

**Т.Ф. Михнюк**

## **ОХРАНА ТРУДА**

*Утверждено Министерством образования  
Республики Беларусь в качестве учебника  
для студентов технических высших учебных заведений  
в области машиностроения, телекоммуникаций,  
информатики и радиоэлектроники*

Минск  
ИВЦ МинФина

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Одним из условий устойчивого социально-экономического развития общества является трудовая активность всех его членов и обеспечение безопасности их жизнедеятельности. Как показывает опыт, ни один вид деятельности (трудовая, интеллектуальная, духовная и др.) не является абсолютно безопасным. Современный человек живет в мире природных, техногенных, социальных и других видов опасностей. Поэтому среди острейших глобальных проблем современной земной цивилизации наряду с международным терроризмом, военно-политическими и социально-религиозными конфликтами, важнейшее значение приобрели проблемы среды обитания человека – защита работающих от связанных с производством недугов, болезней и травм.

Согласно последним оценкам Международной Организации Труда (МОТ), основанным на статистических данных, вследствие негативного воздействия на работников производственных факторов, ежегодно в мире умирает около 2,2 миллионов человек. Еще около 160 миллионов человек по всему миру страдают от заболеваний, связанных с трудовой деятельностью, а общее количество несчастных случаев на производстве оценивается в 270 миллионов в год.

В Республике Беларусь (РБ), по официальным данным, ежегодно из-за нарушений требований охраны труда на производстве травмируется свыше 5 тысяч работников, из них около 300 погибает, свыше 800 человек получает тяжелые травмы. На промышленных предприятиях республики и в сельском хозяйстве во вредных условиях труда занято более 30% работающих. Ежегодно выявляется около 250 случаев профессиональных заболеваний. При этом более 80% профзаболеваний регистрируется на промышленных предприятиях.

Несчастные случаи, невыходы на работу по болезни, текучесть рабочей силы причиняют обществу большие экономические потери. Так, в РБ из-за травматизма на производстве теряется порядка 180-200 тысяч человеко-дней ежегодно, страховые выплаты по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний составляют ежегодно порядка 25 миллионов долларов, а на компенсации по условиям труда – около 130 миллионов долларов США.

Анализ производственных аварий и несчастных случаев показывает, что основными причинами производственного травматизма и профессиональной заболеваемости являются нарушение трудовой и технологической дисциплины, низкий уровень профессиональной подготовки персонала, его некомпетентность в области безопасности, незнание техногенных опасностей и методов защиты от них, т.е. человеческий фактор во многих случаях является главенствующей причиной негативных последствий.

Поэтому изучение опасностей и вредностей современного производства, насыщенного сложными техническими средствами, и особенностей трудовой деятельности в этих условиях должно являться одной из составляющих профессиональной подготовки специалистов различного уровня.

По мнению специалистов, болезни и травмы не являются неизбежными спутниками трудовой деятельности. В отличие от ряда заболеваний, обусловленных помимо условий труда множеством дополнительных, трудно устранимых факторов, все несчастные случаи на производстве являются следствием устранимых причин. Это подтверждается тенденцией неуклонного сокращения числа несчастных случаев в промышленно развитых странах, что во многом обуславливается сокращением численности работающих в отраслях и производствах с повышенным риском, своевременной и качественной неотложной помощью, возможностью быстрой транспортировки пострадавших в медицинские учреждения и предоставление им высококачественного лечения.

Важнейшим фактором, способствующим сокращению числа несчастных случаев и профзаболеваний, повышения безопасности и улучшения гигиены труда в условиях рыночной экономики является широкое использование принципов экономического стимулирования работодателей в создании достойных условий труда. Экономическое стимулирование предполагает материальную выгоду вложения средств в улучшение условий и охраны труда по сравнению с выплатами штрафов, повышенных страховых взносов, компенсации за работу в неблагоприятных условиях, значительных сумм на возмещение вреда и утрату трудоспособности.

По расчетам специалистов, затраты на льготные выплаты в связи с неблагоприятными условиями труда в 2 раза превышают средства, идущие на их улучшение. Экономический эффект в этом случае достигается за счет

уменьшения материальных последствий травматизма, общей и профессиональной заболеваемости, в повышении производительности труда вследствие сокращения потерь рабочего времени, в снижении затрат на льготы и компенсации за работу в тяжелых и вредных условиях, материального ущерба от аварий.

Согласно Концепции государственного управления охраной труда в Республике Беларусь (2005г.) в числе важнейших задач по реализации Республиканской целевой программы по улучшению условий и охраны труда (2006-2010 г.г.) является совершенствование организации обучения работников по вопросам охраны труда, подготовка и издание учебно-методической литературы, разработка и совершенствование нормативной документации по этой проблеме.

В связи с изложенным, выход в свет настоящего 2-го исправленного и дополненного учебника по охране труда, в котором усилены эргономический и экономический акценты в обеспечении производственной безопасности, по нашему мнению, является своевременным и отвечает современным требованиям.

В учебнике рассмотрен программный теоретический материал по общей проблеме безопасности, гигиене и охране труда, пожарной безопасности, методические средства оценки качества и безопасности производственной среды, комплекс государственных мероприятий в виде законов и подзаконных актов, социально-экономических, организационных, технических, санитарно-гигиенических, эргономических, лечебно-профилактических и иных мер, направленных на снижение риска травмирования, профессиональной и общей заболеваемости работников в процессе труда.

## Оглавление

От автора .....	2
Предисловие .....	3
Оглавление .....	7
РАЗДЕЛ 1 .....	13
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА .....	13
1.1. Техногенные опасности. Условия труда. Цели и задачи дисциплины «Охрана труда» .....	13
1.2. Основные виды и формы трудовой деятельности. Работоспособность ...	16
1.3. Оценка тяжести и напряженности труда .....	17
1.4. Региональные особенности состояния охраны и гигиены труда в мире ....	21
1.5. Экономическая оценка ущерба из-за производственного травматизма и профессиональной заболеваемости .....	23
1.5.1. Потери предприятия от невыходов на работу .....	27
1.5.2. Материальные потери в связи с несчастными случаями на производстве .....	29
1.5.3. Затраты на смену кадров и на пенсии по инвалидности .....	32
1.5.4. Затраты на инвестиции в улучшение условий труда .....	33
1.6. Оценка опасностей .....	34
1.7. Принципы, методы и средства снижения риска производственного травматизма и профессиональной заболеваемости .....	35
1.8. Психофизиологические и эргономические основы охраны труда .....	39
1.8.1. Психофизиологические основы безопасности труда .....	39
1.8.2. Эргономические основы охраны труда .....	45
1.9. Организация рабочего места оператора .....	50
1.9.1. Рабочее место и возможные рабочие положения .....	50
1.9.2. Требования к конструкции и организации рабочих мест .....	52
1.9.3. Некоторые эргономические требования к средствам отображения информации и органам управления .....	61
РАЗДЕЛ 2 .....	68
УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА .....	68
2.1. Методы и функции управления .....	68
2.2. Современное состояние государственного управления охраной труда в Беларуси .....	69
2.3. Основные принципы и направления государственной политики в области охраны труда в Республике Беларусь .....	70
2.4. Органы управления государственной системой охраны труда в Республике Беларусь и их функции .....	71
2.5. Система управления охраной труда на предприятии .....	74
2.6. Правовое регулирование охраной труда .....	75
2.6.1. Законодательные и нормативные акты .....	75
2.6.2. Надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде .....	77
2.6.3. Обязанности нанимателя в области охраны труда .....	78

