислотой баллон окрашивается в черный цвет, а надпись делается желтой.

Вентили баллонов для кислорода, азота, аргона, водорода, воздуха, углекислого газа выполняются из латуни, а не из стали, ибо сталь подвержена коррозии. На верхней сферической части баллона имеется клеймо, на котором указывается товарный знак завода-изготовителя, номер баллона, масса баллона, кг, вместимость, л, дата изготовления (испытания) и год следующего испытания, рабочее и пробное давление, МПа, клеймо ОТК завода-изготовителя.

При эксплуатации баллонов со сжатыми газами не допускается быстрый отбор газов из них, так как резкое открытие их вентиля может привести к отмораживанию. Так, при отборе из баллона углекислого газа вследствие его мгновенного расширения он может превратиться в снег.

Причинами взрывов баллонов могут служить: дефекты корпуса, наличие раковин, трещин, изменение формы; падение баллонов и удары по ним; высокая температура окружающей среды, нагрев баллона, что может привести к увеличению давления в нем; быстрое наполнение баллона, сопровождающееся резким нагревом газа, или быстрый отбор газа из баллона (возможно образование искры в струе газа), использование баллонов не по прямому назначению (например, заполнение другим газом), чрезмерное наполнение баллонов.

При нарушении механической целостности сосуда (баллона) возникает опасность травмирования людей осколками, отравления выделившимися вредными веществами, поражения пламенем и пр. Причём опасность возникает в случае присутствия в сосуде как горючей смеси, так и негорючей (но под давлением).

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации сосуда снабжаются приборами для измерения давления, температуры, предохранительными устройствами, запорной арматурой, указателями уровня жидкости.

Для транспортировки баллонов используют по два резиновых кольца, а погрузку, выгрузку, переноску баллонов производят двое рабочих.

Все баллоны, предназначенные для газов, ежегодно подвергаются испытаниям и клеймению.

10.3. Безопасность производства погрузочно-разгрузочных и подъёмно-транспортных работ

К погрузочно-разгрузочным (ПР) работам относятся операции, связанные с поднятием и перемещением различного рода груза (штучного, затаренного, сыпучего). ПР работы могут производиться:

- вручную;
- с применением простейших приспособлений и средств, ручных и механизированных тележек, конвейеров;
- с помощью грузоподъёмных кранов и лифтов.

Характеристика грузов

В зависимости от массы грузы делятся на 3 категории:

1 – грузы массой до 80 кг, переносить которые от места погрузки-разгрузки до склада и обратно можно вручную, если расстояние не превышает 25 м, а для сыпучих грузов – 15 м. Грузы I категории перемещают при помощи несложных приспособлений;

2 – грузы массой от 80 до 500 кг, которые перемещают при помощи носилок, тележек, тачек, вагонеток и пр.;

3 – грузы массой 500 кг и более, перемещать которые разрешается только с помощью специальных механизмов: лебёдок, домкратов, талей, кранов, подъёмников и т.д.

По степени опасности различаются грузы:

- малоопасные (сырьё, строительные материалы, материалы широкого употребления);
- опасные – горючие (спирт, бензин, мазут, керосин, неорганические горючие химикаты);
- опасные – пылящие и горючие (цемент, негашёная известь, битум, асфальт, мука);
- опасные – обжигающие (щелочи, кислоты, жидкие химикаты);
- баллоны со сжиженным, сжатым и растворёнными газами;
- опасные по габаритам (крупногабаритные);
- особо опасные (взрывчатые, ядовитые).

При производстве ПР работ должны определяться конкретные меры безопасности, определяемые характеристикой груза, его массой и свойствами. Эти меры излагаются в разрабатываемых на предприятиях инструкциях и другой конструкторской документации (план организации работ, схема обвязки, укладки и пр.).

Применение ручного труда

Использование ручного труда допускается, если масса одиночного груза не более 50 кг, а также при меньшей массе груза, но при подъёме его на высоту не более 3 м.

Установлены предельно допустимые нормы подъёма и перемещения тяжестей для мужчин в возрасте 16-18 лет – 16 кг, старше 18 лет – 50 кг.

Подростки до 16 лет к погрузочно-разгрузочным работам не допускаются.

Перед работой грузчики проходят целевой инструктаж на рабочем месте. Организация погрузочно-разгрузочных работ и обеспечение безопасности их проведения должны быть возложены на специально выделенное лицо - производителя работ.

При перемещении крупногабаритных грузов более 50 кг независимо от расстояния используются специальные приспособления, работа ведётся под руководством одного опытного работника. Переносить материалы на носилках допускается на расстояние не более 50 м по ровному пути (по лестнице запрещено).

Особые предосторожности необходимы при перемещении кислот, щелочей и других едких веществ, упакованных в стеклянные бутылки. Бутылки переносят вдвоем, взявшись за обрешетину, без которой перенос бутылей не допускается.

В зоне производства ПР работ в темное время суток освещенность должна быть не менее 10 лк. Складирование материалов производится в специально отведенных местах, размещение грузов в проходах и проездах не допускается. Рабочие должны пользоваться спецодеждой, а в необходимых случаях – средствами индивидуальной защиты (очки, респираторы и пр.). Рабочим, занятым на ПР работах, кроме обеденного перерыва представляются небольшие перерывы для отдыха, входящие в состав рабочего времени.

Безопасность эксплуатации подъемно-транспортного (ПТ) оборудования

На промышленных предприятиях применяются грузоподъемные машины и механизмы, которые подразделяются на средства непрерывного транспорта (транспортёры, конвейеры, штабелеры и др.) и подъемные механизмы (грузоподъемные краны, домкраты, лифты, тали, лебедки, автопогрузчики и пр.).

Наиболее распространенными травмирующими факторами при эксплуатации ПТ оборудования являются движущиеся части машин, падающий груз или обрыв несущих канатов, цепей, электрический ток.

Основным средством для перемещения грузов являются грузовые лифты.

Лифт – это ПТ устройство прерывистого действия, предназначенное для подъёма и спуска грузов и людей с одного уровня на другой.

Подъем и спуск кабины лифта, подвешенной на тросах, осуществляется электроприводом с электротормозом, которые находятся в машинном отделении, где также установлены основные аппараты защиты и управления. Кабина уравновешена противовесами. Для безопасности кабина и противовес заключены в шахту.

Для остановки кабины на определённом этаже в шахте установлены этажные переключатели, а для ограничения перехода кабины предельной высоты в верхней и нижней частях шахты имеются концевые выключатели. Во избежание падения кабины в случае обрыва канатов (тросов) или неисправности электропривода кабина оборудуется ловительными устройствами. Для предотвращения открывания двери шахты при отсутствии кабины на данном этаже или движения кабины при открытых дверях шахты предусмотрена электрическая блокировка.

Основные причины аварий грузоподъемных кранов

Грузоподъемные краны относятся к оборудованию повышенной опасности. Наиболее распространенными причинами аварий при эксплуатации грузоподъемных кранов являются:

- подъем груза с превышением грузоподъемности;
- неправильная обвязка и строповка груза;
- применение неисправных стропов и вспомогательных приспособлений;
- неправильная установка кранов, подкрановых путей;
- дефекты металлоконструкций, тормозных устройств, концевых выключателей, износ канатов;
- работа кранов под линией электропередач;
- допуск к работе без обучения;
- отсутствие или неудовлетворительное состояние СИЗ, спецодежды.

Требования безопасности к ПТ оборудованию

С целью обеспечения безопасности ПТ оборудование проектируется и эксплуатируется в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», «Правилами устройства и безопасной эксплуатации лифтов» и др., а также стандартами ГОСТ 12.3.002-80, ГОСТ 12.3.009-80.

Существующая нормативно-техническая документация предусматривает обеспечение следующих требований:

- надежности конструкции (выбор соответствующих запасом прочности материалов, защита от коррозии, от других воздействий и пр.);
- обязательного применения предохранительных устройств (ограничители массы поднимаемого груза, ограничители высоты подъема, концевые выключатели, ловители, тормоза, аварийные выключатели, ограничители скорости и пр.);
- регистрации наиболее опасного оборудования в органах Ростехнадзора и его периодического технического освидетельствования.

11. МОЛНИЕЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Молния представляет собой интенсивный разряд атмосферного электричества, воздействие которого на наземные объекты может проявляться в виде:

- прямого удара, вызывая разрушения;
- взрыва, пожара;
- электромагнитной и электростатической индукции;
- заносов высоких потенциалов на металлические конструкции, сопровождающихся мощным электрическим разрядом. Защита зданий и сооружений от прямых ударов молнии осуществляется с помощью молниеотводов различных систем. Молниеотвод состоит из приемника, токоотвода, соединяющего молниеприемник с заземлителем, и заземлителя, через который ток молнии стекает в землю.

Защитное действие молниеотвода основано на свойстве молнии поражать наиболее высокие и хорошо заземленные металлические сооружения. Низкие здания не поражаются молнией, если они входят в зону защиты молниеотвода.

Для зданий и сооружений, не связанных с производством и хранением взрывчатых веществ, а также для линий электропередач и контактных сетей проектирование и изготовление молниезащиты выполняется согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122-87.

Молниезащита подразделяется на три категории (I, II, III) в зависимости от назначения здания, среднегодовой продолжительности гроз, от прогноза на поражение здания.

По типу молниеприемников молниеотводы делятся на стержневые и тросовые.

По количеству совместно действующих молниеотводов – на одиночные, двойные и многократные.

Стержневые молниеотводы изготавливаются в виде стержней (мач), тросовые – в виде горизонтальных тросов (проводов), возвышающихся над защищаемым сооружением и закрепленных на опорах, по которым прокладывают токоотводы.

Выбор той или иной системы молниеотвода определяется условиями, обеспечивающими достаточную защиту сооружения и экономию средств, конструктивными и архитектурными особенностями защищаемого здания.

Для расчета зоны защиты любого молниеотвода делаются определенные геометрические построения в удобном масштабе.

Схема построения зоны защиты стержневого одиночного молниеотвода высотой до 60 м приведена на рис. 11.1.

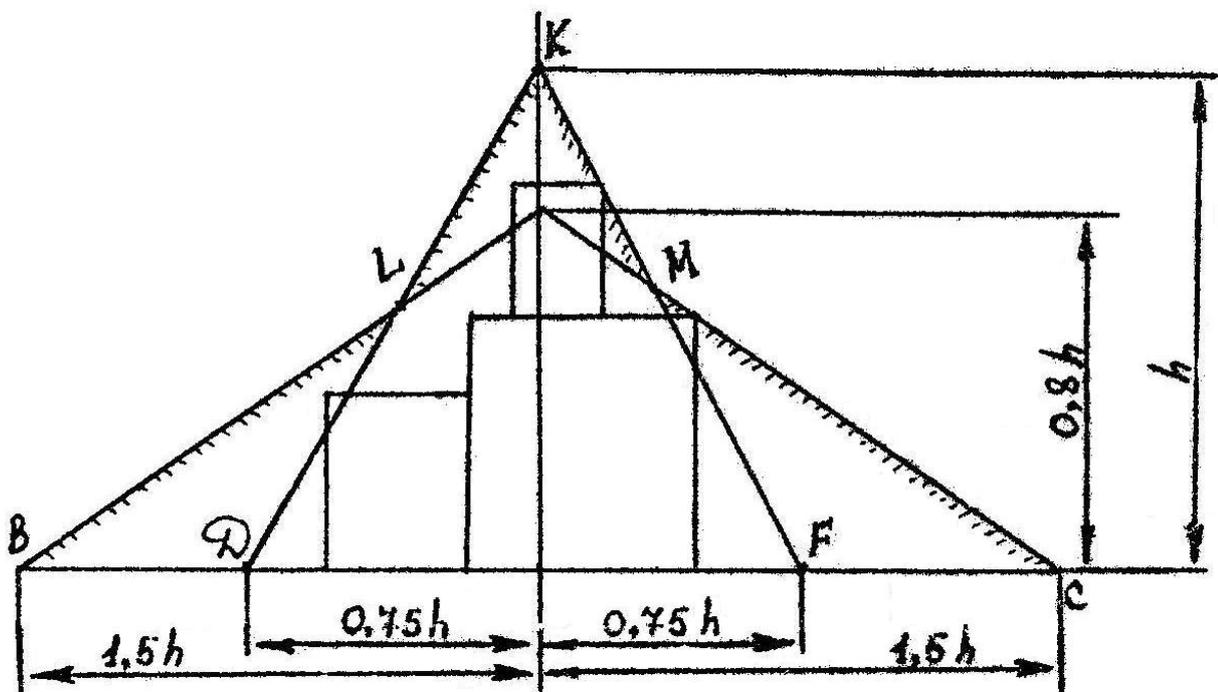


Рис. 11.1. Схема построения зоны защиты стержневого одиночного молниеотвода высотой до 60 м

На зону защиты ВЛКМС наносят контуры защищаемого здания в том же масштабе. Если все элементы здания находятся в объеме контура с ломаной образующей ВЛК(КМС), то молниеотвод спроектирован правильно. В зону защиты рассматриваемого объекта могут попадать и прилегающие здания и сооружения.

12. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

12.1. Чрезвычайные ситуации, их классификация

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз или опасностей.

Зона ЧС – территория или акватория, на которой в результате возникновения источника ЧС или распространения его последствий из других районов возникла ЧС.

ГОСТ Р 22.0.02-94 выделяет несколько признаков, позволяющих отнести определенное событие к ЧС: наличие источника ЧС; угроза здоровью и жизни людей; нанесение ущерба (имуществу людей, объектам экономики и окружающей природной среде); наличие границ ЧС (объект, территория, акватория).

В зависимости от этих признаков классифицируются ЧС.

По характеру источника ЧС различают природные, техногенные, экологические, социальные (рис.12.1).

В соответствии с «Положением о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», утвержденным постановлением Правительства РФ от 13.09.96 г. № 1094, ЧС классифицируются в зависимости от количества людей, пострадавших в ЧС; количества людей, у которых нарушены условия жизнедеятельности; размера материального ущерба; границ зон распространения поражающих факторов ЧС.

С учетом этих признаков ЧС по масштабу последствий делятся на локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные, трансграничные.

Количественные показатели, характеризующие ЧС, приведены в табл. 12.1.

12.1.1. Чрезвычайные ситуации естественного происхождения

Чрезвычайные ситуации естественного происхождения проявляются в виде стихийных бедствий.

Стихийные бедствия – это опасные природные явления или процессы геофизического, геологического, атмосферного или биосферного происхождения, которые характеризуются внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушениями, уничтожением материальных ценностей, травмами и жертвами среди людей. Чрезвычайные ситуации природного характера могут стать причиной различных аварий и катастроф, появления вторичных поражающих факторов.

Стихийные бедствия могут быть результатом атмосферных явлений (ураганы, смерчи, снежные заносы и обвалы), огня (лесные, торфяные пожары, пожары в населенных пунктах), изменения уровня воды в водоемах (паводки, наводнения), изменений в почве и земной коре (оползни, извержения вулканов, землетрясения, цунами).

Стихийные бедствия могут возникать как независимо друг от друга, так и во взаимосвязи: одно стихийное бедствие оказывает влияние на другое, а в ряде случаев является пусковым механизмом последующих. Для каждого стихийного бедствия характерно наличие присущих ему поражающих факторов. Больше всего люди страдают от наводнений (40 % от общего уровня ущерба), ураганов (20 %), землетрясений и засух (по 15 %).

Специалисты прогнозируют, что в будущем, в связи с ростом численности и концентрации населения, аналогичные по силе катастрофы будут приводить к увеличению числа жертв в десятки раз.

Наиглавнейшей проблемой в настоящее время является прогнозирование возникновения и развития стихийных бедствий, своевременное предупреждение о возможной опасности органов власти и населения.

Наводнения и цунами. *Наводнение* представляет собой временное затопление значительной части суши водой в результате действий сил природы. Как правило, происходит оно по трем причинам:

- в результате обильных осадков или интенсивного таяния снега, что наиболее характерно для Свердловской, Кировской, Читинской областей, Приморского и Хабаровского краев;

- из-за сильных нагонных ветров, которые наблюдаются на морских побережьях (Каспий и др.) и в устьях рек, впадающих в море (залив). Нагонный ветер задерживает воду в устье, в результате чего повышается ее уровень в реке. Наводнения такого рода характерны для Санкт-Петербурга, для населенных пунктов в низовьях рек Волга и Урал;

- из-за подводных землетрясений, в результате которых возникают гигантские волны – *цунами*, скорость распространения которых достигает 400-800 км/ч. С колоссальной скоростью они обрушиваются на побережье, смывая все на своем пути. Особое значение цунами имеет для Японии, России, США и некоторых других стран.

Предотвратить развитие цунами невозможно, поэтому особое значение приобретает раннее оповещение населения об угрозе цунами, осуществление заблаговременных мер защиты. Организация медицинской помощи пострадав-

шим от цунами представляет особые сложности. Это связано с тем, что в течение весьма короткого времени поражается большое число людей.

В России цунами наблюдаются, в основном, на побережье Камчатки и у Курильских островов.

По степени интенсивности наводнения делятся на четыре типа:

– *низкие наводнения*, возникающие на равнинных реках примерно раз в 5-10 лет. При определенной подготовке они практически не нарушают ритм жизни людей; данной местности;

– *высокие наводнения*, происходящие примерно раз в 20-25 лет. Под водой оказываются довольно большие участки речных долин, что существенно нарушает привычный образ жизнедеятельности населения, а в ряде случаев требует его эвакуации;

– *выдающиеся наводнения*, происходящие раз в 50-100 лет. При таких наводнениях затапливается до 50 % сельскохозяйственных угодий, происходит частичное затопление населенных пунктов, в том числе городов, порой необходима массовая эвакуация населения;

– *катастрофические наводнения*, происходящие раз в 100-200 лет. При этом затапливается несколько речных систем, полностью меняется уклад жизни.

Порядок действий при наводнении и цунами. При угрозе наводнения проводятся предупредительные мероприятия, позволяющие снизить ущерб и создать условия для эффективных спасательных работ. Информировается население, усиливается наблюдение за уровнем воды, приводятся в готовность силы и средства, проверяется состояние дамб, плотин, мостов и шлюзов, при необходимости возводятся дополнительные насыпи дамбы, сооружаются водоотводные каналы и другие гидротехнические сооружения.