2.6.4. Инструктаж и обучение по вопросам охраны труда .....	80
2.61.5. Экспертиза безопасности оборудования и технологических процессов .....	8 1
2.6.6. Аттестация рабочих мест по условиям труда .....	82
2.6.7. Расследование и учет несчастных случаев на производстве .....	83
2.6.5. Методы изучения и анализа причин производственного травматизма.....	90
2.6.9 Ответственность работников и нанимателя за нарушения законодательства по охране труда .....	91
2.7. Экономический механизм управления охраной труда .....	93
2.7.1. Трудоохранные затраты .....	95
2.7.2. Экономическая и социальная эффективность трудоохранных затрат.....	97
2.7.3. Экономическое стимулирование мероприятий по улучшению охраны и гигиены труда .....	101
2.7.4. Планирование и финансирование мероприятий по охране труда ....	103
РАЗДЕЛ 3 .....	106
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА .....	106
3.1. Оздоровление воздушной среды .....	106
3.1.1. Газовый состав воздушной среды и его изменение в результате производственных процессов .....	10 6
3.1.2. Нормирование и гигиеническая оценка загрязнения воздушной среды.....	10 8
3.1.3. Основные способы и средства оздоровления воздушной среды на производстве .....	11 0
3.1.4. Ионизация воздуха рабочей зоны.....	110
3.1.5. Метеорологические условия труда (микроклимат).....	112
3.1.6 Вентиляция производственных помещений.....	117
3.2. Производственное освещение .....	125
3.2.1. Особенности зрительного восприятия .....	125
3.2.2. Виды и системы освещения .....	127
3.2.3. Нормирование и оценка производственного освещения .....	130
3.2.4. Принципы расчета производственного освещения .....	132
3.3. Цветовое оформление производственного интерьера .....	141
3.4. Защита от механических колебаний .....	142
3.4.1. Вибрация .....	142
3.4.2. Акустический шум .....	148
3.4.3. Защита от ультра- и инфразвука .....	164
3.5. Защита от неионизирующих электромагнитных излучений.....	166
3.5.1. Естественные и искусственные источники электромагнитных полей	166
3.5.2. Гигиеническая оценка и нормирование ЭМП в производственных условиях .....	171
3.5.3. Способы и средства защиты от электромагнитных полей .....	175
3.5.4. Постоянные и переменные магнитные поля .....	181
3.5.5. Ультрафиолетовые излучения .....	185

3.5.6. Инфракрасные излучения .....	187
3.5.7. Лазерные излучения .....	189
РАЗДЕЛ 4 .....	200
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ) .....	200
4.1. Основные причины несчастных случаев на производстве .....	200
4.2. Защита от поражения электрическим током .....	201
4.2.1. Действие электрического тока на организм человека .....	202
4.2.2. Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током .....	203
4.2.3. Меры первой помощи пострадавшим от электрического тока .....	203
4.2.4. Оценка опасности поражения электрическим током .....	205
4.2.5. Способы и средства обеспечения электробезопасности .....	212
4.3. Защита от статического электричества .....	229
4.3.1. Условия возникновения и накопления электростатических зарядов .....	231
4.3.2. Нормирование и оценка опасности статического электричества .....	232
4.3.3. Способы и средства защиты от статического электричества .....	235
4.4. Защита от опасных и вредных факторов при работе с компьютерами .....	237
4.5. Меры безопасности при устройстве и обслуживании установок и	24
сооружений связи и радиофикации .....	7
4.5.1. Общие требования безопасности на станционных сооружениях	24
связи.....	8
4.5.2. Работы по оборудованию и обслуживанию источников питания .....	250
4.6. Требования безопасности на центральных и базовых станциях	25
радиотелефонной связи .....	2
4.6.1. Требования к производственным помещениям с постоянным	25
присутствием обслуживающего персонала .....	2
4.6.2. Требования к производственному оборудованию и его	25
размещению.....	3
4.6.3. Эксплуатационно-техническое обслуживание объектов	25
радиотелефонной связи .....	5
4.6.4. Антенно-мачтовые сооружения и антенно-фидерные устройства	25
(АМС и АФУ) .....	6
4.6.5. Работы на высоте .....	258
4.6.6. Погрузочно-разгрузочные работы и транспортировка грузов .....	260
4.6.7. Требования при работе с антисептиками .....	262
4.7. Требования безопасности при работе с радиоэлектронным	26
оборудованием (РЭО) .....	4
4.7.1. Виды и характеристика РЭО, классификация работ с ним .....	264
4.7.2. Основные требования безопасности к производственным	26
помещениям и к размещению в них РЭО .....	7
4.7.3. Безопасная организация рабочих мест в лабораториях .....	268
4.7.4. Требования к персоналу, обслуживающему РЭО .....	269
4.7.5. Безопасная организация ремонтно-наладочных работ .....	271
4.8. Меры безопасности при организации и производстве работ в подземных	27
кабельных сооружениях .....	5
4.9. Требования безопасности к сосудам, работающим под давлением .....	281

4.10. Требования безопасности при эксплуатации подъемно-транспортных средств .....	29
0	0
РАЗДЕЛ 5 .....	296
ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	296
5.1. Социально-экономическое значение пожарной безопасности. Основные причины пожаров .....	29
6	6
5.2. Теоретические основы горения. Опасные факторы пожара .....	297
5.3. Взрыво- и пожароопасные свойства веществ .....	299
5.4. Категории производств по взрыво- и пожароопасности .....	302
5.5. Принципы, способы и средства обеспечения пожарной безопасности .....	303
5.5.1. Определение пожарной опасности объекта .....	303
5.5.2. Противопожарные мероприятия в системах отопления, вентиляции, освещения и в электроустановках .....	30
5	5
5.5.3. Пожарная сигнализация .....	306
5.5.4. Противопожарные мероприятия в зданиях и на территории предприятий .....	30
7	7
5.5.5. Способы и средства тушения пожаров .....	309
5.5.6. Противопожарное водоснабжение. Автоматическое тушение пожаров.....	31
1	1
5.5.7. Средства пожаротушения .....	314
5.5.8. Организация пожарной охраны .....	316
РАЗДЕЛ 6 .....	319
ПЕРВАЯ ДОВРАЧЕБНАЯ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ .....	319
6.1. Общие принципы оказания первой помощи пострадавшим .....	319
6.2. Освобождение пострадавшего от действия тока .....	320
6.3. Выявление состояния пострадавшего, характера повреждения, признаков жизни и смерти .....	32
2	2
6.4. Приемы оказания первой помощи .....	326
6.5. Первая помощь при кровотечениях .....	333
6.6. Первая помощь при ожогах .....	335
6.7. Первая помощь при отравлениях .....	338
6.8. Первая помощь при обморожениях .....	339
6.9. Помощь при переломах, ушибах, вывихах .....	340
6.10. Правила транспортировки пострадавших .....	343
Основные законодательные и нормативно-правовые акты по охране труда, действующие на территории Республики Беларусь.....	34
6	6
ЛИТЕРАТУРА .....	351

## РАЗДЕЛ 1

# **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА**

---

### **1.1. Техногенные опасности и вредности. Условия труда. Цели и задачи дисциплины «Охрана труда»**

Трудовая деятельность человека, осуществляющаяся в производственных условиях, является одной из основных форм деятельности. В процессе труда работники взаимодействуют с различными элементами производственной среды: предметами и орудиями труда, средствами производства, состоянием воздушной среды и др. Участвуя в производственном процессе, работники подвергаются преимущественно техногенным факторам, явлениям и процессам, то есть опасностям и вредностям, непосредственно связанным с природой технологических процессов, оборудования, технических устройств и т.п.