Если угроза наводнения продолжает нарастать, то в прогнозируемой зоне затопления прекращается работа предприятий, организаций, школ и дошкольных учреждений. Детей отправляют в безопасное место, а продовольствие, ценные вещи, одежду и т. п. переносят на верхние этажи зданий. Скот перегоняют на возвышенные места. При начале эвакуации из опасной зоны в первую очередь вывозят детей, детские учреждения и больницы.

Ураганы, бури, смерчи, циклоны. Возникновение ветров обусловлено выравниванием перепадов атмосферного давления путем перемещения воздуха из области высокого давления в область с низким давлением. Чем больше разность атмосферных давлений и чем ближе находятся взаимодействующие области, тем быстрее происходит выравнивание перепадов давления и тем выше скорость ветра.

При скорости около 20 м/с ветер начинает вызывать повреждения. При скорости ветра 30 м/с и более возникает ураган. *Ураган* – это чрезвычайно быстрое и сильное, большой разрушительной силы и значительной продолжительности движение воздуха. Человек может удержаться на ногах при скорости ветра до 36 м/с. Поэтому при урагане, когда давление ветра превышает массу тела чело-

века, он может быть снесен. Ураган является одной из мощных сил стихии и по своему пагубному воздействию может сравниться с землетрясением.

Буря, шторм, тайфун, циклонический вихрь – это, по сути, разновидности урагана. Подобные природные явления классифицируются специальной шкалой, разработанной Бофортом. В Северном полушарии Земли ураганный ветер всегда дует против часовой стрелки, а в Южном – по часовой. Подлинный ураган – ветер со скоростью свыше 120 км/ч (12 баллов по шкале Бофорта) движется по планете обычно 9–12 суток. Синоптики для удобства работы присваивают ему имя. На территории России ураганы и бури возможны в любое время года, но чаще всего они случаются в августе и сентябре.

К ветрам огромной разрушительной силы относятся и смерчи. *Смерч* – это атмосферный восходящий вихрь, возникающий в грозовом облаке, имеющий вид темного столба диаметром от нескольких десятков до сотен метров с вертикальной, а иногда и загнутой осью вращения. Его образование связано с сильной атмосферной неустойчивостью. Смерч как бы «свешивается» из облака к земле в виде гигантской воронки. Внутри смерча давление всегда пониженное, поэтому туда засасываются любые предметы. Скорость перемещения вихревых столбов достигает 30–50 км/ч.

В России такие явления наблюдаются в Поволжье, Сибири, на Урале и в средней полосе. Ветры разрушительной силы сопровождаются грозами, дождями, градом. Наиболее часто ураганы образуются в зонах так называемых атмосферных фронтов циклона и антициклона. Чаще всего это наблюдается в прибрежных районах, где встречаются морские и континентальные воздушные массы.

Порядок действий при ураганах, бурях, смерчах. Гидрометеослужба передаст сигнал тревоги по системе ГО в виде звука сирены «Внимание всем!». Люди должны слушать местное радио и телевидение. Необходимо закрывать двери, чердачные помещения, окна, а стекла окон заклеивать полосками бумаги или ткани. С балконов, лоджий и подоконников необходимо убрать предметы, которые при падении могут нанести травму. Следует выключить газ, потушить огонь в печах и подготовить аварийное освещение (фонари, свечи). Следует создать запас воды и продуктов питания на 2-3 суток, а также подготовить медикаменты и перевязочные средства для оказания первой медицинской помощи. Перевести людей из легких построек в более прочные здания. Если стихия застает людей на открытой местности, то они должны укрыться в канаве, яме, овраге или любой выемке, то есть лечь на дно и плотно прижаться к земле.

Снегопады, снежные бури, град. Выпадение осадков из облаков происходит вследствие укрупнения уже существующих в них капель и кристалликов до размеров, при которых они начинают подчиняться гравитации и приобретать заметную скорость падения. Наиболее крупные кристаллические элементы при падении из облака сталкиваются с переохлажденными каплями и примораживают их к себе или смерзаются между собой, образуя хлопья. При низких температурах эти твердые частицы достигают поверхности Земли в виде снега, а летом – в виде града.

Снежный покров на земной поверхности может достигать значительной толщины, препятствуя движению транспорта и прерывая сообщение между населенными пунктами. Большие снежные массы, сопровождающиеся сильными ветрами (*снежные бури*), приводят к нарушению проводной связи и линий электропередач, что небезопасно для населения.

Серьезную опасность представляет *гололед*, возникающий во время оттепели. Только в г. Москве в период гололеда травмируется более 400 человек в неделю, т. е. около 50 тысяч за сезон. В России ежегодное количество травмированных из-за гололеда достигает 1,5 миллиона человек.

Защита от снегопада. В целях предупреждения заносов устанавливаются ограждения, приводятся в готовность инструменты и техника так называемых «снеговых отрядов» для расчистки снежных заносов на дорогах и улицах. На случай перерыва в снабжении продовольствием, теплом и электроэнергией делаются запасы продовольствия и топлива, подготавливаются помещения для эвакуации населения. Дорожные покрытия посыпаются песком с солью, сбрасывают снег с крыш домов. Кроме своевременной уборки территории от свежевыпавшего снега и скола льда, при угрозе гололеда следует применить «индивидуальные меры защиты» – «ледоступы», то есть наклейки из поролона или лейкопластыря на подошву и каблуки ботинок. Травматологи советуют во время гололеда ходить неторопливо, слегка расслабив в коленях ноги, при этом ступая на всю поверхность подошвы.

Землетрясения – это подземные удары (толчки) и колебания земной поверхности, вызываемые геофизическими причинами. Различают тектонические и вулканические землетрясения. Известны также обвальные, плотинные и другие наведенные землетрясения, а также землетрясения, возникающие вследствие падения на землю метеоритов. Наиболее распространенными являются тектонические землетрясения, обусловленные внутренним строением земли.

Поверхность земли постоянно подвергается воздействию глубинных сейсмических ударов, благодаря чему планета избавляется от накопившейся в ее недрах энергии. Ударная волна от центра взрыва (гипоцентра), который может находиться на глубине 20-30 км, а иногда и глубже (максимально зарегистрированная глубина составляет 75 км), распространяется со скоростью свыше 5 км/с. Проекция этого гипоцентра на поверхности земли называется *эпицентром*. Расстояние от поверхности земли до гипоцентра называется глубиной очага. При таком «глубинном взрыве» освобождается огромное количество энергии, эквивалентное одновременному взрыву сотни атомных бомб средней мощности. Большая часть выделившихся энергетических потоков расходуется на разламывание и дробление пород, образование тепла. Небольшая часть – в виде сейсмических волн, которые распространяются в земной коре, достигают поверхности земли, порождают ощущаемые движения грунта, вызывая повреждения и разрушения зданий и сооружений.

Землетрясение, как правило, сопровождается множеством звуков различной интенсивности, на большом удалении напоминающих раскаты грома или гул взрывов. Когда землетрясение происходит под водой, возникают огромные

волны – цунами. Иногда их высота достигает 60 метров (с 16-этажный дом), вызывая огромные разрушения на суше.

Основными параметрами, определяющими силу и характер землетрясения, являются интенсивность сейсмических толчков, магнитуда и глубина очага. Интенсивность землетрясения – это степень ущерба, измеряют ее с помощью цифровой шкалы, называемой модифицированной шкалой Марколли (шкалой ММ). Используются и другие шкалы: шкала Японского метеорологического агентства, европейская шкала, а также Китайская шкала интенсивности. Интенсивность сейсмических толчков не является величиной, измеряемой непосредственно, ее определяют субъективно в ходе обследования пострадавших регионов.

Второй важной характеристикой землетрясений является магнитуда по шкале Рихтера. Магнитуда любого подземного толчка определяется как десятичный логарифм, выраженный в микронах максимальной амплитуды записи этого толчка на сейсмографе, полученной с помощью стандартного сейсмографа на расстоянии 100 км от эпицентра землетрясения. Это фактическое смещение почвы в месте регистрации.

Существенной особенностью землетрясения является то, что поражающее воздействие на людей, разрушение зданий и сооружений происходит в короткие сроки – за считанные десятки секунд. При этом очень редко причиной человеческих жертв является непосредственное движение (колебание) почвы. Большинство жертв появляется в результате падения предметов, стекол, камней, стен и т. д., когда сильные колебания сотрясают и разрушают здания.

Наиболее страшны землетрясения каменным, кирпичным, железобетонным и земляным постройкам, то есть в городах и других населенных пунктах.

Для предупреждения человеческих жертв очень важен прогноз землетрясения. Но из-за многих неопределенностей в этом вопросе научный прогноз еще далеко не совершенен. Однако существуют признаки, которые можно рассматривать как предвестники близкого землетрясения:

- запах газа в районах, где раньше это не отмечалось;
- беспокойство птиц и домашних животных или бегство их из опасного района;
- вспышки в виде рассеянного света зарниц;
- искрение близко расположенных, но не касающихся друг друга электрических проводов;
- голубоватое свечение внутренней поверхности домов.

Если началось землетрясение, при котором сила колебаний сразу или постепенно достигает 5-6 баллов, это опасный признак. В одной трети случаев после этого колебания становятся еще сильнее, достигая 7 баллов и более. Если начинается 8-9-балльное землетрясение, то от момента, когда появились 5-6-балльные толчки, до того времени, когда наступают самые сильные колебания и возникает опасность разрушения зданий, пройдет 15-20 секунд. Наиболее сильные колебания идут на убыль примерно в течение 30 секунд или более по-

сле того, как на протяжении обычно нескольких десятков секунд они делятся, расшатывая здания и сооружения.

Смертность от землетрясений ежегодно составляет от 3 до 5 тыс. человек. Однако эти показатели применительно к конкретным годам характеризуются значительными колебаниями. По данным Н. В. Шебалина, за последние 500 лет погибло от землетрясений около 4,5 млн. человек, т. е. в среднем 9 тыс. в год, а согласно данным ООН, с 1900 по 1975 годы только 19 самых разрушительных землетрясений унесли около 1 млн. человеческих жизней.

Порядок действий при землетрясении. Опасными являются землетрясения выше 5 баллов. В случае если первые толчки застали людей в доме на первом этаже, они должны немедленно покинуть здание.

Если толчки застали людей на втором этаже и выше, им необходимо срочно занять безопасное место. Как правило, это дверные проемы капитальных внутренних стен, углы, образованные капитальными внутренними стенами, или просто капитальные внутренние стены. Можно воспользоваться узкими коридорами здания или стать у опорных колонн, под балками каркаса, прижав детей к себе. Не следует прыгать из окон и с балконов.

Наиболее опасные места – застекленные проемы наружных стен, у окон, в угловых комнатах (особенно на последних этажах). Чтобы не пораниться кусками штукатурки, стекла, посуды и т. п., достаточно укрыться под прочным столом или кроватью и укрыть голову руками. Детей в школах следует укрывать под партами. Ни в коем случае нельзя пользоваться лифтом – его может заклинить между этажами. Как только толчки прекратятся, нужно немедленно покинуть здание. Нельзя отпускать детей одних и терять над ними контроль.

Если первые толчки застали людей на улице, им следует немедленно отойти подальше от зданий и сооружений, заборов и столбов на свободную площадку. Могут последовать повторные толчки, поэтому не следует торопиться возвращаться обратно в здания. Нельзя приближаться к предприятиям, на которых могут находиться воспламеняющиеся, взрывчатые или сильнодействующие ядовитые вещества.

В момент разрушения или повреждения зданий или сооружений серьезную опасность для жизни людей представляют не только падающие перекрытия и стены, но и разлетающиеся стекла, кирпичи, карнизы, балконы, осветительная арматура и т. д.

Меры по предупреждению или снижению потерь при землетрясении в сейсмоопасных районах включают в себя следующие моменты.

Заранее разработанные, отпечатанные и доступные для свободного ознакомления правила поведения, в которых определена последовательность действий при землетрясении в любых условиях (дома, на работе, в учебном заведении, на транспорте, на улице и т. п.). Порядок, самообладание и высокая дисциплина – гарантия уменьшения человеческих жертв.

Коридоры, проходы, лестничные клетки в зданиях должны всегда содержаться свободными. Тяжелые шкафы, стеллажи и полки должны быть закреплены на стенах, а над кроватями не должно быть полок и тяжелых картин.

Каждый обязан незамедлительно принять участие в спасательных работах, но при этом строго соблюдать меры предосторожности, так как возможно смещение обломков, осадка массы завала и т. п.

В случае обнаружения пострадавших, придавленных обломками, особенно если человек длительное время находился под завалом, необходимо вызвать спасателей и врача. Даже при удачной попытке самостоятельного освобождения пострадавшего человек может погибнуть от синдрома длительного сдавливания.

Медицинская помощь пострадавшим оказывается в два этапа:

– первая медицинская и, если возможно, первая врачебная непосредственно в очаге поражения;

– специализированная медицинская помощь и стационарное лечение за пределами очага поражения.

Сели и оползни. Сель – это внезапно формирующийся в руслах горных рек временный поток воды с большим содержанием камней, песка и других твердых материалов. Причиной его возникновения служат интенсивные и продолжительные ливни, быстрое таяние снегов и ледников. Сель может образоваться и от обрушения в руслах рек большого количества рыхлого грунта. В отличие от обычных потоков сель движется не непрерывно, а отдельными волнами. Одновременно выносятся сотни тонн вязкой массы. Размеры отдельных валунов и обломков достигают трех метров в поперечнике. При встрече с препятствием сель переходит через него, наращивая свою энергию.

География селей обширна. Они возникают в Закавказье и на Северном Кавказе, в некоторых районах Урала, в Восточной Сибири, в Крыму, Карпатах, Казахстане и Средней Азии. Обладая большой массой и скоростью передвижения, достигающей 15 км/ч, сели разрушают здания, дороги, гидротехнические сооружения, выводят из строя линии связи, электропередач, уничтожают сады и пахотные земли, приводят к гибели людей и животных. Все это длится недолго – 1–3 часа. Время от начала возникновения селя в горах и до момента выхода в равнинную часть составляет 20–30 минут.

Оползень – скользящее смещение земляных масс под действием собственного веса, происходящее чаще всего по берегам рек, водоемов, на горных склонах. Главная причина возникновения оползней – избыточное насыщение подземными водами глинистых пород. Оползень может быть вызван также и землетрясением.

Оползень никогда не бывает внезапным, он предсказуем. Вначале появляются трещины в грунте, разрывы дорог и береговых укреплений, смещаются здания, сооружения, деревья, телеграфные столбы, подземные коммуникации. Если вовремя заметить эти первые признаки, то можно сделать правильный прогноз и подготовиться.

Двигается оползень с максимальной скоростью только в начальный период, в дальнейшем его скорость постепенно снижается. Чаще всего оползневые явления происходят осенью и весной, когда больше всего дождей.

Для уменьшения потерь в районах, опасных в отношении селей, оползней, закрепляют поверхность земли посадками, расширяют растительный покров на горных склонах, сооружают противоселевые плотины, дамбы и другие защитные сооружения.

При начавшемся оползне организуют эвакуацию людей, животных и имущества в безопасные районы.

Лесные пожары. Как известно, источников пожара среди лесных деревьев нет. Изредка причиной пожара становится молния во время грозы, но в подавляющем большинстве случаев причиной этого бедствия является человек. До 80 % лесных пожаров возникает при нарушении населением мер пожарной безопасности, при использовании огня в местах труда и отдыха, а также в результате эксплуатации в лесу неисправной техники.

В нашей стране многие стихийные бедствия последних десятилетий относятся к катастрофическим пожарам. Так, летом 1972 года лесные и торфяные пожары охватили больше десятка областей Центральной России, включая Московскую область. В 1976 году в Хабаровском крае огонь уничтожил не только лес на огромной площади, но и 30 населенных пунктов, из которых 11 – полностью и 19 – частично. В 1987 году в результате пожара выгорело более 90 тысяч гектаров леса. В 1989 году практически выгорели леса Сахалина.

В 1990 году площадь пожаров в лесах Иркутской области составила 300 тыс. гектаров. В 1994 году в России возникло более 18000 лесных пожаров, в результате которых выгорел лес на площади более 640 тыс. гектаров. В последние годы сильные пожары случаются в Сибири, на Сахалине и в Хабаровском крае.

По своему характеру пожары подразделяются на низовые, верховые и подземные (торфяные).

При *низовых* пожарах (90 % случаев) огонь распространяется только по почвенному покрову, охватывая нижние части деревьев, траву, валежник и выступающие корни. Скорость распространения пожара составляет от 1 до 3 м/мин, а высота пламени – до 1,5 м.

При скорости 3–4 м/мин пожар может разрастись в крупный за 10-14 часов.

Верховой (беглый) пожар возможен только при сильном ветре. Огонь продвигается обычно по кронам деревьев «скачками» со скоростью от 5 до 100 м/мин и выше. Ветер разносит искры, горящие ветки и хвою, создаются новые очаги пожара на расстоянии несколько десятков, порой и сотен метров. Скорость передвижения пламени при таком пожаре может достигать 15-20 км/ч.

В России наибольшее распространение верховые пожары получили в Читинской, Иркутской, Свердловской, Калининградской, Ленинградской, Астраханской областях, Красноярском крае, республиках Саха и Хакасия.

Торфяные пожары движутся медленно – до нескольких метров в сутки. Они наиболее опасны неожиданными прорывами огня из подземного очага. Признаком такого пожара является горячая почва, из-под которой идет дым.

При небольшом пожаре следует немедленно приступить к его тушению. Эффективным и простым способом является «захлестывание» кромки пожара. С этой целью используют пучки ветвей длиной 1-2 м или небольшие деревца преимущественно лиственных пород. Группа из 3-5 человек за 40-50 минут может погасить таким способом кромку пожара протяженностью до 1000 м. Если такой способ оказывается недостаточно эффективным, можно забросать кромку пожара рыхлым грунтом. Для того чтобы огонь не распространялся, на его пути сооружают широкие канавы и земляные полосы.

Спасаясь от лесного пожара, следует идти в наветренную сторону, перпендикулярно кромке пожара, по просекам, дорогам, полянам, берегам ручьев и рек. При сильном задымлении можно прикрывать нос и рот мокрой ватно-марлевой повязкой, полотенцем, в крайнем случае - частью одежды.