Техногенные опасности, создаваемые техническими средствами, способны причинять ущерб здоровью работников и их травмирование. Вредные факторы преимущественно оказывают негативное воздействие на работников, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию.

Опасности и вредности, приводящие к травмированию и заболеваемости работников, могут быть реальными (очевидными) и скрытыми (потенциальными). Условия, при которых потенциальная опасность может реализоваться, определяются как причина несчастного случая, травмирования и т.п.

По составу и свойствам производственные опасные и вредные факторы подразделяются на физические, химические, биологические и психофизиологические.

Физические опасные и вредные факторы – это движущиеся машины и механизмы; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования; передвигающиеся изделия; повышенное напряжение в электрических сетях; повышенный уровень статического электричества; повышенный уровень электромагнитного, рентгеновского, лазерного и ультрафиолетового излучения; повышенный уровень вибрации и шума; недостаточное освещение; неблагоприятные метеорологические условия и др.

Химические опасные и вредные факторы представляют собой различные химические элементы и их соединения, обладающие общетоксичными, раздражающими, мутагенными, сенсибилизирующими и канцерогенными свойствами. Наибольшей канцерогенностью обладают мышьяк, никель, кадмий, хлорфенол, три- и тетрахлорэтилен, винилхлорид, бензапирен и другие смолистые летучие вещества.

К биологическим опасным и вредным факторам относятся микро- и макроорганизмы (бактерии, вирусы, грибы, растения, животные). Их воздействие на человека может приводить к травмам и инфекционным заболеваниям.

Психофизиологические факторы включают в себя физические перегрузки (статические, динамические, гиподинамические), а также нервно-психические перегрузки, к которым относятся умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки, перенапряжение органов чувств и др. Возникновение нервно-психических перегрузок обусловлено изменением характера современного производства, повышением сложности трудовой деятельности и существенным изменением функции и роли человека (человеческого фактора) в процессе труда, особенностями которого становится интенсификация психической деятельности человека.

Свойства элементов производственной среды или совокупность производственных факторов, воздействующих на персонал формируют условия труда, которые, исходя из гигиенических критериев, подразделяются на четыре класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные.

**Оптимальные условия труда (1 класс)** – это условия (устанавливаются для микроклиматических параметров), при которых:

- сохраняется здоровье работающих;
- создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

**Допустимые условия труда (2 класс)** – это условия, при которых уровни факторов среды трудового процесса не превышают гигиенических нормативов, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены.

Допустимые условия труда условно относятся к безопасным.

**Вредные условия труда (3 класс)** – это условия, при которых уровни вредных техногенных факторов превышают гигиенические нормативы и

оказывают неблагоприятное действие на организм работника (и/или его потомство).

Вредные условия по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности.

*I степень (3.1)* – это условия труда, при которых отклонения вредных факторов от гигиенических нормативов таковы, что вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся при более длительном времени (чем к началу следующей смены), и увеличивают риск повреждения здоровья.

*II степень (3.2)* – это условия, при которых уровни вредных факторов вызывают функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению заболеваемости.

*III степень (3.3)* – это условия, при которых уровни вредных факторов таковы, что приводят к развитию профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности).

*IV степень (3.4)* – это условия, при которых могут возникнуть тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности).

**Опасные (экстремальные) условия труда (4 класс)** – это условия, при которых уровни техногенных факторов таковы, что в течение рабочей смены (или ее части) создают угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в том числе и тяжелых форм.

Для создания оптимальных, допустимых, безвредных и безопасных условий труда, совершенствования и гуманизации трудового процесса на практике используют методы и средства многих дисциплин и научных направлений – инженерно-технических и социально-экономических наук, инженерной психологии и эргономики, психологии труда, психологи безопасности и др.

Происходящие глобальные изменения в общественном разделении труда, появление совершенно новых видов профессиональной деятельности и изменение самого их содержания и структуры вызвали необходимость более полного и глубокого использования знаний о психологии труда и психофизиологических особенностях человека.

В связи с этим существенно возросла роль наук, предметом которых является исследование особенностей взаимодействия человека со средой

обитания, что может быть представлено в виде двухэлементной системы, основными целями которой является повышение ее надежности и социально-экономической эффективности, т.е. повышения производительности труда и сохранения здоровья человека.

В последние годы становится все более активным обсуждение вопроса о необходимости более широкого использования экономических факторов в обеспечении требований охраны труда. Зарубежный опыт показывает, что экономические подходы способствуют более гибкому решению проблем охраны и гигиены труда, они позволяют бесконечно улучшать условия труда, успешно применять их к новым видам риска по мере их возникновения. Наниматель может легко увидеть результат, который экономическое стимулирование оказывает на работу предприятия в виде получения прибыли за счет снижения себестоимости производства и повышения конкурентоспособности своей продукции.

Таким образом, охрана труда определяется как система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включая правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия, методы и средства.

Целью охраны труда является сокращение социально-экономических потерь, обусловленных условиями труда, а ее предметом – исследование состояния условий труда, идентификация опасных и вредных факторов, их источников, оценка рисков производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, разработка и широкое использование комплекса мер по обеспечению безопасных и безвредных условий труда, повышению культуры производства.

## **1.2. Основные виды и формы трудовой деятельности. Работоспособность**

Трудовая деятельность человека является весьма многообразной и подразделяется на два основных вида – физический и умственный труд.

**Физический труд** характеризуется нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма человека: сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную и др.

**Умственный труд** объединяет работы, связанные с приемом и переработкой информации, требующей преимущественного напряжения внимания, памяти и активизации процессов мышления.

Согласно физиологической классификации трудовой деятельности различают следующие формы труда:

- формы труда, требующие значительной мышечной активности и характеризуется повышенными энергетическими нагрузками (трудовая деятельность при отсутствии механизированных средств для выполнения работ);
- механизированные формы труда характеризуются изменением мышечных нагрузок, уменьшением мышечной деятельности;
- формы труда, связанные с полуавтоматическим и автоматическим производством.

При этих формах труда роль человека заключается в выполнении простых операций по обслуживанию механизма.

Механизированные, полуавтоматические и автоматические формы труда приводят к монотонности труда, быстрому наступлению утомления и утрате творческого начала.

- групповые формы труда – это труд на конвейере. Эти формы труда характеризуются дроблением технологического процесса на отдельные операции, заданным ритмом и строгой последовательностью выполнения операций. При этих формах труда возрастает монотонность труда и упрощается его содержание, что приводит к преждевременному утомлению и нервному истощению;
- формы труда, связанные с дистанционным управлением. При этих формах труда человек включается в систему управления как необходимое оперативное звено, нагрузка на которое уменьшается с возрастанием степени автоматизации процесса управления;
- формы интеллектуального (умственного труда). Эти формы труда имеют место как в сфере материального производства (инженерно-технический персонал, операторы, конструкторы и т.п.), так и вне его (медицинские работники, учителя, художники, писатели и т.п.). Интеллектуальный труд характеризуется

необходимостью переработки разнообразной информации и требует значительного нервно-эмоционального напряжения.

### 1.3. Оценка тяжести и напряженности труда

Тяжесть и напряженность труда характеризуются степенью функционального напряжения организма. При физическом труде функциональное напряжение организма является энергетическим, а при умственном труде – эмоциональным. Суточные затраты энергии для лиц умственного труда составляют 10-12 МДж; работников механизированного труда и сферы обслуживания – 12,5-13 МДж; для работников тяжелого физического труда 17-25 МДж.

**Тяжесть физического труда** – это нагрузка на организм при труде, требующая преимущественно мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения. Тяжесть физического труда определяется энергозатратами. Физическая нагрузка может быть *динамической* и *статической*.

**Динамическая работа** заключается в сокращении мышц при перемещении груза и самого тела человека или его частей в пространстве. В этом случае энергия расходуется как на поддержание определенного напряжения в мышцах, так и на механический эффект работы.

Величина динамической нагрузки определяется по формуле:

$$W = k \cdot m \cdot g \cdot \left( H + \frac{1}{9} + \frac{H_1}{2} \right),$$

где  $W$  – работа, Дж;  $k$  – коэффициент, равный 6;  $m$  – масса груза, кг;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $H$  и  $H_1$  – высота поднятия и опускания груза, м.

Условия труда по оценке массы перемещаемого груза до 15 кг являются оптимальными, до 30 кг – допустимыми (или вредными) 1-й степени тяжести. Перемещение грузов вручную массой более 30 кг не допускается.

Статическая нагрузка определяется затратами усилий без перемещения тела или его частей. Она характеризуется массой удерживаемого груза или прилагаемого усилия и временем удержания его в статическом состоянии. При легкой физической нагрузке величина статической нагрузки за смену при удержании груза двумя руками не должна превышать 36 000 кг·с, при удержании

груза с участием мышц корпуса и ног – 43 000 кг·с. При физической нагрузке средней и большой тяжести – соответственно, 70 000 кг·с и 100 000 кг·с.

Напряженность умственного труда характеризуется эмоциональной нагрузкой на организм при труде, требующем преимущественно работы мозга по получению и переработке информации.

Наиболее легким умственным трудом, принято считать труд, не требующий принятия решения. Такие условия труда считаются оптимальными. Условия труда относятся к допустимым, если оператор работает и принимает решения в рамках одной инструкции. К вредным условиям 1-ой степени относится труд, который связан с решением сложных задач по известным алгоритмам или работой с использованием нескольких инструкций. К труду 2-й степени относится творческая деятельность, требующая решения сложных задач при отсутствии очевидного алгоритма решения.

Напряженность труда зависит от длительности сосредоточенного наблюдения и числа одновременно наблюдаемых объектов. При длительности сосредоточенного наблюдения до 25% от продолжительности рабочей смены условия труда характеризуются как оптимальные, 26-50 – допустимые, 51-75 – напряженные 1-ой степени, более 75 – 2-ой степени.

При численности объектов до 5 включительно условия труда относятся к оптимальному классу, от 6 до 10 – допустимому классу, более 10 – условия труда относятся к напряженным. При этом к первой степени напряженного труда (класс 3.1) относятся производственные процессы с числом подконтрольных объектов от 11 до 25, а ко второй степени (класс 3.2) – 26 и более объектов.

Работа с видеодисплейными терминалами (ВДТ) до 2ч за смену считается оптимальной, до 3ч – допустимой. Работа за компьютером или наблюдение за процессом по ВДТ свыше 3ч относится к напряженному труду. При этом от 3 до 4 – первой степени (класс 3.1), более 4ч – второй степени (класс 3.2).

На степень напряженного состояния работника оказывает существенное влияние его ответственность за конечный или промежуточный результат труда.

Важными факторами, характеризующими класс условий труда по напряженности трудового процесса, являются наличие или отсутствие риска для собственной жизни работника, монотонность труда, а также фактическая продолжительность рабочего дня и сменность работы. При продолжительности

рабочего дня до 7 часов условия труда относятся к оптимальному классу, до 9 часов – к допустимому, более 9 часов – к напряжённому. Односменная работа без ночной смены – оптимальные условия; двухсменная работа без работы в ночную смену – допустимые условия, а трёхсменная работа с работой в ночную смену определяется как напряжённый труд 1-ой степени.

Основным показателем трудовой деятельности человека является его **работоспособность**, то есть способность производить действия, характеризующиеся количеством и качеством работы за определённое время.

Работоспособность человека зависит от его потенциальных возможностей выполнять конкретную работу при заданных режимах, которые создаются процессами, происходящими в различных органах и системах организма (нервной системе, двигательном аппарате, органах дыхания и кровообращения).

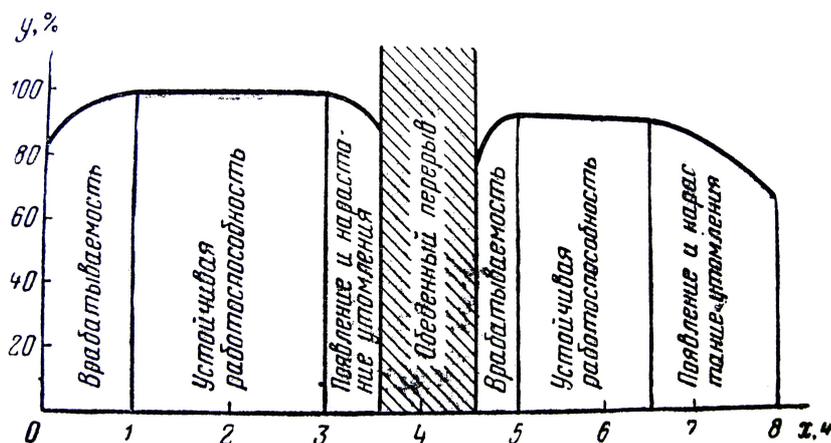


Рис 1.1. Изменение работоспособности в течение рабочей смены

В процессе труда работоспособность организма изменяется на протяжении рабочей смены. Это изменение работоспособности имеет несколько фаз (рис. 1.1):

- фаза *врабатывания или нарастающей работоспособности*. В зависимости от характера труда и индивидуальных особенностей человека этот период длится от нескольких минут до полутора часа, а при умственном творческом труде до двух, двух с половиной часов;
- фаза *высокой устойчивости работоспособности*. Она характеризуется высокими

трудовыми показателями с относительной стабильностью или некоторым снижением напряжённости физиологических функций. Её продолжительность

составляет два, два с половиной часов и более в зависимости от тяжести и напряжённости труда;

– *фаза снижения работоспособности*. Для этой фазы характерно уменьшение функциональных возможностей человека и возникновение чувства усталости.

Динамика работоспособности повторяется и после обеденного перерыва, причём фаза вработываемости сокращается, а фаза устойчивой работоспособности по уровню ниже и менее длительная, чем до обеда. Фаза снижения работоспособности наступает раньше и развивается быстрее в связи с утомлением.

*Утомление* определяется как состояние организма, сопровождающееся чувством усталости, выражающееся в ухудшении количественных и качественных показателей работы.

Утомление является обратимым физиологическим состоянием. Если же к началу следующего периода работы работоспособность не восстанавливается, то утомление может накапливаться и переходить в переутомление, то есть более стойкое снижение работоспособности, которое в дальнейшем ведёт к развитию болезней, снижению сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям. Утомление и переутомление повышают риск травмирования и заболеваемости.

При умственном утомлении наступает расстройство внимания, ухудшение памяти и мышления, ослабляется точность и координированность движения.

Физическое и умственное утомление оказывают взаимное влияние – при тяжёлом физическом утомлении продуктивность умственной работы снижается, а при умственном утомлении падает мышечная работоспособность.