Если огонь приближается к населенному пункту, расположенному в лесу, то наилучший вариант – это эвакуация основной части населения, в первую очередь детей, стариков и женщин в направлении, перпендикулярном распространению огня.

12.1.2. Чрезвычайные ситуации техногенного происхождения

Техногенными катастрофами считают внезапный выход из строя машин, механизмов и агрегатов во время их эксплуатации, сопровождающийся серьезными нарушениями производственного процесса, взрывами, образованием очагов пожаров, радиоактивным, химическим или биологическим заражением больших территорий, групповым поражением (гибелью) людей.

К техногенным катастрофам относятся аварии на промышленных и строительных объектах, на железнодорожном, воздушном и водном транспорте.

Техногенные катастрофы могут быть следствием воздействия внешних природных факторов, стихийных бедствий, проектно-производственных дефектов сооружений, нарушений правил эксплуатации транспорта, оборудования, машин, механизмов, отклонений от требований технологических процессов и пр. Однако наиболее распространенными причинами являются нарушения технологического процесса производства и правил техники безопасности.

Наиболее тяжелые последствия возникают при взрывах, пожарах, заражениях атмосферы и местности аварией химически опасными веществами (АХОВ) и радиоактивными веществами (РВ).

Взрыво- и пожаробезопасность

Во все времена одним из главных вопросов, связанных с жизнедеятельностью человека, был и остается вопрос о пожарной безопасности.

В современном здании, оборудованном дорогостоящими системами жизнеобеспечения, телекоммуникаций и автоматизации, вопрос о пожарной безопасности является приоритетным, т. к. именно от грамотного его решения зависит

работоспособность, долговечность и надежность всех вышеперечисленных систем, а также системы автоматизированного управления зданием в целом.

Сегодня нельзя представить жилое или общее здание без потенциального источника возгорания, к которому относится любое бытовое и промышленное электрооборудование как низковольтное, так и высоковольтное. Но главным виновником, создающим условия для возникновения пожара, остается человек, чье неосторожное (или преступное) обращение с огнем приводит к необратимым последствиям.

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу для жизни и здоровья людей.

Горение – быстропротекающая окислительная реакция, сопровождающаяся значительным выделением тепла и света. Для возникновения горения требуется наличие трех факторов: горючего вещества, окислителя и импульса (источника зажигания). Окислителем обычно является кислород воздуха, но окислителем может быть хлор, фтор, бром, оксиды азота и пр.

В качестве импульса может служить открытый огонь, механическое воздействие (трение, удар), адиабатическое сжатие.

По скорости распространения пламени горение подразделяется на нормальное (скорость распространения пламени до десятков м/с), взрывное (до сотен м/с), детонационное (до 5000 м/с).

В зависимости от свойств горючей смеси горение бывает гомогенным и гетерогенным. При гомогенном горении исходные вещества имеют одинаковое агрегатное состояние (например, газы). Горение твердых и жидких горючих веществ является гетерогенным.

В зависимости от характеристик и сопутствующих факторов различают виды горения.

Вспышка – быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

Возгорание – возникновение горения под воздействием источника зажигания.

Воспламенение – это возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Самовозгорание – это горение в отсутствии источника зажигания. Самовозгорание происходит за счет:

- внешнего нагрева вещества;
- самонагрева под воздействием жизнедеятельности микроорганизмов в массе вещества;
- химического взаимодействия различных веществ.

Самовоспламенение – это самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени.

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

Пожарная опасность веществ, материалов, зданий и сооружений определяется набором показателей, характеризующих критические условия возникновения и развития процесса горения.

Основными показателями пожарной опасности, определяющими критические условия возникновения и развития процесса горения, являются группа горючести, температура вспышки, температура самовоспламенения и концентрационные пределы воспламенения (пределы распространения пламени).

Горючесть – способность веществ или материалов к горению. Различают три группы горючести.

Негорючие (несгораемые) вещества и материалы, не способные возгораться в воздухе. К ним относятся многие металлы и материалы минерального происхождения.

Трудногорючие (трудносгораемые) вещества и материалы, способные возгораться в воздухе от источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления. В эту группу входит, например, древесина, пропитанная или покрытая огнезащитными составами.

Горючие (сгораемые) вещества и материалы, которые способны самовозгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления. Это древесина, ткани, многие пластмассы.

Из группы горючих веществ и материалов особо выделяются легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ), у которых температура вспышки ниже 61 °С.

Температура вспышки – низшая температура горючего вещества, при которой образовавшиеся над его поверхностью пары или газы способны вспыхивать от источника зажигания, но скорость образования паров или газов недостаточна для их устойчивого горения.

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

Нижний (верхний) концентрационный предел распространения пламени (воспламенения) – минимальное (максимальное) содержание горючего в смеси горючее вещество – окислительная среда, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания.

Пожароопасность веществ характеризуется также предельным содержанием кислорода, при котором еще возможно горение. Для обычных горючих веществ (углеводородов и их производных) предельное содержание кислорода составляет 12- 14 %; для веществ с высоким значением верхнего предела воспламенения (водород, сероуглерод, оксид этилена и пр.) предельное содержание кислорода составляет 5 % и ниже.

На характер и масштабы пожаров существенное влияние оказывают огнестойкость строительных конструкций и пожарная опасность производства.

Огнестойкость строительных конструкций – это способность конструкции в целом сопротивляться воздействию пожара в течение определенного времени при сохранении эксплуатационных функций.

Согласно СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» здания, а также части зданий, выделенные противопожарными стенами (пожарные отсеки), подразделяются по степеням огнестойкости, классам конструктивной и функциональной пожарной опасности.

Степень огнестойкости здания определяется пределом огнестойкости его строительных конструкций.

Предел огнестойкости – это время (ч), по истечении которого конструкция теряет несущую или ограждаемую способность. Потеря несущей способности – это обрушение. Потеря ограждающей способности – это прогрев до температуры, превышение которой может вызвать самовоспламенение веществ в соседних помещениях или образование в конструкциях сквозных отверстий или трещин, через которые могут проникать в соседние помещения продукты горения.

Класс конструктивной пожарной опасности здания зависит от степени участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании его опасных факторов.

Класс функциональной пожарной опасности здания и его частей определяется их назначением и особенностями размещенных в них технологических процессов.

Классификация производств по взрыво- и пожароопасности. Согласно НПБ 105-03 производства подразделяют на пять категорий: А, Б, В, Г, Д.

К категории А (взрывопожароопасной) относятся производства, в которых обращаются горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа; либо обращаются вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом так, что избыточное расчетное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

Такие производства распространены на нефтеперерабатывающих заводах, химических предприятиях, в цехах изготовления искусственного волокна, на складах бензина, горюче-смазочных веществ и материалов, на участках окраски и склеивания при пошиве и ремонте обуви, изготовления мебели и т. п.

К категории Б (взрывопожароопасной) относятся производства, в которых обращаются горючие пыли и волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается в помещении расчетное избыточное давление взрыва, превышающее 5 кПа. Такие производства осуществляются на участках химчистки, где используется уайт-спирит, в цехах приготовления и транспортировки угольной пыли и древесной муки, цехах обработки синтетического каучука и пр.

К категории В (пожароопасной) относятся производства, в которых обращаются горючие и трудногорючие жидкости, твердые вещества и материалы (в

том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть. К категории В относятся швейное, трикотажное производство, участки сборки мебели, склады готовой продукции и многие другие производства.

К категории Г относятся производства, в которых обращаются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, а также горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива. К категории Г относятся котельные, литейные цеха, цеха по горячей обработке металлов и пр.

К категории Д относятся производства, в которых обращаются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии. К категории Д относятся механические мастерские, водно-клеевые отделения.

Основные причины возникновения пожаров:

- неосторожное обращение с огнем, курение в пожароопасных местах, нарушение общей дисциплины, составляющие более 40 % случаев возгораний;
- неудовлетворительное состояние электротехнических устройств и несоблюдение правил их эксплуатации – более 20 %;
- игры с огнем детей и подростков приводят к пожарам в 10 % случаев.

Среди прочих причин:

- неисправность производственного оборудования в помещении, нарушение режимов технологических процессов (электросварочные и другие огневые работы);
- самовозгорание;
- разряды статического электричества, грозовые разряды;
- неисправность отопительных приборов и нарушение правил пожарной безопасности при их эксплуатации. Применение кустарных электрообогревателей.

Опасными факторами, действующими на людей при пожаре, являются открытый огонь и искры, повышенная температура воздуха, предметов, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода, обрушение и повреждение зданий, сооружений, взрывы.

Средства пожаротушения. Официальная статистика данных о пожарах в России свидетельствует о том, что 19-20 % пожаров (а это около 60 тыс. случаев возгораний) ликвидированы населением и 8 % (примерно 20 тыс. пожаров) – добровольными и нештатными формированиями пожарной охраны. Это означает, что практически каждый четвертый пожар ликвидируется в начальной стадии подручными средствами или так называемыми первичными средствами тушения пожаров, то есть огнетушителями и водой из пожарных кранов.

Для тушения пожаров предприятия должны быть обеспечены достаточным количеством воды с необходимым напором. Противопожарный водопровод обычно объединяют с хозяйственно-питьевым или производственным.

Пожарные гидранты находятся в колодцах наружной водопроводной сети и размещаются вдоль улиц и проездов на расстоянии не более 100 м один от другого и не ближе 5 м от стен здания.

В зимнее время крышки пожарных гидрантов должны очищаться от снега и льда. При тушении пожара вода из гидранта подается к очагу горения по пожарным рукавам. Напор воды, необходимый для тушения пожара, создается передвижными пожарными насосами (автонасосами, мотопомпами), подающими воду от гидранта к очагу горения.

Внутри здания водопроводная сеть для тушения пожара состоит из системы стояков с пожарными кранами, которые располагаются на высоте 1,35 м от пола в наиболее доступных и безопасных местах. В качестве таких мест используются площади у выхода из помещений, в коридорах, на площадках лестничных клеток, в вестибюлях. Внутри производственных помещений прокладка водопровода и установка пожарных кранов не допускается. Пожарный кран снабжается рукавом диаметром 50 мм и длиной 10-20 м. В защищаемом помещении должно быть не менее двух пожарных кранов.

Огнегасительные средства. Для прекращения процесса горения необходимо охладить место горения и горючие вещества и прекратить к ним доступ кислорода. Основными огнетушащими средствами являются водяной пар, воздушно-механическая и химическая пена, водные эмульсии галоидированных углеводородов, инертные и углекислый газы, твердые огнегасительные вещества и газоизолирующие материалы.

Вода является хорошим огнегасительным средством: испаряясь, она поглощает большое количество тепла и охлаждает тем самым горящие вещества, а образующийся при этом водяной пар затрудняет доступ воздуха к ним. Вода применяется в виде компактных и распыленных струй.

Однако компактными струями воды нельзя тушить легковоспламеняющиеся жидкости, которые легче воды и всплывают на ее поверхность. Нельзя применять воду для тушения электропроводов и электроустановок, находящихся под напряжением, так как это может привести к поражению током и вызвать короткое замыкание. Вода не применяется для тушения веществ, загорающих при соединении с ней (металлический калий и натрий) или создающих огнеопасные смеси. При применении воды портятся ценные материалы, документы, продукты и пр.

Эффективными средствами тушения легковоспламеняющихся жидкостей являются огнегасительные пены – химическая и воздушно-механическая. Покрывая горящее вещество, пена охлаждает его и препятствует доступу к нему воздуха, прекращая при этом процесс горения. Химическая пена образуется из специальных порошков в смеси с водой, а в огнетушителях – при взаимодействии щелочного и кислотного растворов. При соединении порошка с водой образуется густая пена, которая содержит по объему примерно 80 % углекислого газа. Кратность пены, т. е. отношение ее объема к объему продуктов, из которых она получена, составляет в среднем 5. Стойкость химической пены (время с момента ее образования до полного распада) около 49 мин.

Небольшие очаги пожара можно тушить сыпучими веществами (сода, поташ, квасцы, хлористый кальций, песок, земля) и изолирующими материалами (асбестовые одеяла, войлочные или шерстяные кошмы).

В закрытых помещениях пожар эффективно гасить водяным паром, который не поддерживает горения.

Для тушения пожара в начальной стадии используют ручные пенные и газовые огнетушители: огнетушители воздушно-пенные ОВП-5, ОВП-10, огнетушители химические воздушно-пенные ОХВП-10, огнетушители ручные углекислотные бромэтиловые ОУБ-3А и ОУБ-7А, огнетушители порошковые ОП-1, ОП-2, ОП-10, огнетушители углекислотные ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8.

В настоящее время ведутся активные поиски новых эффективных средств борьбы с огнем. Так, создана ранцевая установка пожаротушения (РУПТ) «ИГЛА-1-0,4». В установке используется принцип газодинамического ускорения мелкодисперсной двухфазной (вода-воздух) смеси. Струя, состоящая из капель диаметром около 100 микрон, разгоняется до скорости 80 м/с, благодаря чему происходит срыв пламени с горящего объекта, быстрый ввод тепла, а образовавшийся пар полностью блокирует очаг пожара от атмосферного воздуха. Большая дальность струи (до 15 м) позволяет пожарному находиться на безопасном расстоянии от очага горения.

Установка «ИГЛА-1-0,4» предназначена для подавления локальных очагов пожара твердых горючих веществ, горючих жидкостей, электрооборудования, находящегося под напряжением, в бытовых и служебных помещениях, на открытом пространстве. Установка имеет малый расход жидкости (всего 400 г/с), что позволяет с высокой эффективностью (до 95 %) использовать запасы жидкости, сократить ее расход в 5-10 раз, уменьшить время ликвидации пожара и резко снизить ущерб от процесса тушения.

Взрывоопасные предприятия оборудуются автоматическими устройствами для тушения пожаров водой (спринклерными или дренчерными установками).

Спринклерная установка представляет собой расположенную под потолком и заполненную водой водопроводную сеть со спринклерными головками, имеющими замки из легкоплавкого припоя. Под действием высоких температур (60-70 °С) припой замка плавится, замок разрушается, вода разбрызгивается. Одновременно с этим автоматически подается сигнал пожарной тревоги. Для лучшего разбрызгивания воды каждая головка снабжается распылительной розеткой. Спринклерные устройства оборудуют в отапливаемых зданиях.

Дренчерные установки – сухотрубные, с головками открытыми, без легкоплавких замков. В этих установках вода поступает к головкам от водопитателя через вентиль, открываемый вручную или с помощью автоматических устройств.

Организация пожарной профилактики. Пожарная профилактика – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предупреждение пожаров и создание условий для их успешного тушения.

Осуществление контроля за соблюдением предприятиями, организациями, должностными лицами и гражданами правил и норм пожарной безопасности возлагается на органы Государственного пожарного надзора (Госпожнадзор).

Деятельность Госпожнадзора направлена на предотвращение пожаров, а также обеспечение безопасности людей в случае возникновения пожара. В функции Госпожнадзора входит обеспечение объектов экономики и населенных пунктов средствами противопожарной защиты, пожарной техникой, правилами и нормами пожарной безопасности.

Представители органов Госпожнадзора принимают участие в государственных комиссиях по приемке в эксплуатацию предприятий, зданий и сооружений.

Органам Госпожнадзора предоставлено право:

- производить пожарно-технические обследования предприятий, зданий, сооружений и других объектов, предъявлять руководителям предприятий, организаций, другим должностным лицам, ответственными за пожарную безопасность объектов, и отдельным гражданам предписания об устранении нарушений правил пожарной безопасности. Предписания органов государственного надзора делаются в письменном виде и являются обязательными для должностных лиц предприятий, организаций, а также для граждан;

- требовать от предприятий, учреждений и организаций для ознакомления сведения и документы, характеризующие состояние пожарной безопасности объектов;

- налагать в соответствии с действующим законодательством штрафы на должностных лиц и граждан за нарушение правил пожарной безопасности;

- частично или полностью приостанавливать работу предприятия, запрещать эксплуатацию здания, сооружения в случае нарушения правил пожарной безопасности, создающего непосредственную угрозу возникновения пожара.

Анализ статистических материалов о загорании и пожарах на предприятиях и в учреждениях показывает, что в большинстве случаев их причинами являются нарушения рабочими и служащими требований пожарной безопасности. Поэтому на всех предприятиях, в организациях и учреждениях установлен порядок, при котором каждый вновь принимаемый на работу, прежде чем приступить к выполнению своих обязанностей, должен пройти противопожарный инструктаж. Программа противопожарного инструктажа предусматривает ознакомление с действующими на предприятии правилами и инструкциями, регламентирующими поведение рабочих и служащих на территории предприятия, а также с имеющимися на предприятии средствами пожаротушения.

С целью повышения общих технических знаний рабочих и служащих, работающих в помещениях с повышенной пожарной опасностью, для более детального обучения их способам использования имеющихся средств пожаротушения, проводится *пожарно-технический минимум*.

Порядок проведения занятий по пожарно-техническому минимуму объявляется приказом руководителя предприятия. Занятия проходят по специально утвержденной руководителем программе. Этот минимум проводится с электро-

газосварщиками, электриками, истопниками (кочегарами) и материально-ответственными лицами.

По окончании прохождения пожарно-технического минимума у рабочих и служащих должны быть приняты зачеты. Результаты зачета оформляются соответствующим актом или ведомостью с подписями членов приемной комиссии. Лица, не сдавшие зачет, к исполнению служебных обязанностей не допускаются.

Противопожарные требования к территориям, зданиям и сооружениям. При выборе территорий предусматривается создание санитарно-защитных зон, исключающих перебрасывание огня в случае пожара на территорию соседних предприятий. Между зданиями и сооружениями необходимо установить противопожарные разрывы. Величина их между зданиями, сооружениями и закрытыми складами, а также между производственными и вспомогательными зданиями, находящимися на территории предприятия, устанавливается в зависимости от их огнестойкости и составляет от 10 до 20 м.

Для ограничения распространения огня по высоте здания служат перекрытия, которые должны обладать достаточной огнестойкостью и сопротивлением возгораемости.