Высокая работоспособность организма поддерживается рациональным чередованием периодов работы и отдыха. В течение суток организм по-разному реагирует на физическую и нервно-психическую нагрузку. Наивысшая работоспособность отмечается в утренние с 8 до 12 и дневные с 14 до 17 часы. В дневное время наименьшая работоспособность отмечается в период между 12 и 14-ю, а в ночное время – с 3 до 4 часов.

В течение недели динамика работоспособности выглядит следующим образом: наивысшая работоспособность приходится на 2,3,4-й день работы, в последующие дни недели она понижается, падая до минимума в последний день работы.

## **1.4. Региональные особенности состояния охраны и гигиены труда в мире**

Как отмечалось, вследствие негативного воздействия производственных факторов на работников, мировое сообщество несет значительные социально-экономические потери – 2,2 миллиона смертельных исходов и 3-4% валового внутреннего продукта (ВВП) или 1,25 млрд. долларов США в год. Это средние мировые показатели, указывающие, сколько мир платит за неблагоприятные и опасные условия труда.

Экономические потери развивающихся стран по причине заболеваний, несчастных случаев и смертей, связанных с профессиональной деятельностью еще больше и достигают 10% ВВП.

Кроме выплат компенсаций государства несут и другие расходы, связанные с несчастными случаями и заболеваниями на производстве: ранний уход на пенсию; более частое отсутствие работника на работе; простои и недоиспользование дорогостоящего оборудования; неблагоприятный психологический климат в коллективе и, как результат, снижение производительности труда; потеря квалифицированного персонала, рост затрат на его обучение и др.

Анализ смертности в результате несчастных случаев на производстве и болезней в связи с трудовой деятельностью показывает о наличии определенных проблем, характерных для отдельных регионов мира. Так, в странах с рыночной экономикой основной проблемой являются раковые заболевания, обусловленные условиями труда. Число случаев заболеваний раком вследствие производственных факторов также велико в Китае, что связано с широким применением асбеста и пассивным курением на работе. Больше всего несчастных случаев отмечается в странах Остальной Азии.

Сердечно-сосудистые заболевания особенно широко распространены в странах СНГ, а также в странах Ближневосточного региона. Индия и страны Африки, расположенные южнее Сахары, страдают, в основном, от инфекционных заболеваний, связанных с трудовой деятельностью. В странах Латинской Америки и Карибского бассейна распространены все основные болезни, а ведущее место среди них принадлежит раковым и сердечно-сосудистым заболеваниям.

Количество несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний распределяются по всем регионам мира неравномерно. Смертность на производстве в одних регионах существенно выше по сравнению с другими регионами. Анализ по отдельным странам показывает еще большую разницу. В некоторых странах Европы уровень смертности от несчастных случаев на производстве в два раза выше, чем в других странах. В некоторых странах Ближнего Востока и Азии уровень смертности в четыре раза выше, чем в наиболее благоприятных промышленно развитых странах.

Если в индустриально развитых странах показатели смертности, несчастных случаев и заболеваний вследствие производственных факторов из года в год снижаются, то в развивающихся странах и некоторых других, достигших определенного уровня промышленного развития, эти показатели остаются неизменными или даже растут.

По данным МОТ, в странах, проводивших индустриализацию своих экономик, кривая роста производственного травматизма сначала идет вверх, переходя впоследствии в горизонтальную линию. Затем положение постепенно меняется к лучшему, как результат проведения политики и профилактических мер сокращения рисков и структурной переориентации экономики на сферу услуг.

Быстрый рост числа несчастных случаев в ходе индустриализации частично объясняется улучшением системы регистрации несчастных случаев и деятельности таких структур как правовая поддержка, выплата компенсаций, инспекция труда и др.

Одним из факторов, усугубляющих как отрицательное, так и положительное их воздействие на жизнь и здоровье производственного персонала является глобализация экономической деятельности и такие аспекты, как растущий объем мировой торговли, распространение новых технологий и др. По мере того, как продолжается процесс взаимного слияния транснациональных компаний и их превращение в глобальные экономические конгломераты, выступающие ядром глобальной экономики, на местном уровне движущим механизмом экономической деятельности и наиболее крупным источником занятости во всех без исключения странах продолжают оставаться малые и средние предприятия, на которых опасные условия труда и риски распространены в большей степени, чем на крупных ввиду ограниченности имеющихся у них средств и технической

возможности. В развивающихся странах состояние охраны и гигиены труда на большинстве таких предприятий значительно хуже из-за недостаточной правовой регламентации, а их соблюдение не контролируется инспекционными службами. Кроме того, публикуемые в развивающихся странах официальные данные о несчастных случаях и происшествиях на производстве не отражают в полной мере реально сложившуюся там ситуацию.

### **1.5. Экономическая оценка ущерба из-за производственного травматизма и профессиональной заболеваемости**

Потери, обусловленные условиями труда в зависимости от того, подлежат ли они изменению с точки зрения экономики, могут быть экономическими и неэкономическими. Производственный травматизм и профессиональные заболевания наносят урон как производству, так и здоровью работников. Исходя из этого, можно рассматривать два вида ущерба – экономический и социальный.

*Экономический ущерб* выражается в денежной форме фактических или возможных потерь предприятия или общества в целом, обусловленных неблагоприятной производственной средой.

*Социальный ущерб* – это ущерб, наносимый, прежде всего, здоровью работников в результате несчастных случаев и неблагоприятной гигиеной труда. Социальный ущерб не подлежит абсолютно точной количественной оценке. Поэтому социальные потери можно условно подразделить на так называемые возполнимые и невозполнимые.

Возполнимый социальный ущерб может быть измерен в стоимостных показателях. Так, можно определить прямые расходы в здравоохранении и социальном обеспечении на оплату больничных листов, затраты на лечение, потери производства от невыходов на работу, снижения производительности труда и др. Невозполнимый социальный ущерб невозможно оценить стоимостными показателями, как, например, потерю здоровья, снижение творческой активности, досрочный уход на пенсию по состоянию здоровья, сокращение продолжительности жизни, психологический дискомфорт и т.п.

В связи с изложенным, на практике наибольший интерес представляет *совокупный или суммарный ущерб*, который складывается из экономического или материального ущерба и возполнимого социального ущерба.

В настоящее время для определения размеров экономических потерь и анализа их влияния на экономику предприятий и других организаций в мировой практике применяются различные методы и модели. С их помощью можно получить информацию об экономических потерях, вызываемых невыходом работника на работу, несчастными случаями, текучестью кадров, потерями трудоспособности, изменениями условий труда и др. Эти же методы и модели могут использоваться для анализа затрат на мероприятия по улучшению охраны труда и определения экономической эффективности трудоохранных мероприятий.

Одной из последних моделей, применяемых в странах ЕС, является модель ТУТА, которая используется в качестве инструмента для оценки потерь в результате несчастных случаев, невыходов на работу, смены кадров, а также стоимости вложений в производственную среду на предприятии. С помощью этой модели оказывается возможным на основе ограниченной информации по основным параметрам достаточно легко вычислить затраты предприятия по совершенствованию производственной среды и экономический эффект от этих мероприятий. Она может быть использована администрацией предприятия и структурами контроля условий труда.

Экономические потери из-за неблагоприятных условий труда включают в себя:

- 1) потери от невыходов на работу;
- 2) потери от несчастных случаев (прямые и косвенные);
- 3) расходы при смене кадров (расходы на увольнение работника, расходы по приему нового работника, расходы на пенсии по инвалидности);
- 4) вложения в улучшение условий труда (деятельность по охране труда; уход за оборудованием; инвестиции и закупки; учеба работников и т.п.).