Ко всем зданиям и сооружениям должен быть свободный доступ. Проезды и подъезды к пожарным водоисточникам, а также доступ к пожарному инвентарю и оборудованию должны быть свободными. Противопожарные разрывы между зданиями не разрешается использовать под складирование материалов, оборудования, упаковочной тары, транспортных средств. В ночное время территория предприятия должна освещаться.

В помещениях запрещается:

– производить перепланировку без разработки в установленном порядке проекта реконструкции или без согласия с органами Госпожнадзора. Нельзя допускать снижения пределов огнестойкости строительных конструкций и ухудшения условий эвакуации людей;

– облицовывать сгораемыми материалами поверхности конструкций в коридорах, вестибюлях, на лестничных клетках и в холлах зданий (за исключением зданий V степени огнестойкости).

Противопожарные требования к системам вентиляции. Причиной пожара может стать вентиляционная система, в которой скопились жир, сажа и взрывоопасная пыль. Горячий воздух и дым, неисправное электрооборудование, искрение вентилятора, статическое электричество могут спровоцировать возгорание.

Чтобы в системах вентиляции не скапливалась пыль, необходимо принимать такую скорость движения воздуха, чтобы находящиеся в нем взвешенные частицы не оседали. Воздуховоды и оборудование приточных и вытяжных установок следует заземлять. Воздуховоды, камеры, фильтры для зданий I и II степени огнестойкости должны выполняться из несгораемых материалов, для зданий III, IV и V степеней – из трудносгораемых.

Зонты, вытяжные камеры, воздуховоды и внутренние поверхности кожухов вентиляторов не реже одного раза в месяц должны очищаться от пыли, смолистых продуктов и других пожаро- и взрывоопасных веществ.

Ответственность за техническое состояние, исправность и соблюдение требований пожарной безопасности при эксплуатации вентиляционных систем несет лицо, назначенное приказом по предприятию.

В вентиляционных камерах не допускается хранить какое-либо оборудование. Они должны быть постоянно закрыты на замок. Вход в них посторонним запрещен. При возникновении пожара в производственном помещении вентиляционную систему необходимо выключить. Порядок выключения вентиляционных установок должен быть оговорен в инструкции о мерах пожарной безопасности и изучен рабочими и служащими.

На объектах, оборудованных противодымной защитой, необходимо не реже одного раза в месяц осуществлять опробование системы. Включение следует производить по сигналу пожарного извещателя или вручную. Длительность работы системы при опробовании должна быть не менее 0,5 ч.

Пожарная связь и сигнализация. Пожарная связь и сигнализация предназначены для своевременного сообщения о начале загорания на объекте, вызова пожарных подразделений и управления их действиями при пожаре.

Для пожарной связи и сигнализации используют телефон, радио и электрические устройства.

Надежным и быстрым способом извещения о пожаре является электрическая пожарная сигнализация (ЭПС), которая состоит из трех основных частей: пожарных извещателей, устанавливаемых на обслуживаемых объектах, приемной станции и специальной электрической сети, связывающей извещатели с приемной станцией.

Пожарные извещатели бывают тепловые, дымовые, световые и комбинированные. Тепловые извещатели сигнализируют о превышении температуры окружающей среды на 20 °С относительно принятой для данного помещения. Дымовые извещатели контролируют появление дыма, световые – реагируют на появление огня. Комбинированные извещатели реагируют на тепло и дым.

Электрическая пожарная сигнализация может быть ручного действия (путем нажатия кнопки) и автоматического.

Системы автоматической пожарной сигнализации (АПС) играют главную роль в процессе оперативного обнаружения пожара и выполнения комплекса мероприятий по его локализации и тушению.

Все системы пожарной сигнализации, предлагаемые сегодня на рынке систем безопасности, по своим функциональным возможностям делятся на три группы: неадресные, адресные и адресно-аналоговые.

Неадресные системы (системы с коллективной адресацией) представляют собой устаревший тип оборудования, имеющий лучевую архитектуру и позволяющий определить по сигналу, выдаваемому извещателем, место возникновения пожара только в пределах луча, а конкретное место (помещение) определяется дежурным персоналом в ходе обследования помещений лучевой группы.

Зависимость времени локализации и устранения пожара от скорости действий дежурного оператора, ограниченное количество сигналов управления системой противопожарной автоматики относятся к недостаткам неадресной системы. Однако при небольших площадях защищаемого объекта этот тип систем находит свое применение благодаря низкой цене и простоте в эксплуатации.

Адресные системы являются более совершенными, т. к. позволяют определить не только зону (группу помещений), в которой произошло возгорание, но и точный адрес пожарного извещателя, от которого поступил сигнал. В настоящее время зарубежная и отечественная промышленность выпускает извещатели комбинированного действия, которые выдают сигнал тревоги не только по пороговому значению, но и по скорости изменения контролируемого извещателем параметра (температуры, дыма). Применение таких извещателей в адресных системах значительно снижает вероятность ложных срабатываний системы, обеспечивая устойчивую продолжительную работу.

Наиболее прогрессивной и эффективной системой для обнаружения пожаров на ранних стадиях его развития является *адресно-аналоговая система* пожарной сигнализации. В этой системе используется кольцевая архитектура шлейфов сигнализации, что обеспечивает двунаправленную передачу контролирующих и управляющих сигналов. Эти системы отказоустойчивы. Количество адресных устройств в одном кольцевом шлейфе может составлять от 64 (в отечественных системах типа «Радуга») до 200 (в системах зарубежных производителей: Esser, Esmi и др.) За рубежом доля аварийно-аналоговых систем в общем объеме АПС более 60 %.

Более актуальным становится использование адресно-аналоговой пожарной сигнализации в составе единой системы автоматизированного управления зданием. Данная интегрирующая система включает в себя пожарную, охранную сигнализацию, системы контроля доступа, климатического контроля, управления освещением, расходом воды, управления лифтами и другими инженерными системами.

Ущерб от потерь в результате пожара может в десятки, сотни раз превышать затраты на приобретение, установку и обслуживание интеллектуальной высокоразвитой системы.

Эвакуация людей и материальных ценностей в случае пожара. Согласно СНиП 2.01.02-85 расстояние от рабочего места до выхода или лестницы принимается в зависимости от категории взрыво- и пожароопасности производства, степени огнестойкости здания. Не допускается предусматривать эвакуационные выходы через помещения с производственной категорией А и Б.

Для эвакуации людей из здания высотой 10 м и более следует проектировать наружные стальные лестницы. Расстояние между лестницами по периметру здания – не более 200 м.

Для указания местонахождения эвакуационного выхода применяют указательные знаки (согласно ГОСТ 12.4.026-90) в виде синих прямоугольников с белой стрелкой с символическим изображением или надписью черного цвета внутри белого квадрата.

Возникновение пожара в производственных условиях сопровождается обычно образованием дыма, затемняющего помещение и затрудняющего условия эвакуации. Создается опасность гибели людей от удушья.

При пожарах крупного масштаба люди гибнут из-за отсутствия или загромождения путей эвакуации, из-за удушья, поскольку в качестве строительных материалов применяются быстрогорящие материалы, выделяющие при горении токсичные соединения (оксид углерода, формальдегид, стирол, цианистый водород, фенол и др.).

Особенно это опасно в бесфонарных зданиях. На уровне 1,5 м от пола, при температуре 60-70 °С, являющейся опасной для жизни, смерть наступает через 1-2 мин.

При горении некоторые пластические массы выделяют очень вредные для органов дыхания вещества. Винипласт при горении даст хлорид водорода и оксид углерода, капрон – цианид водорода (синильную кислоту), линолеум «релин» – сероводород и сернистый газ. При неполном сгорании древесины выделяется оксид углерода, метиловый спирт, ацетон, уксусный альдегид, уксусная кислота. Эти вещества раздражают слизистую оболочку глаз, носа, гортани, затрудняют эвакуацию людей и тушение пожара.

Подводя итоги, следует отметить, что проблема борьбы с пожарами всегда являлась одной из труднорешаемых. Переход экономики на рыночный уровень еще более обострил ее актуальность. Пожары являются серьезнейшей причиной уничтожения ресурсов, богатств и сил России. Пожарная опасность техносферы достигла угрожающих размеров и стала в один ряд с другими крупными национальными проблемами (например, с экологической проблемой).

Для преодоления тенденции увеличения реальных потерь от пожаров необходим более строгий государственный уровень в области пожарной безопасности. Необходима система законодательных актов, предусматривающих стабильное финансирование аварийно-спасательных и противопожарных работ, систему обучения, развития научных исследований и создания экспериментально-производственной современной базы, а также четкую систему ответственности за упущения в противопожарной защите.

Химическое заражение окружающей среды

Химическое заражение – это распространение опасных химических веществ в окружающей природной среде в концентрациях или количествах, создающих угрозу для людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

Опасные химические вещества, создающие заражение окружающей среды и поражающие живые организмы, принято называть АХОВ (аварийно химически опасные вещества). К АХОВ отнесены только те вещества, заражение которыми относится к ситуациям чрезвычайного характера, создает угрозу источникам водопользования.

Если химические соединения, относящиеся к АХОВ, используются в военных целях, то они получают название боевые химически опасные вещества (БХОВ) и вместе со средствами боевого применения (носители, приборы и устройства управления) именуется химическим оружием.

Основной характеристикой АХОВ является их токсичность, определяющая степень вредного воздействия на организм человека, потери работоспособности или гибель.

Количественно токсичность характеризуется токсодозой, представляющей собой количество вещества в единице объема той или иной среды, вызывающего определенный токсический эффект.

По воздействию АХОВ на человека различают смертельную, выводящую из строя и пороговую токсодозу.

Под абсолютной (средней) смертельной токсодозой – LD_{100} (LD_{50}) – понимается доза, вызывающая смертельный исход у 100 % (50 %) пораженных.

Абсолютная (средняя) выводящая из строя токсодоза – JD_{100} (JD_{50}) – вызывает поражения не ниже средней тяжести у 100 % (50 %) пораженных.

Пороговая токсодоза вызывает у пораженных начальные симптомы отравления.

Предельно допустимая концентрация АХОВ (ПДК) регламентирует степень заражения воздуха рабочей зоны и населенных пунктов и представляет собой максимально допустимую концентрацию АХОВ, которая при постоянном воздействии на человека в течение длительного времени не может вызвать патологических изменений или заболеваний, обнаруживаемых с помощью современных средств диагностики.

Наряду с ПДК используют такой критерий, как *предел переносимости*, то есть такое количество АХОВ в единице объема или массы, при котором человек может выдержать в зоне заражения определенное время без устойчивого поражения.

Классификация АХОВ. По характеру воздействия на организм человека выделяют АХОВ:

- раздражающие (фтористый и хлористый водород, оксиды азота, хлор и др.);
- прижигающие (соляная кислота, аммиак);
- удушающие (фосген, хлорпикрин);
- общетоксические (синильная кислота, сероводород и др.);
- наркотического действия (метилы, формальдегид).

К наиболее распространенным АХОВ относятся хлор, аммиак, соляная и азотная кислота.

Хлор, Cl_2 – зеленовато-желтый газ с резким раздражающим запахом, в 2,5 раза тяжелее воздуха, в результате чего облако хлора стелется по земле и может скапливаться в низких участках местности. Мало растворим в воде. Температура кипения – (- 34 °С), негорюч, но пожароопасен в контакте с горючими материалами. Поражает дыхательную систему. ПДК в рабочих помещениях – 0,001 г/м³, раздражающее действие проявляется при концентра-

ции $0,01 \text{ г/ м}^3$, смертельные отравления возможны при действии $0,25 \text{ г/ м}^3$ в течение 5 минут. Широко применяется в промышленности и коммунально-бытовом хозяйстве.

Аммиак, NH_3 – бесцветный газ с резким запахом, в 1,7 раза легче воздуха, хорошо растворим в воде, горюч, взрывоопасен. Температура кипения – ($-33,4 \text{ }^\circ\text{C}$). Поражает дыхательную систему, раздражает слизистую оболочку глаз, вызывает головные боли. ПДК в рабочих помещениях – $0,02 \text{ г/м}^3$, при концентрациях $0,04-0,08 \text{ г/м}^3$ вызывает резкое раздражение дыхательных путей, головную боль. Концентрация $0,3-0,7 \text{ г/м}^3$ опасна для жизни, поскольку смерть может наступить от остановки дыхания. Используется в промышленности, при производстве удобрений и в качестве хладагента в холодильных установках.

Соляная кислота, HCl (конц.) – концентрированный раствор хлористого водорода в воде с максимальной концентрацией 38-39 %. Является негорючей агрессивной жидкостью. Отравление происходит туманом соляной кислоты, пары действуют через органы дыхания и кожу. ПДК в рабочих помещениях – $0,005 \text{ г/м}^3$. При концентрации $0,015 \text{ г/м}^3$ возникает раздражение верхних дыхательных путей, а концентрация $0,5-0,7 \text{ г/м}^3$ переносится с трудом. При проливах соляной кислоты возможно образование очагов химического поражения на обширной территории. Широко используется в промышленности.

Азотная кислота, HNO_3 (конц.) – желтоватая жидкость с резким запахом, содержащая примеси диоксида азота. Смешивается с водой, негорюча, пары тяжелее воздуха. Температура кипения – ($-83,4 \text{ }^\circ\text{C}$). Сильный окислитель. ПДК в рабочих помещениях – $0,005 \text{ г/м}^3$, при концентрации паров $0,01-0,27 \text{ г/м}^3$ ощущается жжение и резь в глазах, носоглотке, груди, слезотечение, кашель, слабость; при $0,2-0,4 \text{ г/м}^3$ – отек легких, при $0,4-0,5 \text{ г/м}^3$ – быстрая смерть. При попадании на кожу вызывает химический ожог.

Воздействие АХОВ на окружающую среду. При авариях на химических производствах или на транспорте, перевозящем АХОВ, а также при применении химического оружия масштаб опасности определяется токсичностью вещества и размерами зоны его распространения.

Зона распространения включает очаг химического заражения и территорию, над которой распространяется облако зараженного воздуха с опасными концентрациями АХОВ и БХОВ. Внешние границы зоны химического заражения соответствуют пороговому значению токсодозы АХОВ при ингаляционном воздействии на человека. Внутри зоны химического заражения могут быть районы со смертельными и с поражающими токсодозами.

Очаг и зоны химического заражения. Распространение отравляющего химического вещества на территории, приводящее к поражению людей и животных, представляется в виде очага химического заражения, имеющего различные зоны (рис. 12.2).

Первая зона – зона непосредственного выброса (разлива) отравляющего вещества, характеризуется объектом использования (хранения) этого вещества.

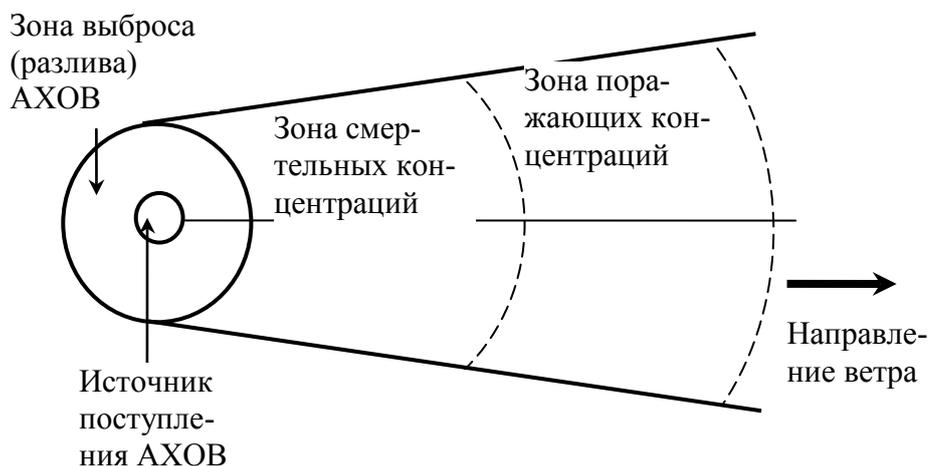


Рис. 12.2. Вид очага химического заражения

Вторая и третья зоны – зоны распространения зараженного воздуха, характеризуются глубиной распространения по направлению ветра с сохранением смертельных и поражающих концентраций. Форма этих зон определяется скоростью ветра и может иметь форму круга, полукруга или сектора определенной угловой величины. За пределами третьей зоны люди могут находиться без средств индивидуальной защиты.

На образование очага химического заражения большое влияние оказывают не только метеоусловия, но и рельеф местности, плотность застройки и прочие факторы.

Нагретая почва, нагретые нижние слои воздуха, наличие ветра создают условия для быстрого испарения химического вещества, снижения его концентрации. В зимнее время испарение замедляется, длительность заражения увеличивается.

Весьма существенна степень вертикальной устойчивости приземных слоев атмосферы. Так, конвекция способствует рассеиванию зараженного облака, снижению концентрации его паров. При инверсии и изотермии концентрация химического вещества в приземном слое атмосферы сохраняется лучше, а облако зараженного воздуха распространяется на большее расстояние.

Таким образом, в условиях тихой, безветренной прохладной погоды отравляющие вещества быстро оседают на поверхностях и долго сохраняют высокую концентрацию.

Химически опасные объекты (ХОО) и особенности аварий на них. Химически опасными являются объекты, на которых производят, используют, хранят или транспортируют АХОВ (БХОВ). Аварии на химически опасных объектах сопровождаются разрушениями, массовыми химическими поражениями людей, животных и растений.

К подобным объектам относятся предприятия химической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и других родственных им отраслей промышленности. К химически опасным объектам относятся также предприятия, имеющие

промышленные холодильные установки, использующие в качестве хладагента аммиак; водоочистительные сооружения, на которых используется хлор; автомобильный, водный и трубопроводный транспорт, используемый для транспортировки АХОВ; склады АХОВ; предприятия нехимических отраслей, использующие АХОВ; арсеналы (базы) хранения и уничтожения БХОВ.

Наибольшую опасность для населения представляют склады и базы хранения АХОВ, так как на предприятиях в технологических линиях обращается относительно небольшое количество АХОВ, создающее при авариях лишь локальное заражение территорий и воздуха.

Существуют жесткие требования к условиям хранения АХОВ.

Критерием для определения химической опасности объекта является количество населения, попадающего в зону возможного (прогнозируемого) химического заражения, которая представляет собой площадь круга, очерченного радиусом, равным наибольшей глубине распространения облака с пороговой концентрацией.