В целом экономический ущерб ( $Y$ ) по предприятию, организации от производственного травматизма и профессиональных заболеваний можно подсчитать по формуле:

$$Y = \sum_{i=1}^6 Y_i + H_n, \text{ руб.}$$

где  $\sum_{i=1}^6 Y_i$  – сумма потерь возмещения (ущерба) в связи с несчастными случаями, травмами, профессиональными заболеваниями, руб.;  $H_n$  – потери, связанные с

недополучением продукции из-за отсутствия работника (стоимость, недополученной продукции), руб.

Потери возмещения (ущербы) складываются из следующих составляющих:

$$\sum_{i=1}^6 \acute{O} = \acute{O}_1 + \acute{O}_2 + \acute{O}_3 + \acute{O}_4 + \acute{O}_5 + \acute{O}_6 ,$$

где  $Y_1$  – возмещение бюджету государственного социального страхования расходов на выплату пособий по временной нетрудоспособности, если нетрудоспособность возникла по вине предприятия, организации, руб.;

$Y_2$  – возмещение органам социального обеспечения сумм пенсий (или части пенсии) инвалидам труда, если инвалидность наступила по вине предприятия, организации, руб.;

$Y_3$  – выплата пособий нетрудоспособным членам семьи в случае смерти работника от болезни или травмы, связанных с производством (за потерю кормильца), руб.;

$Y_4$  – выплата пособий при временном переводе работников на другую работу по состоянию здоровья (возмещение сократившегося заработка), руб.;

$Y_5$  – возмещение ущерба работающим при частичной потере трудоспособности (доплата до среднего заработка), если при временном переводе на другую работу или частичной утрате трудоспособности оплата пострадавшему производится по ранее занимаемой должности, то  $Y_4$  и  $Y_5$  из расчета исключаются, руб.;

$Y_6$  – затраты предприятия на профессиональную подготовку и переподготовку работающих, принимаемых на работу взамен выбывших по болезни и в связи с травмой, а также из-за неудовлетворенности условиями труда в силу их вредности и тяжести (возмещение потери трудового ресурса), руб.

$Y_6 = Ч \cdot С$ , где  $Ч$  – число уволившихся из-за травм и профессиональных заболеваний (по данным отдела кадров),  $С$  – стоимость обучения одного человека на данном предприятии, руб.: (по данным бухгалтерии).

Источником получения данных по величинам  $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$ ,  $Y_4$  и  $Y_5$  является бухгалтерия предприятия. Прочие потери возмещения (ущербы) из-за их незначительности можно не учитывать.

Каждая из составляющих ущерба  $Y_i = Y_{ti} + Y_{zi}$ , где  $Y_{ti}$  – потери возмещения (ущербы), обусловленные травмами,  $Y_{zi}$  — потери возмещения (ущербы), обусловленные профессиональными заболеваниями.

Экономические потери (ущерб) от производственного травматизма и профессиональных заболеваний определяются не только потерями возмещения, но и условной стоимостью недополученной продукции в связи с выбытием работающего из производственного процесса, которая определяется в формуле членом  $H_n$ .

В общем виде условная стоимость недополученной продукции (условные потери прибавочного продукта) определяются произведением числа дней нетрудоспособности из-за травматизма и профессиональных заболеваний на среднюю стоимость продукции, вырабатываемой работающим за один день. Условная стоимость недополученной продукции в целом по предприятию может быть определена путем суммирования стоимости недополученной продукции на каждом рабочем месте, где отсутствовал работник по причине получения травмы или профессионального заболевания, по формуле:

$$H_n \sum_{j=1}^n D_j C_j = \sum_{j=1}^n D_j Z_j \eta, \text{ руб.},$$

где  $n$  – число рабочих мест на предприятии, на которых не выполнялась работа по причине отсутствия работника;

–  $D_j$  – число потерянных на рабочем месте  $j$  трудовых дней по причине нетрудоспособности работника;

–  $C_j$  – средняя стоимость продукции, вырабатываемой работником на рабочем месте  $j$  в день, руб.;

–  $Z_j$  – среднедневная заработная плата одного работающего на рабочем месте  $j$ , руб.;

–  $\eta$  – коэффициент стоимости прибавочного продукта, создаваемого в день на рабочем месте по отношению к среднедневной заработной плате, зависит от отрасли и вида предприятия, в среднем принимается 1,4-1,5.

Анализ размеров ущерба, наносимого предприятию производственным травматизмом и профессиональными заболеваниями, используется в практике управления охраной труда для планирования первоочередных мероприятий по

созданию безопасных и безвредных условий труда, экономического обоснования принимаемых решений.

Расчет ущерба может проводиться за разные периоды времени, но, как правило, рассчитывается годовой ущерб. В этом случае все составляющие ущерба и количество дней нетрудоспособности рассчитываются за год.

### ***1.5.1. Потери предприятия от невыходов на работу***

Невыходы на работу ведут к сокращению производства. Стоимость невыпущенной продукции может быть измерена суммой зарплаты за период нетрудоспособности.

Возникшие простои на производстве, вызываемые отсутствием работника, могут быть компенсированы за счет найма временного работника, за счет сверхурочных, содержания излишнего персонала и др. В некоторых случаях факт недовыпущенной продукции можно обнаружить по производственным потерям и по потерям при реализации продукции. Невыходы на работу негативно влияют на ритмичность работы предприятия.

Однако не всегда возможно точно оценить потери от невыхода на работу по болезни. Практичнее оценивать цифры, которые отражают среднее состояние на предприятии (например, во что обходится один день трудоспособности) и использовать полученные таким образом цифры в качестве меры для определения суммы потерь.

Расчет потерь из-за невыхода на работу начинается, прежде всего, с подсчета экономии, получаемой предприятием при выплате зарплаты. Выплаты, которые предприятие делает пропускающим работу по болезни, несколько ниже тех, которые выплачиваются сотрудникам за то же самое время в период их нахождения на рабочем месте. Подлинная стоимость невыходов на работу может быть определена, когда это небольшая сэкономленная сумма вычитается из суммы дополнительных косвенных затрат, образующихся вследствие невыхода на работу. В этом случае стоимость невыхода на работу приравнивается к дополнительным расходам, которые предприятие несет из-за пропуска работы его сотрудниками.

В некоторых методиках стоимость невыхода на работу рассчитывается как сумма выплат сотрудникам за период их временной нетрудоспособности по болезни и добавочной стоимости продукции.

Упомянутые выше подходы учтены в методике, в которой общая стоимость невыходов на работу рассчитывается как сумма прямых потерь (зарплата за время отсутствия на работе) и косвенных потерь (потери продукции; дополнительная оплата сверхурочных; работа по реорганизации производства, наем временных работников и др.). Чистая сумма дополнительных расходов (ДР) из-за невыходов на работу определяется как разность общей стоимости невыходов на работу (прямые + косвенные потери – ПП и КП) и суммы обычной оплаты труда (обычной зарплаты – ОЗ), т.е.

$$ДР = ПП + КП - ОЗ$$

Прямые потери образуются при суммировании зарплаты, выплачиваемой в период временной трудоспособности, и косвенных расходов на работника.

Косвенные затраты на работника зависят от фонда оплаты труда. В эти затраты входят взносы работодателя и фонд социального страхования, в пенсионный фонд, взносы в фонд страхования от несчастных случаев на производстве и в фонд занятости, взнос на пенсию по инвалидности и на групповое страхование.