Аварии на ХОО характеризуются, в основном, масштабом и продолжительностью химического заражения. Они могут сопровождаться пожарами и взрывами газо- и пылевоздушных смесей, создающими повторные разрушения и повреждения соседних объектов.

Таким образом, во время аварий на ХОО могут действовать одновременно несколько поражающих факторов: пожары, взрывы, химическое заражение воздуха, территории и воды.

Оценка химической обстановки. Оценка химической обстановки производится с целью определения масштабов и характера заражения местности отравляющими и сильнодействующими ядовитыми веществами.

В результате оценки получают данные о виде загрязняющего вещества, глубине и площади зоны заражения, предельном времени пребывания людей в зоне заражения, возможных потерях среди обслуживающего персонала (населения), возможных путях миграции загрязняющих веществ.

Исходными данными для оценочных расчетов являются:

- общее количество химических загрязняющих веществ на объекте и данные по размещению их запасов;
- количество химических веществ, выброшенных в атмосферу, и характер их разлива на подстилающей поверхности («свободно», «в поддон», «в обшивку»);
- метеоусловия (температура воздуха, скорость ветра на высоте 10 м, степень вертикальной устойчивости атмосферы, характеризующейся наличием инверсии, конвекции, изотермии и пр.);
- степень защищенности людей.

Процесс химического заражения в условиях аварии подразделяется на две стадии: образование первичного и образование вторичного облака. Первичное облако образуется при мгновенном (1-3 мин) переходе в атмосферу части содержимого емкости при ее разрушении. Вторичное облако образуется в результате испарения разлившегося вещества с подстилаемой поверхности.

Внешние границы зоны заражения рассчитываются с учетом пороговой токсодозы при ингаляционном воздействии на организм.

Способы защиты от АХОВ. Основными способами защиты населения от АХОВ являются:

- укрытие в убежищах и загерметизированных помещениях;
- строгое ограничение времени пребывания на зараженной открытой местности;
- использование средств индивидуальной защиты с учетом того, какое АХОВ явилось источником заражения.

В качестве индивидуальных средств, при отсутствии противогазов, можно использовать ватно-марлевые повязки или смоченные водой носовые платки.

Информацию об аварии с выбросом в атмосферу АХОВ и опасности химического заражения население получит из сообщения, передаваемого местным штабом ГО.

При получении человеком отравляющей дозы пострадавшего необходимо вынести из зоны заражения, предоставив тепло и покой. В зависимости от вида АХОВ дальнейшие действия в оказании помощи следующие.

При отравлении аммиаком кожные покровы, глаза, нос, рот следует обильно промыть водой. В глаза закапать 2-3 капли 30 % раствора альбумида, в нос – оливковое масло. Делать искусственное дыхание запрещается.

При отравлении хлором кожные покровы, рот, нос следует обильно промывать 2 % раствором пищевой соды. В случае остановки дыхания следует делать искусственное дыхание.

При поражении фосгеном необходимо дать пострадавшему горячее питье, расстегнуть ворот, пояс, все застёжки, при возможности одежду, которая может быть заражена порами фосгена. Дать кислород, но искусственное дыхание делать нельзя. Пострадавшего следует быстро доставить в лечебное учреждение.

При поражении бензолом пострадавшему можно делать искусственное дыхание, если оно отсутствует; при затрудненном дыхании следует дать увлажненный кислород или карбоген. Кожу промыть водой с мылом и смазать дерматоловой мазью.

Радиационная безопасность

Современное развитие ядерной энергетики создало реальную угрозу радиоактивного заражения больших территорий не только в случае применения ядерного оружия, но и в случае разрушения объектов ядерно-топливного цикла обычным оружием или при их аварии в ходе промышленной эксплуатации. Атомные реакторы обеспечивают до 13 % потребностей России в электроэнергии.

Радиоактивные вещества (РВ) и источники ионизирующих излучений широко используются в повседневной жизни, производстве, медицине. Человек в течение всей жизни подвергается действию естественного радиационного фона Земли. Этот фон складывается из космического излучения, излучения от нахо-

дящихся в почве строительных материалов, а также из излучения от природных РВ, которые с пищей и водой попадают внутрь организма и там накапливаются.

Кроме того, человек встречается с искусственными источниками излучения, например, ионизирующим излучением, используемым в медицинских целях. В современных условиях, при наличии высокого естественного радиационного фона, при действующих технологических процессах каждый житель Земли ежегодно получает дозу облучения в среднем 300-500 мбэр. Эта доза характеризует нормальное, безопасное радиационное состояние среды обитания человека. При ядерных взрывах и при авариях на атомных реакторах уровень радиации резко возрастает.

При ядерном взрыве источниками радиоактивного излучения становятся «осколки» деления ядерного горючего, представляющего собой смесь более 200 изотопов 34 химических элементов, а также радиоактивные вещества неразделившейся части ядерного заряда (уран, плутоний), корпуса и механизма боеприпаса с наведенной радиоактивностью. Наибольшую опасность для биосферы, жизни, наследственности представляют изотопы йода-131, стронция-90, цезия-137, плутония-239, углерода-14.

В работе ядерных энергетических реакторов осуществляется реакция деления ядерного топлива (обогащенной смеси урана-235 или уран-плутонического), при которой идет накопление газообразных, жидких и твердых продуктов, имеющих в своем составе практически все существующие радионуклиды. При разрушении реактора происходит выброс всех образовавшихся и накопленных радионуклидов, что и создает радиоактивное заражение местности.

В ранние сроки после аварии на атомных реакторах наибольшую опасность представляют радионуклиды йода-131, составляющие основную массу радиоактивных выбросов. У человека и животных радиоактивный йод накапливается в щитовидной железе, но поскольку он выводится с мочой и калом, то эффективный период его полураспада составляет 3-5 дней.

В более поздние сроки после аварии, когда радиоактивный йод практически исчезает, опасность представляют долгоживущие нуклиды – стронций-90 и цезий-137, которые при попадании в организм человека с пищей, водой, воздухом включаются в молекулы костной ткани и мышц и, оставаясь в них, продолжают облучать организм изнутри.

Действия населения в районе заражения сводятся, в основном, к соблюдению определенных правил и осуществлению санитарно-гигиенических мероприятий.

При поступлении сообщения о радиационной опасности люди должны укрыться в жилых или служебных помещениях. Стены деревянного дома ослабляют ионизированное излучение в 2 раза, а кирпичного – в 10 раз. Заглубленные укрытия (подвалы) еще больше ослабляют дозу излучения.

В помещениях следует закрыть форточки, вентиляционные люки, отдушины, уплотнить рамы и дверные проемы. Необходимо создать запас питьевой воды в закрытых емкостях и провести экстренную йодную профилактику.

Йодная профилактика заключается в приеме препаратов стабильного йода (таблеток йодистого калия или водно-спиртового раствора йода). Смысл применения препаратов йода заключается в том, что они препятствуют проникновению радиоактивного йода в щитовидную железу и способствуют выведению из нее уже попавшего радионуклида. Далее следует подготовиться к возможной эвакуации, для чего нужно упаковать в полиэтиленовые пакеты документы, деньги, предметы первой необходимости, лекарства, минимум белья и одежды, запас продуктов на 2-3 суток и ждать информационного сообщения штаба ГО. Правила радиационной безопасности и личной гигиены следующие:

- использовать в пищу только консервированное молоко и пищевые продукты, хранившиеся в закрытых помещениях;
- принимать пищу только в закрытых помещениях, тщательно мыть руки с мылом перед едой и полоскать рот 0,5 % раствором питьевой соды;
- не пить воду из открытых источников и из водопровода после официального объявления радиационной опасности; накрыть колодцы крышками или пленкой;
- избегать длительных передвижений по зараженной местности, по пыльной дороге и траве, не ходить в лес, не купаться в ближайших водоемах;
- снимать обувь, входя в помещение с улицы («грязную» обувь оставлять на лестничной площадке или на крыльце);
- в случае необходимости передвижения по открытой зараженной местности прикрывать рот и нос смоченными водой марлевой повязкой, носовым платком, полотенцем, на ноги надеть резиновые сапоги, кожу и волосяной покров головы прикрыть любым предметом одежды, головными уборами, накидками, перчатками.

Все вышеизложенное позволит в некоторой степени уменьшить риск неблагоприятных радиационных последствий.

12.2. Устойчивость работы объектов экономики в чрезвычайных ситуациях

Под *устойчивостью работы промышленного объекта в ЧС* понимают способность выпускать установленные виды продукции в объемах и номенклатуре, предусмотренных соответствующими планами в этих условиях, а также приспособленность объекта к восстановлению в случае повреждения. Под *устойчивостью технической системы* понимается возможность сохранения ею работоспособности при ЧС.

Для того чтобы объект сохранил устойчивость в условиях ЧС, проводят комплекс инженерно-технических, организационных и других мероприятий, направленных на защиту персонала от воздействия опасных и вредных факторов, возникающих при развитии ЧС, а также населения, проживающего вблизи объекта.

Повышение устойчивости технических систем и объектов достигается организационно-техническими мероприятиями, которым всегда предшествует исследование устойчивости конкретного объекта.

На первом этапе исследования анализируют устойчивость и уязвимость элементов объекта в условиях ЧС, а также оценивают опасность выхода из строя или разрушения элементов или всего объекта в целом. На этом этапе анализируют:

- надежность установок и технологических комплексов;
- последствия аварий отдельных систем производства;
- распространение ударной волны по территории предприятия при взрывах сосудов, коммуникаций, ядерных зарядов и т. п.;
- распространение огня при пожарах различных видов;
- рассеивание веществ, высвобождающихся при ЧС;
- возможность вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей и т. п.

На втором этапе исследования разрабатывают мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после ЧС. Эти мероприятия составляют основу плана-графика повышения устойчивости объекта. В плане указывают объем и стоимость планируемых работ, источники финансирования, основные материалы и их количество, машины и механизмы, рабочую силу, ответственных исполнителей, сроки выполнения и т. д.

Исследования устойчивости функционирования объекта начинаются задолго до ввода его в эксплуатацию, то есть со стадии проектирования. В дальнейшем исследование объекта проводится соответствующими службами на стадии технических, экономических, экологических и иных видов экспертиз. Каждая реконструкция или расширение объекта также требует нового исследования устойчивости. Таким образом, исследование устойчивости – это не одноразовое действие, а длительный, динамичный процесс, требующий постоянного внимания со стороны руководства, технического персонала, служб гражданской обороны.

Любой промышленный объект включает наземные здания и сооружения основного и вспомогательного производства, складские помещения и здания административно-бытового назначения. В зданиях и сооружениях основного и вспомогательного производства размещается технологическое оборудование, сети газо-, тепло-, электроснабжения. Между собой здания и сооружения соединены сетью внутреннего транспорта, сетью энергоносителей, системами связи и управления. На территории промышленного объекта могут быть расположены сооружения автономных систем электро- и водоснабжения, а также отдельно стоящие технологические установки и т. д. Здания и сооружения возводятся по типовым проектам из унифицированных материалов. Проекты производств выполняются по единым нормам технологического проектирования, что приводит к среднему уровню плотности застройки (30-60 %). Все это дает основание считать, что для всех промышленных объектов, независимо от профи-

ля производства и назначения, характерны общие факторы, влияющие на устойчивость объекта и подготовку его к работе в условиях ЧС.

На работоспособность промышленного объекта оказывают негативное влияние специфические условия и прежде всего район его расположения, который определяет уровень и вероятность воздействия опасных факторов природного происхождения (сейсмическое воздействие, сели, оползни, тайфуны, цунами, число гроз, ливневых дождей и т. д.). Поэтому большое внимание уделяется исследованию и анализу района расположения объекта. При этом выясняются метеорологические особенности: количество осадков, направление господствующих ветров, максимальная и минимальная температура самого жаркого и самого холодного месяца. Изучается рельеф местности, характер грунта, глубина залегания подпочвенных вод, их химический состав.

На устойчивость объекта влияют характер застройки территории (структура, тип, плотность застройки), окружающие объект смежные производства, транспортные магистрали, естественные условия прилегающей местности (лесные массивы как источники пожаров, водные объекты как возможные транспортные коммуникации, огнепреградительные зоны и в то же время источники наводнений и т. п.).

Специфика района расположения может проявиться крайне неблагоприятно в случае выхода из строя штатных путей подачи исходного сырья или энергоносителей.

При изучении устойчивости объекта дают характеристику зданиям основного и вспомогательного производства, а также зданиям, которые не будут участвовать в производстве основной продукции в случае ЧС. Устанавливают основные особенности их конструкции, указывают технические данные, этажность, длину и высоту, вид каркаса, стеновые заполнения, световые проемы, кровлю, перекрытия, степень износа, огнестойкость здания, число рабочих и служащих, одновременно находящихся в здании (наибольшая рабочая смена), наличие встроенных в здание и вблизи расположенных убежищ, наличие в здании средств эвакуации и их пропускную способность.

Проводится оценка внутренней планировки территории объекта, определяется влияние плотности и типа застройки на возможность возникновения и распространения пожаров. Оценивается возможность образования завалов у входов в убежища и проходов между зданиями.

Особое внимание обращается на участки, где могут возникнуть вторичные факторы поражения. К таким участкам относятся емкости с легковоспламеняющимися жидкостями и сильнодействующими ядовитыми веществами; склады вредных веществ и взрывоопасные технологические установки; технологические коммуникации, разрушение которых может вызвать пожары, взрывы и загазованность; склады легковоспламеняющихся материалов; аммиачные установки и др. При этом прогнозируются последствия следующих процессов:

- утечки тяжелых и легких газов или токсичных дымов;
- рассеивания продуктов сгорания во внутренних помещениях;
- пожаров цистерн, колодцев, фонтанов;

- нагрева и испарения жидкостей в бассейнах и емкостях;
- воздействия на человека продуктов горения и иных химических веществ;
- радиационного теплообмена при пожарах;
- взрывов паров ЛВЖ;
- образования ударной волны в результате взрывов паров ЛВЖ, сосудов, находящихся под давлением, взрывов в закрытых и открытых помещениях;
- распространения пламени в зданиях и сооружениях объекта.

Технологический процесс изучается с учетом специфики производства во время ЧС. Рассматриваются вопросы, связанные с возможностью изменения технологии, частичного прекращения производства, переключения на производство новой продукции. Оценивается возможность замены энергоносителей, автономной работы отдельных установок и цехов объекта. Устанавливаются запасы и места расположения АХОВ, ЛВЖ и горючих веществ, способы безаварийной остановки производства. Особое внимание уделяется изучению систем газоснабжения, поскольку их разрушение может привести к появлению вторичных поражающих факторов.

На предприятиях, где в процессе производства используют взрывоопасные, токсичные и радиоактивные вещества, строят убежища для защиты работающих, разрабатывают специальный график работы персонала в условиях заражения вредными веществами. Создается система оповещения персонала и населения, проживающего вблизи объекта. Персонал объекта должен быть обучен и подготовлен к выполнению конкретных работ по ликвидации последствий ЧС в очаге поражения.

Исследуется система управления производством на объекте. Изучается расстановка сил, состояние пунктов управления и надежность узлов связи. Определяются источники пополнения рабочей силы, анализируются возможности взаимозаменяемости руководящего состава объекта.

На каждом объекте экономики заблаговременно проводится огромный объем работ, включая мероприятия:

- организационные, предусматривающие планирование действий личного состава штаба, служб и формирований ГО объекта в условиях чрезвычайных ситуаций;
- топологические, осуществляемые для повышения устойчивости функционирования объекта экономики путем введения технологических режимов, исключающих возникновение вторичных поражающих факторов;
- инженерно-технические, обеспечивающие повышение устойчивости объекта к любым поражающим факторам.

Инженерно-технические мероприятия осуществляются по особому плану-графику и имеют весьма важное значение в обеспечении устойчивости объектов экономики.

12.3. Единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС

12.3.1. Структура РСЧС

Для непосредственного выполнения функций по обеспечению безопасности населения в чрезвычайных ситуациях в системе исполнительной власти создана и функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

РСЧС объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций, в полномочия которых входит решение вопросов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

РСЧС имеет *пять уровней*:

- федеральный;
- региональный;
- территориальный;
- местный;
- объектовый.

Система имеет функциональные и территориальные подсистемы.

Функциональные подсистемы создаются федеральными органами исполнительной власти для организации работы в области защиты населения и территорий в сфере деятельности этих органов. На данный момент существует 45 функциональных подсистем, в том числе в Минатоме, МВД, МЧС, Минобороны, Министерстве природных ресурсов, Минобразовании, Минтруде (функциональная подсистема социальной защиты населения, пострадавшего от ЧС).

Территориальные подсистемы создаются в субъектах Российской Федерации для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в пределах их территорий и состоят из звеньев, соответствующих административно-территориальному делению этих территорий.

На каждом уровне единой системы создаются:

- координационные органы;
- постоянно действующие органы управления;
- органы повседневного контроля;
- силы и средства;
- резервы финансовых и материальных ресурсов;
- системы связи, оповещения и информационного обеспечения.

Координационными органами являются:

– на федеральном уровне – Правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности и комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности федеральных органов исполнительной власти;

– на территориальном уровне (в пределах территории субъекта РФ) – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности органа исполнительной власти субъекта РФ;

– на местном уровне (в пределах территории муниципального образования) – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности органа местного самоуправления;

– на объектовом уровне – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности организации.

На региональном уровне функции по обеспечению координации деятельности осуществляет полномочный представитель Президента РФ в федеральном округе.

Комиссии возглавляются соответственно руководителями органов и организаций или их заместителями.

Задачи комиссии:

– разработка предложений по реализации единой государственной политики в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожаробезопасности;

– обеспечение согласованности действий федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций;

– координация деятельности органов управления и сил единой системы.

Постоянно действующими органами управления являются:

– на федеральном уровне – Министерство РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий и структурные подразделения федеральных органов исполнительной власти, специально уполномоченные решать задачи в области защиты населения и территорий от ЧС;

– на региональном уровне – региональные центры по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий;

– на территориальном и местном уровнях – органы, специально уполномоченные решать задачи по делам ГО и ЧС (органы управления по делам ГО и ЧС);

– на объектовом уровне – структурные подразделения и работники, специально уполномоченные решать задачи в области ГО и ЧС.

Органами повседневного управления являются:

– центры управления в кризисных ситуациях, информационные центры, дежурно-диспетчерские службы федеральных органов исполнительной власти;

– центры управления в кризисных ситуациях региональных центров, органов управления по делам ГО и ЧС, муниципальных образований, организаций.

К *силам и средствам* единой системы относятся специально подготовленные силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, организаций и общественных объединений, предназначенные и выделяемые для предупреждения и ликвидации ЧС.

В состав сил и средств каждого уровня единой системы входят силы постоянной готовности, предназначенные для оперативного реагирования на ЧС и проведения работ по их ликвидации.

Основу сил постоянной готовности составляют аварийно-спасательные службы, аварийно-спасательные формирования, иные службы и формирования, оснащенные специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментом, материалами с учетом обеспечения проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в зоне ЧС в течение не менее 3 суток.

Состав и структуру сил постоянной готовности определяют создающие их федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления, организации и общественные объединения исходя из возложенных на них задач.

Привлечение аварийно-спасательных служб и формирований к ликвидации ЧС осуществляется:

- в соответствии с планами предупреждения и ликвидации ЧС на обслуживаемых указанными службами объектах и территориях;
- в соответствии с планами взаимодействия при ликвидации ЧС на других объектах и территориях;
- по решению федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов федерации, органов местного самоуправления, организаций, осуществляющих руководство деятельностью указанных служб и формирований.

Готовность аварийно-спасательных служб и формирований к реагированию на ЧС определяется в ходе аттестации, а также во время проверок, осуществляемых МЧС и органами государственного надзора.

Для ликвидации ЧС создаются и используются:

- резервный фонд Правительства Российской Федерации по предупреждению и ликвидации ЧС;
- запасы материальных ценностей для обеспечения неотложных работ по ликвидации последствий ЧС, находящиеся в составе государственного материального резерва;
- резервы материальных ресурсов федеральных органов исполнительной власти;
- резервы финансовых и материальных ресурсов субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций.

Номенклатура и объем резервов материальных ресурсов для ликвидации ЧС, а также контроль за их созданием, хранением, использованием и восстановлением устанавливаются создающим их органом.

Управление единой системой осуществляется с использованием систем связи и оповещения, представляющих собой организационно-техническое объединение сил, средств связи и оповещения, сетей вещания, каналов сети связи общего пользования и ведомственных сетей связи, обеспечивающих доведение информации и сигналов оповещения до органов управления, сил единой системы и населения.

12.3.2. Режимы функционирования РСЧС

При отсутствии угрозы возникновения ЧС на объектах, территориях и акваториях органы управления и силы единой системы функционируют в режиме *повседневной деятельности*.

При возможности возникновения и возникновении ЧС может устанавливаться один из следующих режимов функционирования:

- *режим повышенной готовности* – при возникновении угрозы ЧС;
- *режим ЧС* – при возникновении и ликвидации ЧС.

При установлении двух последних режимов определяются:

- обстоятельства, послужившие основанием для введения соответствующего режима;
- границы территории, на которой могла возникнуть ЧС, или границы зоны ЧС;
- силы и средства, привлекаемые к проведению мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС;
- перечень мер по обеспечению защиты населения от ЧС и организации работ по ее ликвидации;
- должностные лица, ответственные за осуществление мероприятий по предупреждению ЧС, или руководитель работ по ликвидации ЧС.

Основные мероприятия в режиме повседневной деятельности:

- изучение состояния окружающей среды и прогнозирование ЧС;
- сбор, обработка и обмен информацией в области защиты населения и территорий от ЧС;
- разработка и реализация целевых и научно-технических программ и мер по предупреждению ЧС и обеспечению пожаробезопасности;
- планирование работ;
- подготовка населения к действиям в ЧС;
- пропаганда знаний в области защиты населения и территорий;
- руководство созданием, размещением, хранением и восполнением резервов материальных ресурсов;
- осуществление необходимых видов страхования;
- проведение мероприятий по подготовке к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей;
- ведение статистической отчетности о ЧС, участие в расследовании причин аварий и катастроф.

Основные мероприятия в режиме повышенной готовности:

- усиление контроля за состоянием окружающей среды;
- введение при необходимости круглосуточного дежурства руководителей и должностных лиц органов управления на стационарных пунктах управления;
- непрерывный сбор, обработка и передача органам управления и силам единой государственной системы данных о прогнозируемых ЧС, информирование населения о приемах и способах защиты от них;

- принятие оперативных мер по предупреждению возникновения и развития ЧС, снижению размеров ущерба и потерь, а также по повышению устойчивости функционирования объектов;
- уточнение планов действий и других документов;
- приведение при необходимости сил и средств единой системы в готовность к реагированию по ЧС;
- восполнение при необходимости резервов материальных ресурсов;
- проведение при необходимости эвакуационных мероприятий.

Основные мероприятия в режиме ЧС:

- непрерывный контроль за состоянием окружающей среды, прогнозирование развития возникшей ЧС и ее последствий;
- оповещение руководства и населения о возникшей ЧС;
- проведение мероприятий по защите населения и территорий;
- организация работ по ликвидации ЧС, по поддержанию общественного порядка и привлечению общественных организаций и населения к ликвидации последствий ЧС;
- непрерывный сбор, анализ и обмен информацией об обстановке в зоне ЧС;
- организация и поддержание непрерывного взаимодействия органов власти и организаций;
- проведение мероприятий по жизнеобеспечению населения в ЧС.

12.3.3. Подготовка населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций

Вопросы подготовки населения в области защиты от ЧС рассмотрены в Постановлении Правительства РФ № 547 от 4.09.2003 г. Положение определяет группы населения, проходящие обязательную подготовку в области защиты от ЧС, а также основные задачи и формы обучения населения действиям в ЧС.

Подготовку проходят:

- а) лица, занятые в сфере производства и обслуживания, не включенные в состав органов управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС – *работающее население*;
- б) лица, не занятые в сфере производства и обслуживания – *не работающее население*;
- в) лица, обучающиеся в общеобразовательных учреждениях и учреждениях начального, среднего и высшего профессионального образования – *обучающиеся*;
- г) руководители органов государственной власти, органов местного самоуправления и организаций;
- д) работники федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти, органов местного самоуправления и организаций, специально уполномоченные решать задачи в области ЧС – *уполномоченные работники*;

е) председатели комиссий по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности.

Основными задачами при подготовке населения являются:

– обучение правилам поведения, основным способам защиты и действиям в ЧС, приемам оказания первой помощи, правилам пользования СИЗ и СКЗ;

– выработка у руководителей навыков управления силами и средствами РСЧС;

– совершенствование практических навыков руководителей в организации и проведении мероприятий по предупреждению ЧС и ликвидации их последствий;

– практическое усвоение уполномоченными работниками порядка действий при различных режимах функционирования РСЧС, а также при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Подготовка в области защиты от ЧС предусматривает:

– *для работающего населения* – проведение занятий по месту работы и самостоятельное изучение порядка действий с последующим закреплением на учениях и тренировках;

– *для неработающего населения* – беседы, лекции, просмотр фильмов, самостоятельное изучение пособий, памяток, листовок;

– *для обучающихся* – проведение занятий в рамках курса «ОБЖ» и дисциплины «БЖД»;

– *для руководителей органов государственной власти* – повышение квалификации в Российской академии государственной службы, самостоятельное изучение нормативных документов, участие в ежегодных сборах, учениях, тренировках;

– *для председателей КЧС, руководителей органов местного самоуправления и организаций, уполномоченных работников* – повышение квалификации не реже одного раза в 5 лет, участие в сборах, учениях и тренировках.

В муниципальных образованиях и организациях, имеющих опасные производственные объекты, а также в лечебно-профилактических учреждениях, имеющих более 600 коек, комплексные учения продолжительностью до 2 суток проводят один раз в три года. В других организациях один раз в три года проводят тренировки продолжительностью до 8 часов. В образовательных учреждениях тренировки проводятся ежегодно.

Финансирование подготовки работающего населения в области защиты от ЧС, подготовки и аттестации формирований, а также проведения организациями учений и тренировок осуществляется за счет организаций.

12.4. Организация гражданской обороны (ГО)

Гражданская оборона – это система общегосударственных мер по защите населения от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.

Гражданская оборона в стране организуется по территориально-производственному принципу. Территориальный принцип предусматривает организацию ГО на территории (республика, область, город). Производственный принцип предусматривает организацию ГО в министерствах, ведомствах, на предприятиях.

Начальниками ГО на территориях являются руководители органов власти, а на предприятиях, объединениях – их руководители.

В зависимости от важности города или объекта экономики используется дифференциация, т. е. городу или объекту присваивается 1, 2 или 3-я категория.

Остальные территории и объекты являются «некатегорийными». В зависимости от категории устанавливаются государственное финансирование на ГО, организационная структура и штатное расписание сил ГО.

При каждом начальнике ГО создается штаб и службы ГО.

Штаб ГО – это орган управления, осуществляющий планирование, организацию и контрольные функции.

Службы ГО – это структурные звенья системы, выполняющие специализированные мероприятия по обеспечению связи, охраны общественного порядка, противопожарной защиты, проведению аварийно-технических работ, материально-технического снабжения, противорадиационной и противохимической защиты, медицинского обслуживания, организации использования убежищ и укрытий и пр.

К основным задачам ГО относятся:

- подготовка объектов экономики к устойчивой работе в условиях чрезвычайных ситуаций;

- защита населения от последствий ЧС в условиях мирного и военного времени (оповещение, обеспечение людей средствами индивидуальной защиты, рассредоточение и эвакуация, защита продовольствия, воды, организация радиационного, химического и бактериологического контроля, обязательное всеобщее обучение по ГО и пр.);

- проведение спасательных и других неотложных работ в очагах поражения;

- организация управления в условиях ЧС (при наличии нормативных и директивных документов, мобильных органов управления, подразделений связи и разведки).

Для ликвидации последствий ЧС в помощь войскам ГО создаются невоенизированные формирования ГО – отряды, команды, группы и звенья различного назначения.

Эти формирования предназначены для тушения или локализации пожаров, расчистки завалов, спасения людей из-под завалов, оказания первой помощи пострадавшим и их эвакуации, ликвидации аварий на коммунально-энергетических сетях.

Оповещение. Основным способом оповещения является передача речевой информации по радио и телевидению. Передаче информации предшествует предупредительный сигнал «Внимание всем!» путем включения сирен, гудков

и других сигнальных средств. По предупредительному сигналу люди должны включить средства вещания и прослушать информацию о ЧС и правилах поведения.

Эвакуация населения – это организованный вывод (вывоз) людей из городов и размещение их в загородной зоне, где они проживают до особого распоряжения.

Рассредоточение – это организованный вывод (вывоз) и размещение в загородной зоне персонала, свободного от работы, и персонала, обеспечивающего жизнедеятельность города (например, работники коммунального хозяйства). Рассредоточиваемые постоянно приезжают на рабочие места, а по окончании работы возвращаются в загородную зону. Время на дорогу в город и обратно не должно превышать 2-х часов.

Рассредоточение рабочих и служащих, членов их семей осуществляется по территориально-производственному принципу комбинированным способом, то есть всеми видами транспорта или пешком в минимально короткие сроки (в течение 24 часов с момента получения сигнала). Для каждого объекта экономики в загородной зоне заранее отводится район размещения.

Население эвакуируется по территориальному принципу, то есть по месту жительства через жилищно-эксплуатационные органы.

Транспортом вывозятся больные, престарелые, инвалиды, женщины с детьми до 10 лет. Остальное население может выводиться пешком до пункта промежуточной эвакуации. В пешей колонне может быть до 1000 человек, но колонна разделяется на группы по 50-100 человек. Скорость движения колонны до 5 км/ч, через каждые 1,5 часа движения делается привал на 15 мин, а через 6 часов – большой привал до 2-х часов. В загородной зоне создаются приемные эвакуопункты, которые обеспечивают эвакуируемых людей всем необходимым.

Инженерная защита населения – это защитные сооружения ГО, предназначенные для защиты населения от поражающих факторов при ЧС. К ним относятся:

- убежища, в том числе быстровозводимые;
- укрытия, в том числе противорадиационные;
- укрытия простейшего типа (щели, траншеи, подземные переходы, горные выработки, приспособленные помещения и пр.)

В качестве убежищ в условиях ЧС могут использоваться помещения, которые в мирное время предназначались для хозяйственно-бытовых и других целей (гардеробные, душевые, спортивные, помещения торговли и общественного питания и пр.).

Убежище должно иметь основное помещение высотой более 2,2 м, уровень пола должен быть выше уровня грунтовых вод более чем на 20 см. Убежище должно обеспечивать защиту людей от поражающих факторов и от тепловых воздействий, имеющих место на поверхности, в течение 2-х и более суток. Убежище должно иметь аварийный выход и фильтровентиляционное оборудование, обеспечивающее очистку воздуха от примесей и подачу в убежище не

менее 2 м³ воздуха в час на одного человека. Каждое убежище обслуживается специальным формированием ГО.

Убежище укомплектовывается необходимыми документами (план убежища, карточка его привязки на местности, схема путей эвакуации людей из убежища). На плане убежища указываются все системы жизнеобеспечения, вентиляционные каналы, все входы, толщина и материалы стен, пола, площадь и кубатура помещений, таблицы для расчета времени пребывания людей при данной кратности обмена воздуха.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ). По назначению СИЗ подразделяют на средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы) и средства защиты кожи (спецодежда, спецобувь). По принципу защиты СИЗ подразделяются на фильтрующие (очищающие) воздух и изолирующие от внешней среды.

Существуют медицинские средства индивидуальной защиты. К ним относятся:

– аптечка индивидуальная (АИ-2), в состав которой входят радиозащитные, противорвотные, противобактериальные, антиболевые средства; аптечка снабжена инструкцией по пользованию препаратами;

– индивидуальный противохимический пакет (ИПП-8А, ИПП-10А), который содержит дегазирующие растворы, ватно-марлевые тампоны для обеззараживания капельно-жидких отравляющих веществ, попавших на кожу, одежду, обувь; пакет имеет герметичную упаковку и инструкцию по использованию пакета;

– перевязочный пакет, состоящий из стерильного бинта длиной 7 м и шириной 10 см, двух стерильных ватно-марлевых подушек для наложения на раны, булавки для закрепления повязки; имеется инструкция по использованию пакета.

Таким образом, обобщая вышеизложенное, следует отметить, что ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций является одной из основных задач ГО и решение этой задачи должно осуществляться в максимально короткие сроки.

Процесс ликвидации последствий ЧС может быть разделен на три этапа. На первом этапе население информируется о возникновении ЧС и о необходимости использования СИЗ. Проводится эвакуация людей из опасных зон, осуществляется подготовка к выполнению спасательных и других неотложных работ. Из числа работников промышленных объектов формируются спасательные подразделения. Организуется разведка очагов поражения. На втором этапе проводятся спасательные и аварийно-восстановительные работы, осуществляется локализация и тушение пожаров, извлечение людей из завалов, доставка пострадавших в медицинские учреждения, оказание им первой доврачебной помощи. При необходимости проводится специальная обработка на местности. На третьем этапе начинаются работы по восстановлению функционирования объектов, выполняемые строительными, монтажными и другими специальными организациями. Осуществляется ремонт строений, восстанавливаются энерго- и водоснабжение, объекты коммунального обслуживания и линии связи. Производится реэвакуация населения.

13. ПРАВОВЫЕ, НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЖД

13.1. Основные принципы государственной политики

В настоящее время в РФ принято большое число законодательных и нормативных документов, направленных на решение вопросов безопасности в обществе.

Основные из них:

- Трудовой кодекс Российской Федерации;
- Закон РФ «О безопасности»;
- ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»;
- Закон РФ о коллективных договорах и соглашениях;
- Р 2.2.2006-05. «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»;
- ФЗ «О пожарной безопасности»;
- Рекомендации по организации работы службы охраны труда на предприятии, в учреждении и организации;
- Положение о расследовании и учете несчастных случаев на производстве.

В статье 37 Конституции РФ закреплено право каждого гражданина на труд «в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены».

Гарантии осуществления права трудящихся на охрану труда изложены в Трудовом кодексе Российской Федерации.

Одним из главных направлений государственной политики в области охраны труда следует назвать «обеспечение приоритета жизни и здоровья работников».

Государственная политика в области охраны труда проявляется в:

- координации деятельности в области охраны труда, экономической и социальной политики, охраны окружающей природной среды;
- установлении единых нормативных требований по охране труда;
- государственном управлении деятельностью в области охраны труда, включая государственный надзор и контроль за соблюдением законодательных и иных нормативных актов;
- проведении эффективной налоговой политики, стимулирующей создание здоровых и безопасных условий труда;
- обязательном расследовании каждого несчастного случая и профессионального заболевания на производстве;
- установлении компенсаций и льгот за тяжелые работы и работы с вредными или опасными условиями труда, не устранимыми при современном техническом уровне производства и организации труда;
- защите интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве, а также их семей;
- подготовке специалистов в области охраны труда;

- установлении государственной статистической отчетности об условиях труда и травматизма;
- международном сотрудничестве при решении проблемы охраны труда.

13.2. Государственное управление охраной труда

Государственное управление в сфере охраны труда содержит два уровня управления: федеральный и региональный, представляющие вертикально-территориальную централизованную пирамидальную систему управления.

Государственное управление охраной труда осуществляется соответствующими органами государственного управления в пределах их полномочий.

Основная структура государственной системы управления охраной труда зафиксирована статьей 216 Трудового кодекса. Она предусматривает, что государственное управление охраной труда осуществляется Правительством Российской Федерации непосредственно или по его поручению федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, и другими федеральными органами исполнительной власти в пределах их полномочий.

Федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим эти функции до административной реформы 2004 г., было Министерство труда и социального развития Российской Федерации (Минтруда России). В его структуре вопросами организации и управления охраной труда в Российской Федерации занимался специальный Департамент условий и охраны труда.

В ходе административной реформы 2004 г. в соответствии с постановлением Правительства РФ от 30 июня 2004 г. № 321, утвердившим Положение о Министерстве здравоохранения и социального развития Российской Федерации, последнее является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда и охраны труда.