Расчет стоимости одного дня нетрудоспособности ( $СН_{1д}$ ) в этом случае можно рассчитать по формуле:

$$СН_{1д} = N_{р.ч.} \cdot ПО_{ср.} \cdot K_{кз.},$$

где  $N_{р.ч.}$  – число рабочих часов;  $ПО_{ср.}$  – средняя почасовая оплата;  $K_{кз.}$  – коэффициент косвенных затрат на одного работника.

Косвенные потери из-за невыходов на работу зависят от их воздействия на деятельность предприятия. К возможным последствиям невыходов на работу и убытки, которые предприятие может нести вследствие различных обстоятельств относятся:

- частичное невыполнение работы (стоимость потерянной продукции);
- потеря продукции (стоимость потерянной продукции);
- простой других работников (стоимость вложений);
- увеличение штатов (оплата лишних работников);

- снижение производительности труда и качества продукции (потери продукции);
- привлечение внештатных сотрудников (оплата услуг);
- оплата сверхурочных, снижение эффективности труда (рост себестоимости продукции) и др.

К основным факторам, влияющим на затраты вследствие отсутствия заболевших на работе, относятся:

- повышение расходов на зарплату;
- стоимость потерянной продукции и потери при ее сбыте;
- снижение качества продукции и др.

Расчет косвенных затрат начинается с оценки влияния невыходов на работу по болезни на расходы администрации предприятия и его управленческого персонала, а также медицинской службы. Затраты оцениваются по пропущенному времени, а затем просчитываются и по числу дней нетрудоспособности.

Рабочее время администрации и управленческого аппарата тратится на поиск новых сотрудников, реорганизацию трудового процесса, обработку листов нетрудоспособности, заявление о компенсации и др.

Затраты медицинской службы зависят от ее организации, положений коллективного договора о характере предоставляемой помощи, а также от степени использования сотрудников этой службы. На затраты влияют число обращений в медпункт, лечение и количество выданных листов нетрудоспособности.

### ***1.5.2. Материальные потери в связи с несчастными случаями на производстве***

Согласно рассматриваемой теории стоимости несчастных случаев, материальные потери предприятия в результате несчастного случая подразделяются на прямые и косвенные. К прямым потерям относятся доплата за время нетрудоспособности из-за травмы и стоимость лечения. Косвенные потери, по мнению некоторых авторов, в 4 – 6 раз превышают прямые потери. Они складываются из потери рабочего времени других работников и сотрудников, администрации производственного подразделения, урона, нанесенного собственности, потери части вложений, потери производительности труда и др.

В соответствии с одним из методов расчета потерь при несчастном случае, прежде всего устанавливается стоимость прямых (расходы на зарплату, включающие оплату труда в день несчастного случая плюс оплату по бюллетеню за время нетрудоспособности) и косвенных (стоимость поврежденного оборудования, сырья и т.д.) потерь. Из полученной от их сложения суммы вычитается сумма, выплачиваемая страховым учреждением, а также сумма обычной зарплаты (аналогично расчету чистых потерь в результате невыходов на работу по болезни), т.е. стоимость несчастного случая ( $C_{н.с.}$ ) равна сумме прямых и косвенных потерь за вычетом компенсации и зарплаты:

$$C_{н.с.} = ПП + КП - K_{стр.} - Z_{обыч.},$$

где ПП – прямые потери (сумма зарплаты травмированного); КП – косвенные потери (компенсации за время нетрудоспособности, потеря времени другими работниками, потеря собственности, потеря продукции, повышение страховых взносов и др.);  $K_{стр.}$  – компенсации по страхованию от несчастного случая;  $Z_{обыч.}$  – общая сумма обычной зарплаты.

### **Прямые потери в результате несчастного случая**

Оплату за время нетрудоспособности из-за несчастного случая или прямые потери (ПП) можно вычислить путем умножения среднего заработка в час (ЗЧ) на число потерянных рабочих часов (ПЧ) и коэффициент косвенных потерь на одного работника (ККП):

$$ПП = ЗЧ \cdot ПЧ \cdot ККП$$

При отсутствии точной информации и времени травмы, принимается средняя величина рабочих часов в количестве 4 на один несчастный случай.

Альтернативной методикой подсчета прямых потерь вследствие нетрудоспособности из-за несчастного случая является оценка средней зарплаты на предприятии за один обычный рабочий день. В этом случае фактически проработанные часы рассчитываются как обычное рабочее время за исключением праздничных и выходных дней. Оплата времени нетрудоспособности, т.е. прямые потери (ПП), таким образом, может быть рассчитана другим методом по формуле:

$$ПП = \frac{ПД \cdot ФОТ}{n},$$

где ПД – число потерянных рабочих дней; ФОТ – фонд оплаты труда; n – сумма рабочих дней.

При расчете прямой стоимости времени нетрудоспособности из-за несчастных случаев по этой формуле количество несчастных случаев роли не играет, поскольку все потери в основном складываются в результате косвенных потерь.

### **Косвенные потери в результате несчастных случаев**

Для определения размера косвенных потерь в результате несчастных случаев имеется множество рекомендаций. С их помощью можно определить последствия несчастного случая, хотя получение точных данных практически весьма затруднено или невозможно. Это объясняется тем, что большинство косвенных потерь являются типичными только для очень редких или очень тяжелых случаев. В связи с этим трудно выработать надежные общие указания для их оценки.

Поэтому при оценке косвенных потерь учитываются лишь самые основные и возможные потери при несчастных случаях, а также виды потерь, которые в случае необходимости можно отнести к категории «другие косвенные потери».

Таким образом, косвенные потери при несчастных случаях включают в себя:

- компенсацию нетрудоспособности (замены пострадавших и сверхурочные);
- потери рабочего времени других сотрудников (помощь пострадавшим, первая медицинская помощь, простои, расследование несчастного случая);
- потери собственности (поломка машин и оборудования, потеря продукции);
- другие косвенные потери (расходы на юристов, штрафы и др.);
- увеличение размера страхового взноса.

*Стоимость компенсации нетрудоспособности.* При подсчете компенсационных выплат учитываются те же факторы, как и уже рассмотренные при определении расходов при оплате по болезни.

*Стоимость потерь рабочего времени сотрудников (помимо пострадавшего).* Потери рабочего времени, к которым приводит несчастный случай с одним работником, не ограничивается только его личными потерями, но

распространяются на других сотрудников, что означает нарушение нормального трудового процесса на данном производственном участке и сокращение объемов произведенной продукции. В зависимости от характера производственной деятельности и тяжести несчастного случая, потеря рабочего времени может быть меньшей или большей. Одним из распространенных следствий несчастного случая является потеря времени на ремонт оборудования и уборку. При тяжелых несчастных случаях, требуется время на реанимацию пострадавшего, при этом зачастую приходится прерывать производственный процесс. При несчастном случае представители администрации предприятия, производственного подразделения и службы охраны труда тратят рабочее время на расследование, оценку случившегося и планирование мер по исправлению положения. В связи с тем, что полные потери рабочего времени подсчитать практически невозможно, обычно используются средние цифры.

*Потеря собственности.* Потери могут делиться на потери основных фондов и оборотных средств. Основные фонды включают оборудование – машины, станки, производственные помещения и др. В оборотные средства входят готовая продукция, сырье, используемая энергия, различные приспособления и т.п.

*Потеря продукции* обуславливается степенью повреждения или нарушения технологического процесса.