С этой целью в Минздравсоцразвития России на правах структурного подразделения образован Департамент трудовых отношений и государственной гражданской службы. Он обеспечивает деятельность Министерства по вопросам, относящимся к своему ведению. Непосредственно вопросами охраны труда занимается отдел политики охраны труда Департамента трудовых отношений и государственной гражданской службы.

Важнейшими задачами и функциональными обязанностями федерального уровня управления являются: 1) создание правовой базы деятельности всех органов власти и субъектов права в сфере охраны труда и 2) долгосрочное (экономическое) и оперативное (административное) управление всей этой деятельностью. С этой точки зрения федеральный уровень отличается от всех других не только местом в пирамиде управления, но и **типом управления**. Данный тип характеризуется всеобщностью, реальной властью и (относительной) независимостью принимаемых управленческих решений.

Кроме того, в ряде федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих отраслевое управление, имеются специальные подразделения – отделы охраны труда, которые осуществляют отраслевое управление охраной труда. Хотя формально оно и осуществляется на федеральном уровне власти, но фактически (по типу управления) немногим отличается от других «нефедеральных» типов управления, приближаясь к корпоративному (ведомственному) типу управления.

Государственное управление охраной труда на территориях субъектов Российской Федерации осуществляется федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в пределах их полномочий. Отдельные полномочия по государственному управлению охраной труда могут быть переданы органам местного самоуправления в порядке и на условиях, которые определяются федеральными законами и законами субъектов Российской Федерации.

Важнейшими задачами и функциональными обязанностями регионального уровня управления являются: 1) адаптация правовой базы управления охраной труда применительно к специфике региона; 2) координация деятельности всех территориальных подразделений федеральных органов исполнительной власти и региональных административных структур в сфере управления охраной труда и безопасностью производственной деятельности; 3) организация научно-внедренческой и образовательно-информационной инфраструктуры корпоративного управления охраной труда; 4) оперативное (административное) управление всей этой деятельностью.

Органы местного самоуправления обеспечивают реализацию основных направлений государственной политики в области охраны труда в пределах полномочий, переданных им органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

13.2.1. Государственный контроль и надзор за соблюдением трудового законодательства и охраной труда

Государство контролирует выполнение государственных требований по охране труда и безопасности производства с помощью специальных государственных органов, называемых надзоры, инспекции, а с 2004 г. все чаще – службы. Деятельность федеральных органов исполнительной власти в области государственного надзора осуществляется на основе принципов законности, объективности, независимости и гласности, уважения, соблюдения и защиты прав и свобод человека и гражданина.

Высший государственный надзор за точным и единообразным исполнением законов и иных нормативных правовых актов об охране труда осуществляется Генеральным прокурором Российской Федерации и подчиненными ему нижестоящими прокурорами.

Государственный контроль и надзор за соблюдением трудового законодательства, включая законодательство об охране труда, во всех организациях на

территории Российской Федерации осуществляют органы Федеральной службы по труду и занятости (Роструд).

В соответствии с Положением о Роструде на федеральном уровне указанную выше работу ведет Управление надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде, а на местах, в регионах – территориальные органы Роструда по государственному надзору и контролю за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда.

Федеральная служба по труду и занятости является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере труда, занятости и альтернативной гражданской службы, по оказанию государственных услуг в сфере содействия занятости населения и защиты от безработицы, трудовой миграции и урегулирования коллективных трудовых споров. Федеральная служба по труду и занятости находится в ведении Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

Федеральная служба по труду и занятости осуществляет государственный контроль и надзор за соблюдением:

- трудового законодательства и нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;
- установленного порядка расследования и учета несчастных случаев на производстве.

Для этого Федеральная служба по труду и занятости осуществляет:

- проверки, обследования, выдачу обязательных для исполнения предписаний об устранении нарушений, привлечение виновных к ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- рассмотрение в соответствии с законодательством Российской Федерации дел об административных правонарушениях;
- принятие мер по устранению обстоятельств и причин выявленных нарушений и восстановлению нарушенных трудовых прав граждан;
- информирование и консультирование работодателей и работников по вопросам соблюдения трудового законодательства и нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;
- обобщение практики применения и анализ причин нарушений трудового законодательства и нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, законодательства о занятости и альтернативной гражданской службе, а также подготовку соответствующих предложений по их совершенствованию;
- анализ состояния и причин производственного травматизма и разработку предложений по его профилактике;
- организует прием граждан, обеспечивает своевременное и полное рассмотрение обращений граждан, принимает по ним решения и направляет заявителям ответы в установленный законодательством Российской Федерации срок;
- представляет в установленном порядке в судебных органах права и законные интересы Российской Федерации по вопросам, отнесенным к компетенции службы.

13.2.2. Органы государственного специализированного надзора

Помимо общего государственного контроля и надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, включая требования охраны труда, государство в лице специальных органов исполнительной власти осуществляет специализированный государственный контроль и надзор за соблюдением правил по безопасному ведению работ в отдельных отраслях и на некоторых производственных объектах.

Такой государственный надзор и контроль осуществляют специально уполномоченные органы – федеральные службы государственного надзора, имеющие свои территориальные органы – инспекции.

К важнейшим из них относятся:

– Ростехнадзор – Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (объединившая Федеральный горный и промышленный надзор России (Госгортехнадзор России), Государственный энергетический надзор, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности и ряд других структур);

– Роспотребнадзор – Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (объединившая бывший Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и ряд других структур);

– Государственный пожарный надзор, федеральные и территориальные органы которого являются частью Государственной противопожарной службы, находящейся в ведении федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области пожарной безопасности (МЧС России);

– государственные инспекции по видам транспорта (автомобильного, речного, морского и др.).

Решения должностных лиц органов государственного надзора и контроля, принятые в пределах предоставленных им полномочий, являются обязательными для исполнения предприятиями всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной принадлежности.

Важную роль в определении полномочий проверяющего, сроков проверки и т. п. играет Федеральный закон от 8 августа 2001 г. № 134-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора)» и требования Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях.

Должностные лица органов государственного надзора и контроля несут ответственность за выполнение возложенных на них обязанностей в соответствии с законодательством РФ.

13.2.3. Государственная экспертиза условий труда

Государственная экспертиза условий труда осуществляется федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и

иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Государственная экспертиза условий труда осуществляется в целях оценки:

- качества проведения аттестации рабочих мест по условиям труда;
- правильности предоставления работникам компенсаций за тяжелую работу, работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- соответствия проектов строительства, реконструкции, технического переоснащения производственных объектов, производства и внедрения новой техники, внедрения новых технологий государственным нормативным требованиям охраны труда;
- фактических условий труда работников, в том числе в период, непосредственно предшествовавший несчастному случаю на производстве.

Государственная экспертиза условий труда осуществляется на основании определений судебных органов, обращений органов исполнительной власти, работодателей, объединений работодателей, работников, профессиональных союзов, их объединений, иных уполномоченных работниками представительных органов, органов Фонда социального страхования Российской Федерации.

Срок проведения государственной экспертизы условий труда определяется в зависимости от трудоемкости экспертных работ и объема представленных на экспертизу документации и материалов, но не должен превышать одного месяца.

В исключительных случаях срок проведения государственной экспертизы условий труда может быть продлен, но не более чем на один месяц.

При осуществлении государственной экспертизы условий труда могут проводиться лабораторные исследования (измерения) факторов производственной среды, выполняемые за счет средств заказчика аккредитованными в установленном порядке исследовательскими (измерительными) лабораториями.

13.2.4. Организация общественного контроля

Профсоюзы имеют право на осуществление контроля над соблюдением работодателями и их представителями трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права

Для осуществления контроля над соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, общероссийские профессиональные союзы и их объединения могут создавать правовые и технические инспекции труда профсоюзов, которые наделяются полномочиями, предусмотренными положениями, утверждаемыми общероссийскими профессиональными союзами и их объединениями.

Межрегиональное, а также территориальное объединение организаций профессиональных союзов, действующее на территории субъекта РФ, могут создавать правовые и технические инспекции труда профсоюзов, которые действуют на основании принимаемых ими положений в соответствии с типовым

положением соответствующего общероссийского объединения профессиональных союзов.

13.3. Система стандартов безопасности труда

В комплексе мер по созданию безопасных производств и безопасной техники одно из главных мест занимает Система стандартов безопасности труда (ССБТ), созданная в 1974 г.

ССБТ представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасности работающих и сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Стандарты устанавливаются Госкомстандартом на 5 лет, после чего они должны пересматриваться и обновляться.

Стандарты ССБТ обязательны для исполнения всеми министерствами, ведомствами, предприятиями и учреждениями. Несоблюдение их преследуется по закону.

ССБТ предусматривает единый по стране кодекс охраны труда, в котором все строго, гармонично взаимосвязано.

Но государственные стандарты – это только фундамент улучшения условий и охраны труда. В строгом соответствии с их общими основополагающими требованиями каждое министерство (ведомство) разрабатывает свои отраслевые стандарты, где учитываются специфические условия труда в отрасли. На их основе создаются стандарты предприятий (СТПБТ), которые доводят рекомендации науки и передовой опыт по безопасности труда до каждого цеха, участка, рабочего.

Структура и содержание ССБТ. Государственная система стандартизации предусматривает для ССБТ код под номером 12.

ССБТ включает в себя подсистемы:

0 – организационно-методические стандарты основ построения системы;

1 – стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов;

2 – стандарты требований безопасности к производственному оборудованию;

3 – стандарты требований к производственным процессам;

4 – стандарты требований к средствам защиты работающих;

5 – стандарты требований к зданиям и сооружениям;

6-9 – резерв.

Примеры ГОСТ подсистемы «0»:

ГОСТ 12.0.004-90 «ССБТ. Организация обучения работающих безопасности труда».

ГОСТ 12.0.005-84, определяющий метрологическое обеспечение работ в области безопасности труда, в т.ч. по оценке условий труда и аттестации рабочих мест.

Стандарты подсистемы «1» устанавливают:

- требования по видам опасных и вредных производственных факторов и предельно допустимые значения их параметров;
- методы контроля нормируемых параметров опасных и вредных производственных факторов.

Примеры ГОСТ подсистемы «1»:

ГОСТ 12.1.003-89 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования».

ГОСТ 12.1.019-79 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования».

Стандарты подсистемы «2» устанавливают:

- общие требования безопасности к производственному оборудованию и отдельным группам производственного оборудования;
- методы контроля выполнения требований безопасности.

Базовым стандартом в подсистеме «2» является ГОСТ 12.2.003-90 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Стандарты подсистемы «3» устанавливают:

- общие требования безопасности к производственным процессам и к отдельным группам технологических процессов;
- методы контроля выполнения требований безопасности.

Базовым стандартом в подсистеме «3» является ГОСТ 12.3.002-90 «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности».

Стандарты подсистемы «4» устанавливают:

- классификацию средств защиты;
- требования к отдельным классам и видам средств защиты;
- методы контроля и оценки средств защиты.

Базовым стандартом подсистемы «4» является ГОСТ 12.4.011-90 «ССБТ. Средства защиты работающих. Классификация».

Стандарты подсистемы «5» устанавливают:

- общие требования безопасности к зданиям и сооружениям;
- методы контроля выполнения требований безопасности.

Внедрение ССБТ. С целью внедрения какого-либо стандарта ССБТ на предприятии разрабатывается план организационно-технических мероприятий, в который включают:

- создание комиссии в целях координации работ по внедрению;
- обеспечение подразделений стандартами ССБТ;
- проведение комплекса мероприятий по материальному обеспечению внедрения стандарта;
- организацию пересмотра документации по безопасности труда (положений, инструкций), разработанной и утвержденной на предприятии, и приведение ее в соответствие требованиям внедряемого стандарта;
- приобретение аппаратуры для контроля;
- ведение учета внедрения.

Завершение работ по внедрению стандарта оформляется актом. Акт утверждается руководителем предприятия. Дата утверждения акта считается завершением периода внедрения.

Если внедрение – это единовременная мера, то соблюдение стандарта – постоянная работа, требующая организации контрольных мероприятий.

13.4. Организация работ по охране труда на предприятии

Для организации работы по охране труда на предприятии создаются службы охраны труда (при необходимости) или привлекаются специалисты по охране труда на договорной основе.

Структура и численность работников службы охраны труда предприятий определяется работодателем с учетом рекомендаций, изложенных в постановлении Минтруда РФ от 10.03.95 № 13 (Межотраслевые нормативы численности работников службы труда на предприятии).

На предприятиях с численностью работников более 10 человек создаются комитеты (комиссии) по охране труда, в которые на паритетной основе входят представители работодателей, профессиональных союзов и иных уполномоченных работниками представительных органов. Подобные комитеты (комиссии) служат целям организации сотрудничества и взаимодействия работодателя и работников предприятия.

Вся полнота ответственности за состояние условий труда и его безопасности на предприятии возлагается на работодателя. Работодатель обязан обеспечить:

- безопасность при эксплуатации производственных зданий, сооружений, оборудования, безопасность технологических процессов и применяемых в производстве сырья и материалов, а также эффективную эксплуатацию средств коллективной и индивидуальной защиты;

- условия труда на каждом рабочем месте, соответствующие требованиям законодательства об охране труда;

- организацию надлежащего санитарно-бытового и лечебно-профилактического обслуживания работников;

- режим труда и отдыха работников, установленный законодательством;

- выдачу специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами работникам, занятым на производстве с вредными или опасными условиями труда;

- эффективный контроль за уровнем воздействия вредных или опасных производственных факторов на здоровье работников;

- возмещение вреда, причиненного работникам увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанным с исполнением ими трудовых обязанностей;

- обучение, инструктаж работников и проверку знаний работниками норм, правил и инструкций по охране труда;

– информирование работников о состоянии условий и охраны труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения.

13.4.1. Планирование и финансирование мероприятий по охране труда

Ведущей функцией управления охраной труда является планирование организационно-технических мероприятий по охране труда. Планирование работ по охране труда бывает перспективным (на пятилетие), годовым и оперативным (квартальным, месячным, декадным). Реализация перспективных планов обеспечивается через годовые, включаемые в соглашения по охране труда, которые являются неотъемлемой частью коллективного договора.

В коллективном договоре находят отражение все важнейшие стороны жизни и деятельности предприятий – от организации труда и совершенствования производства до улучшения условий работы, аттестации рабочих мест, формирования фондов охраны труда.

Закон РФ «О коллективных договорах и соглашениях» устанавливает порядок внесения изменений и дополнений в коллективный договор, гарантии трудового коллектива при ликвидации предприятия или его реорганизации, формы осуществления контроля за выполнением коллективного договора.

Финансирование мероприятий по охране труда осуществляется за счет:

- бюджетных ассигнований (для бюджетных организаций);
- прибыли (доходов) предприятий;
- средств фондов охраны труда.

Фонды охраны труда предприятий формируются за счет собственных средств в объемах, определяемых коллективными договорами.

Средства, направляемые в фонды охраны труда предприятий, расходуются исключительно на оздоровление работников и улучшение условий труда.

Предприятия, использующие средства фондов охраны труда не по назначению, полностью возмещают затраченные средства в указанный фонд предприятий и уплачивают штраф в Федеральный фонд охраны труда в размере до 100 % средств, затраченных не по назначению.

13.4.2. Организация обучения и проведения инструктажей по охране труда

В соответствии с Трудовым кодексом на предприятиях предусматривается обязательное обучение и проверка знаний по охране труда всех работников предприятия, включая руководителей.

Обучение и проверка знаний по охране труда рабочих проводится в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90 «ССБТ. Организация обучения безопасности труда».

Общий порядок обучения и проверки знаний по охране руководителей и специалистов предприятий, учреждений и организаций всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности осуществляется в соответствии с «Типовым положением о порядке

обучения и проверки знаний по охране руководителей и специалистов предприятий, учреждений и организаций».

По характеру и времени проведения инструктажи подразделяют на вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой.

Вводный инструктаж по безопасности труда проводят со всеми вновь принимаемыми на работу, независимо от их образования, стажа работы на данной профессии или должности. Вводный инструктаж проводится также с временными работниками, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику. Вводный инструктаж проводит инженер по охране труда или лицо, на которое приказом по предприятию возложены эти обязанности.

Программа вводного инструктажа разрабатывается на предприятии с учетом требований стандартов ССБТ, правил, норм и инструкций по охране труда, особенностей производства.

Регистрация вводного инструктажа может быть осуществлена в одной из двух возможных форм:

- записью в журнале регистрации вводного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего, а также в документе о приеме на работу;

- заполнением личной карточки прохождения обучения, хранящейся в личном деле работника.

В ГОСТ 12.0.004-90 даны стандартные формы журнала вводного инструктажа и личной карточки прохождения обучения.

Предприятие вправе выбрать наиболее удобную для себя форму.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят до начала производственной деятельности с работниками, связанными с обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием инструмента, хранением и применением сырья, материалов. На предприятии должен быть утвержденный руководителем перечень профессий и должностей, для которых обязательно проведение первичного инструктажа.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится с каждым работником индивидуально с практическим показом безопасных приемов и методов труда. Инструктаж проводит непосредственный руководитель работ (начальник цеха, мастер, бригадир).

Рабочие допускаются к самостоятельной работе после стажировки (в течение 2-14 смен), проверки теоретических знаний и приобретенных навыков безопасных способов работы.

Повторный инструктаж проходят те рабочие, для которых обязателен первичный инструктаж на рабочем месте. Повторный инструктаж проводят индивидуально или с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование, и в пределах общего рабочего места по программе первичного инструктажа на рабочем месте в полном объеме. Периодичность проведения повторного инструктажа – не реже одного раза в полугодие.

Внеплановый инструктаж проводят индивидуально или с группой работников одной профессии. Объем и содержание инструктажа определяют в каждом конкретном случае в зависимости от причин и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения.

Внеплановый инструктаж проводят:

- при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;
- при изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- при нарушении работающими требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву, пожару или отравлению;
- по требованию органов государственного надзора;
- при длительных перерывах в работе – для работ, к которым предъявляют дополнительные (повышенные) требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ – 60 дней.

Целевой инструктаж проводят при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовые работы вне цеха, предприятия); при ликвидации последствий аварии, стихийных бедствий и катастроф; при производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение и другие документы; при проведении экскурсии на предприятии, организации массовых мероприятий.

Все виды инструктажей (за исключением вводного инструктажа) завершаются проверкой знаний устным опросом или с помощью технических средств обучения, а также проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы. Знания проверяет работник, проводивший инструктаж (непосредственный руководитель работ).

Работники, показавшие неудовлетворительные знания, к самостоятельной работе не допускаются и обязаны вновь пройти инструктаж.

Обучению и проверке знаний в установленном порядке подлежат руководители и специалисты предприятий, а также лица, занимающиеся предпринимательской деятельностью, связанные с организацией, руководством и проведением работы непосредственно на рабочих местах и производственных участках, с осуществлением надзора и производственного контроля за проведением работ.

Проверка знаний по охране труда поступивших на работу руководителей и специалистов производится не позднее одного месяца после назначения на должность, для работающих – периодически, не реже одного раза в три года.

Поступившие на предприятие руководители и специалисты проходят вводный инструктаж, который проводит инженер по охране труда или лицо, на которое приказом руководителя предприятия возложены эти обязанности.

При этом они должны быть ознакомлены:

- с состоянием условий и охраны труда, производственного травматизма и профессиональной заболеваемости на предприятии (в подразделении);

- с законодательными и иными правовыми нормативными актами по охране труда, коллективным договором (соглашением) на предприятии;
- с порядком и состоянием обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Внеочередная проверка знаний по охране труда руководителей и специалистов предприятий проводится независимо от срока проведения предыдущей проверки:

- при введении в действие на предприятии новых или переработанных (дополненных) законодательных или иных нормативных правовых актов по охране труда;
- при изменениях (замене) технологических процессов и оборудования, требующих дополнительных знаний по охране труда обслуживающего персонала;
- при назначении или переводе на другую работу, если новые обязанности требуют от руководителей и специалистов дополнительных знаний по охране труда (до начала исполнения ими своих должностных обязанностей);
- по требованию государственной инспекции труда, органа исполнительной власти по труду субъекта РФ при установлении недостаточных знаний;
- после аварий, несчастных случаев, а также при нарушении руководителями и специалистами или подчиненными им работниками требований нормативных правовых актов по охране труда;
- при перерыве в работе в данной должности более одного года.

Для проведения проверки знаний по охране труда руководителей и специалистов на предприятии приказом (распоряжением) их руководителей создается комиссия по проверке знаний, в состав которой включаются руководители и специалисты служб охраны труда, главные специалисты (технолог, механик, энергетик и др.), государственные инспекторы по охране труда (по согласованию с ними), представители соответствующего выборного профсоюзного органа, а в случаях проведения проверки знаний совместно с другими надзорными органами – представители этих органов (по согласованию с ними).

Проверка знаний по охране труда руководителей и специалистов предприятий, численность которых не позволяет создать комиссию по проверке знаний, а также лиц, занимающихся предпринимательской деятельностью, связанной с работами, к которым предъявляются дополнительные требования по охране труда, инженерных и педагогических работников профессиональных образовательных учреждений должна проводиться в комиссиях по проверке знаний учебных центров, комбинатов, институтов, имеющих разрешение органов исполнительной власти по труду субъектов РФ на проведение обучения и проверку знаний по охране труда. Проверку знаний по охране труда комиссия может проводить в составе не менее трех человек.

Лицам, прошедшим проверку знаний по охране труда, выдаются удостоверения за подписью председателя комиссии, заверенные печатью предприятия, выдавшего удостоверение.

13.4.3. *Аттестация рабочих мест по условиям труда*

Аттестация рабочих мест по условиям труда осуществляется в целях организации работ по сертификации производственных объектов на соответствие требованиям охраны труда. Порядок проведения аттестации рабочих мест установлен постановлением Минтруда и социального развития РФ № 12 от 14.03.97 г.

Аттестация рабочих мест по условиям труда включает гигиеническую *оценку существующих условий труда, оценку травмобезопасности рабочих мест и учет обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты.*

Проведение оценки условий труда предусматривает использование инструментальных, лабораторных и эргономических методов исследований.

Результаты аттестации рабочих мест по условиям труда используются для проведения оздоровительных мероприятий, для ознакомления работающих с условиями труда, для сертификации производственных объектов, для подтверждения или отмены права предоставления компенсации и льгот работникам, занятым на тяжелых работах и работах с вредными и опасными условиями труда.

В соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05 условия труда подразделяются на четыре класса:

1 класс – *оптимальные условия труда*, при которых сохраняется не только здоровье работающих, но и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы производственных факторов установлены только для микроклиматических параметров трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия, при которых неблагоприятные факторы не превышают уровни, принятые в качестве безопасных.

2 класс – *допустимые условия труда*, характеризующиеся такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены.

Оптимальный и допустимый классы соответствуют безопасным условиям труда.

3 класс – *вредные условия труда*, характеризующиеся наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающие неблагоприятное воздействие на организм работающих.

Вредные условия труда по уровню превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:

1 степень 3-го класса (3.1) – условия труда, при которых отклонения от гигиенических нормативов, как правило, вызывают обратимые функциональные изменения и обуславливают риск развития заболевания;

2 степень 3-го класса (3.2) – условия труда с такими уровнями производственных факторов, которые могут вызвать стойкие функциональные нарушения,

приводящие в большинстве случаев к росту заболеваемости с временной утратой трудоспособности, повышению частоты общей заболеваемости, появлению признаков профессиональной патологии;

3 степень 3-го класса (3.3) – условия труда с такими уровнями производственных факторов, которые приводят, как правило, к развитию профессиональной патологии в легких формах в период трудовой деятельности;

4 степень 3-го класса (3.4) – условия труда, при которых могут возникнуть выраженные формы профессиональных заболеваний.

4 класс – *опасные (экстремальные) условия труда*, характеризующиеся такими уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск возникновения тяжелых форм острых профессиональных поражений.

Результаты оценки фактического состояния условий труда на рабочем месте заносятся в Карту аттестации рабочих мест по условиям труда, в которой аттестационная комиссия делает заключение о результатах аттестации.

При отнесении условий труда к 3-му (вредному) классу рабочее место признается условно аттестованным с указанием соответствующего класса и степени вредности (3.1, 3.2, 3.3, 3.4, а также 3.0 – по травмобезопасности).

При отнесении условий труда к 4-му (опасному) классу рабочее место признается не аттестованным и подлежит незамедлительному переоснащению или ликвидации.

14. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ

Несчастный случай на производстве – это случай с работающим, происшедший в результате воздействия на него какого-либо опасного производственного фактора.

Производственная травма – это травма, полученная работающим на производстве и вызванная несоблюдением требований безопасности труда.

Травма – нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием.

По характеру травмы подразделяются на:

- механические (ушибы, порезы, переломы, вывихи, сотрясения внутренних органов);
- тепловые (ожоги, обморожение);
- химические (ожоги, острые отравления);
- электрические (общие, местные);
- комбинированные;
- другие (например, вызванные излучением, укусами ядовитых насекомых, животных).

По степени тяжести травмы подразделяются на:

- микротравмы с потерей трудоспособности до 1 дня;
- травмы с потерей трудоспособности более чем на 1 рабочий день;

- травмы с инвалидным исходом;
- травмы со смертельным исходом.

Профессиональное заболевание – заболевание, вызванное воздействием на работающего вредных условий труда.

Причины несчастных случаев – это прежде всего неудовлетворительные условия труда, следовательно, с изменением этих условий могут быть устранены и причины многих несчастных случаев.

14.1. Порядок расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве

Расследование несчастных случаев на производстве и их учет проводятся в соответствии с Положением о расследовании и учете несчастных случаев на производстве.

В соответствии с этим документом расследованию подлежат все несчастные случаи, если они произошли в рабочее время на или вне территории предприятия, а также с рабочими и служащими, доставляемыми на место работы или с места работы транспортом предприятия.

Положение устанавливает единый порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве, обязательный для всех предприятий, учреждений и организаций любой формы собственности и сферы деятельности.

Ответственность за организацию и своевременное расследование и учет несчастных случаев, разработку и реализацию мероприятий по устранению причин этих несчастных случаев несет работодатель.

В соответствии с Положением несчастный случай на производстве, вызвавший у работника потерю работоспособности на период не менее одного дня, или несчастный случай, вызвавший необходимость перевода его с работы по основной профессии на другую, оформляется актом по форме Н1 в 2-х экземплярах.

Расследование несчастного случая осуществляет специальная комиссия, которую формирует работодатель и в состав которой не может входить руководитель, *непосредственно отвечающий за безопасность на производстве*.

Срок расследования несчастного случая – 3 суток с момента его происшествия.

Групповые несчастные случаи, несчастные случаи с возможным инвалидным исходом и несчастные случаи со смертельным исходом расследуются особым образом в течение 15 дней. При групповом несчастном случае акт по форме Н1 составляется на каждого пострадавшего в отдельности.

В акте по форме Н1 должны быть подробно изложены обстоятельства и причины несчастного случая, а также указаны лица, допустившие нарушения нормативных требований по охране труда.

Акт по форме Н1 должен быть оформлен и подписан членами комиссии, утвержден работодателем и заверен печатью организации. Один экземпляр акта выдается пострадавшему (его доверенному лицу) или родственникам пострада-

давшего. Второй экземпляр хранится вместе с материалами расследования в течение 45 лет в организации, где произошел несчастный случай.

Результаты расследования каждого несчастного случая рассматриваются работодателем в целях разработки и реализации мер по их предупреждению, решения вопросов о возмещении вреда пострадавшим (членам их семей), предоставления им компенсации и льгот.

По результатам расследования составляется заключение, которое является обязательным для работодателя и может быть обжаловано в органах Федеральной инспекции труда при Министерстве труда РФ или в суде.

14.2. Классификация причин производственного травматизма

Причины, приводящие к несчастным случаям, травматизму, весьма разнообразны и многочисленны. Однако все их множество можно свести к четырем группам.

1. *Технические причины*, к которым относятся всевозможные неисправности машин, оборудования, инструментов, отсутствие ограждений, недостаточная механизация работ и пр.

2. *Организационные причины*, связанные с неудовлетворительной организацией работ, отсутствием технического надзора, средств защиты, спецодежды, недостаточной обученностью, использованием рабочих не по профессии, нарушением трудовой дисциплины и пр.

3. *Санитарно-гигиенические причины*, связанные с неблагоприятными метеоусловиями, повышенным уровнем акустического воздействия, вибрацией, нерациональным освещением и т.п.

4. *Комбинированные причины*, имеющие наиболее широкое распространение.

14.3. Методы изучения причин производственного травматизма

Анализ состояния травматизма на производстве может осуществляться различными методами: статистическим, монографическим, экономическим и пр.

Наиболее распространен *статистический метод*, основанный на изучении повторяемости и сравнительной оценки несчастных случаев по относительным показателям – показателям частоты и тяжести.

Показатель частоты:

$$П_{\text{ч}} = 1000 \frac{a}{b}, \quad (14.1)$$

где a – число несчастных случаев с утратой трудоспособности на один рабочий день и более в определенный календарный период; b – среднесписочное число работающих.

Показатель тяжести:

$$П_{\text{т}} = \frac{c}{d}, \quad (14.2)$$

где c – число дней, потерянных в результате наступившей нетрудоспособности; d – число пострадавших, больничные листы которых закрыты в отчетный период.

Общий показатель травматизма:

$$P_{\text{Общ}} = P_{\text{ч}} \cdot P_{\text{т}}.$$

(14.3)

Разновидностью статистического метода анализа являются групповой и топографический методы.

Сущность группового метода заключается в выявлении случаев травматизма, однородных по характеру причин, опасных профессий, зависимость травматизма от возраста, стажа, возможности установления наиболее поражаемых частей тела и т. д.

Топографический метод основан на детальном изучении данного участка, технологического процесса, оборудования, организации труда и работы в области охраны труда.

В результате выявляются не только причины уже происшедших случаев, но и потенциальные (скрытые) причины травм, источники опасностей производства. Это позволяет наметить и осуществить мероприятия по их устранению.

Экономический метод состоит в изучении экономического ущерба, связанного с несчастными случаями, оценки эффективности затрат, направленных на предупреждение травматизма.

Сложившаяся и документально оформленная практика расследования и учета несчастных случаев на производстве делает основной акцент на смертельных и тяжелых несчастных случаях, меньший – на легких, и совсем не принимаются во внимание (не расследуются и не учитываются) микротравмы, что не позволяет в полной мере осуществлять анализ опасных факторов и рисков. В итоге создается искажение статистики несчастных случаев. Так, уровень смертности травматизма в России в 29 раз выше, чем в промышленно развитых странах, а общий травматизм, соответственно, во столько же раз ниже, чем в этих же странах.

Как показывают исследования ученых, одному смертельному случаю предшествуют 10-30 тяжелых травм, около 100-300 легких (с потерей трудоспособности на один день и более), порядка от одной до трех тысяч микротравм или 10-30 тысяч опасностей, которые имеются на производстве.

Таким образом, каждые 10-30 тысяч опасных факторов при определенных условиях могут привести к смертельному или тяжелому исходу.

Чтобы определить реальный (возможный) риск этих опасных факторов, необходимо их идентифицировать путем использования результатов аттестации рабочих мест по условиям труда и травмобезопасности и специальных (количественных и качественных) методов оценки рисков. Полученные результаты реализуются при принятии управленческих решений.

14.4. Система обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве

Система обязательного страхования является определенным гарантом социальной справедливости, ибо осуществляет материальную компенсацию некоторой части понесенного ущерба.

Федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» № 125 ФЗ от 24.07.1998 г. (с последующими дополнениями) придал Фонду социального страхования РФ статус *страховщика*, обеспечивающего возмещение вреда пострадавшему. Работодателям вменено в *обязанность* производство платежей на социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Обязательный платеж (страховой взнос) рассчитывается исходя из страхового тарифа, а также скидки (надбавки) к страховому тарифу.

Размер скидки (надбавки) к страховому тарифу устанавливается с учетом состояния охраны труда, расходов на обеспечение по страхованию и не может превышать 40 % страхового тарифа, установленного для соответствующей отрасли (подотрасли) экономики.

Страховые тарифы, дифференцированные по группам отраслей (подотраслей) экономики в зависимости от класса профессионального риска, устанавливаются Федеральным законом.

Размер возмещения вреда зависит от тяжести травмирования, от степени утраты профессиональной трудоспособности, определение которых возложено на государственные службы медико-санитарной экспертизы (МСЭ).

МСЭ устанавливает факт наличия инвалидности, определяет группу, причины, сроки и время наступления инвалидности, потребность инвалидов в специальных транспортных средствах; определяет степень утраты профессиональной трудоспособности (в процентах) пострадавшего на производстве; устанавливает причинную связь смерти пострадавшего лица с производственной травмой, профессиональным заболеванием.

МСЭ освидетельствует застрахованного по обращению страховщика, страхователя или застрахованного либо по определению суда или при предоставлении акта о несчастном случае на производстве или акта о профессиональном заболевании.

В случае смерти застрахованного в результате наступления страхового случая право на получение страховых выплат имеют нетрудоспособные лица, состоявшие на иждивении умершего.

Пострадавший (застрахованный), получивший трудовое увечье или временную нетрудоспособность, получает обеспечение по страхованию в виде оплаты дополнительных расходов, связанных с повреждением здоровья. Пособие по временной нетрудоспособности имеет размер 100 % среднего заработка.

Различают единовременные и ежемесячные страховые выплаты:

- размер *единовременной* страховой выплаты застрахованному зависит от степени утраты профессиональной трудоспособности, установленной МСЭ, и минимального размера оплаты труда на день выплаты;
- размер *ежемесячной* страховой выплаты определяется с учетом среднего месячного заработка застрахованного за 12 месяцев работы, предшествовавших наступлению страхового случая.

Оплата дополнительных расходов включает оплату за дополнительную медицинскую помощь (сверх предусмотренной по обязательному медицинскому страхованию), включая дополнительное питание и приобретение лекарств; за специальный медицинский и бытовой уход за застрахованным; за санаторно-курортное лечение; за протезирование, за обеспечение специальными транспортными средствами, за их содержание и текущий капитальный ремонт.

К страховым выплатам не относится возмещение застрахованному морального вреда. Возмещать моральный вред обязан причинитель вреда, размер возмещения морального вреда определяется судом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие. – Ч. 2 / Под ред. Э.А. Арустамова. – М.: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 1999. – 304 с.
2. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учеб. пособие для вузов / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Е.А. Подгорных и др. – М.: Высш. школа, 1999. – 318 с.
3. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высш. школа, 1999. – 448 с.
4. Давиденко В.А., Давиденко Р.В, Русак О.Н. Основы безопасности: Конспект лекций. – СПб: Изд-во МАНЭБ, 2005. – 259 с.
5. Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 2005. – 383 с.
6. Закон РФ № 125-ФЗ от 24 июля 2000 г. «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». – 23 с.
7. Закон РФ № 69-ФЗ от 21 декабря 1994 г. «О пожарной безопасности». – с изменен. – 17 с.
8. Кокоулина Н.С. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие. – Ч. 1. – Омск: ОГИС, 2003. – 130 с.
9. Кокоулина Н.С. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие. – Ч. 2. – Омск: ОГИС, 2004. – 116 с.
10. Курдюмов В.И., Зотов Б.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности. – М. : Колос, 2005. – 216 с.
11. Методы и средства обеспечения безопасности труда в машиностроении: Учеб. для вузов / В.Г.Еремин, В.В. Сафронов, А.Г. Схиртладзе, Г.А. Харламов; Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высш. школа, 2000. – 326 с.
12. Радиация. Дозы, эффекты, риск: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 79 с.
13. Сердюк В.С., Стищенко Л.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2003. – 240 с.
14. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Минстрой России, 1995. – 26 с.
15. Трудовой кодекс Российской Федерации. – 2006. – Нов. ред. – Новосибирск, 2006-2007. – 256 с.
16. Шлендер П.Э., Маслова В.И., Подгаецкий С.И. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие / Под ред. П.Э. Шлендера. – М.: Вузовский учебник, 2006. – 208 с.