*Размеры страховых взносов* могут значительно различаться в зависимости от уровней риска в разных отраслях.

### **1.5.3. Затраты на смену кадров и на пенсии по инвалидности**

Текущность и смена кадров в основном определяются состоянием условий труда и степенью удовлетворенности работой. Характер смены кадров определяется числом сотрудников, которые за данный период поступают на работу и увольняются. Как большая текущность, так и слишком медленный обмен кадров могут приводить к негативным последствиям.

Смена кадров (СК) может определяться в процентах по отношению к среднему числу занятых:

$$СК = \frac{\text{Число уволенных} + \text{Число принятых сотрудников в}}{2 - \text{х среднее число сотрудников в}}, \%$$

Процент смены кадров можно подсчитать отдельно для поступающих и для увольняющихся.

Во время экономических спадов текучесть кадров обычно низкая, а нужда в заменах удовлетворяется за счет внутренних перемещений.

Общие затраты на смену кадров могут быть поделены на три категории:

- затраты на увольняющегося работника;
- затраты на наем нового работника;
- затраты на знакомство с производством и обучение нового сотрудника;

Увольнение сотрудника всегда влечет за собой затраты, которые, как правило, вызваны потерей рабочего времени администрации (например, на беседы о причинах ухода, времени, которое положено отработать после подачи заявления, о следующем месте работы и т.п.), а также затраты, связанные с потерей производительности труда увольняющегося работника, обусловленные оформлением ухода, пренебрежением своими обязанностями и т.п.

К другим потерям, связанным с увольнением работника, могут быть отнесены потери рабочих навыков, трудового опыта и т.п.

Расходы по приему нового сотрудника включают в себя расходы на потребности анализа ситуации, сложившейся на производственном участке после увольнения работника, рекламу о вакансиях, беседы с претендентами на вакантное место, отбор, тесты и т.п., а также затраты на обучение, приобретение опыта и мастерства. В этом случае расходы определяются как произведение затраченного времени на стоимость рабочего часа и на 1 (% производительности), которая высчитывается с помощью средней оплаты работы за час и коэффициентов косвенных затрат работника.

В период обретения опыта производительность нового работника достигает 80% от уровня кадрового работника. В этом случае цифра в скобках, на которую умножают, составляет 20%, а у конторского служащего уровень производительности – 75%, а отставание, соответственно 25%.

Затраты перехода сотрудника на пенсию по инвалидности сильно зависят от размеров производства. Они могут быть подсчитаны по следующей формуле:

$$ЗИ = \frac{(1+i)^{60-A} - 1}{i + (1+i)^{60-A}} \cdot (12 \cdot МЗ) \cdot 0,58$$

где  $A$  – возраст сотрудника, выходящего на пенсию по инвалидности;  $i$  – банковский процент;  $MЗ$  – месячная зарплата.

#### **1.5.4. Затраты на инвестиции в улучшение условий труда**

Инвестиционные вложения в улучшение условий труда можно поделить на следующие группы:

- затраты на деятельность службы охраны труда на предприятии и медучреждения (рабочее время персонала);
- затраты на улучшение производственных процессов и повышение квалификации (учеба, собрания, рабочее время администрации);
- затраты на трудоохранную технику и др.

Например, стоимость рабочего времени сотрудников службы охраны труда (СОТ), может быть подсчитана с помощью формулы:

$$СОТ = n \cdot 11 \text{ мес} \cdot 30 \text{ час/мес} \cdot СЧ,$$

где  $n$  – количество сотрудников;  $СЧ$  – стоимость одного часа рабочего времени сотрудников;

К инвестициям в производственную среду, охрану труда и текущие расходы могут быть отнесены и текущие расходы на работы по усовершенствованию деятельности по охране труда (реализация отдельных проектов), приобретение средств индивидуальной защиты, спецодежды и т.п.

### **1.6. Оценка опасностей**

Наряду с численными, балльными и другими приемами квантификации опасностей и вредностей наиболее распространенным в последнее время является риск представляющий, по сути, частоту реализации опасностей.

В буквальном переводе слово “риск” означает “принятие решения”. Риск – это нечто, что может произойти, а может и не произойти. Другими словами риск – действие на удачу. В области производственной или экологической безопасности уровень риска рассчитывается отношением числа каких-либо негативных последствий ( $n$ ) взаимодействия людей с природной или производственной средой (заболевания, травматизм и т.п.) к их максимально возможному числу ( $N$ ) за определенный период (например, год). Так, риск гибели работающего на

промышленных предприятиях Беларуси  $R_{пр.}$  будет равен отношению среднестатистического числа ежегодно погибающих  $n \approx 300$  человек, к числу работающих  $N \approx 3,5$  млн. человек:

$$R_{пр.} = \frac{n}{N} = \frac{300}{3,5 \cdot 10^6} \approx 0,86 \cdot 10^{-4},$$

из чего следует, что ежегодно из каждых десяти тысяч работающих погибает в среднем один человек.

Риск может быть индивидуальным или групповым (социальным), т.е. риск для группы людей.

В настоящее время в большинстве стран мира концепция абсолютной безопасности (обеспечения нулевого риска) отвергнута как несоответствующая законам современной среде обитания (так как в действующих системах невозможно обеспечить 100% безопасность). Вместо концепции абсолютной безопасности используется концепция приемлемого (допустимого) риска, суть которой состоит в стремлении к такой безопасности, которую приемлет общество в данный период времени в зависимости от его социально-экономического развития.

Приемлемый риск сочетает в себе экологические, технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет собой некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями его достижения. Так, затрачивая чрезмерные средства на повышение безопасности технических систем, можно нанести ущерб социальной сфере (сокращение выполнения социальных программ). При увеличении затрат на развитие технического уровня производства технический риск снижается, но растет социальный. Суммарный риск имеет минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферы. Это обстоятельство учитывается при выборе риска, с которым общество на определенном этапе вынуждено мириться.

Максимально приемлемым уровнем индивидуального риска гибели считается риск, равный  $10^{-6}$  в год, а пренебрежительно малым –  $10^{-8}$  в год.

Уровень безопасности можно повысить, оптимально расходуя средства на совершенствование технических систем и объектов, организационные и административные мероприятия (подготовка персонала), а также экономические

мероприятия (страхование, денежная компенсация ущерба, платежи за риск и т.д.).

В основе управления риском лежит методика сравнения затрат и получаемых выгод от снижения риска.

### 1.7. Принципы, методы и средства снижения риска производственного травматизма и профессиональной заболеваемости

В общей теории обеспечения безопасности принципы, методы и средства представляют собой определенные этапы и знание их различий и связей играет важную роль в практике производственной безопасности.

По сути, принцип представляет собой идею, мысль или основное положение решения той или иной проблемы. Метод – это путь, способ достижения цели, использующий знания наиболее общих биологических и физико-химических и иных закономерностей.

Средства обеспечения безопасности – это организационное, конструктивное и материальное воплощение выбранных принципов и методов, их конкретная реализация.

Принципы обеспечения безопасности весьма многообразны. По признаку реализации их условно можно классифицировать на ориентирующие, технические, управленческие, организационные и др.

*Ориентирующие принципы* являются основополагающими. Они определяют направление поиска тех или иных решений и служат в качестве методологической и информационной базы.

Одним из ориентирующих принципов является принцип системности, который состоит в том, что любое явление, действие, всякий объект рассматривается как элемент системы. Под системой понимается совокупность элементов, взаимодействие между которыми может приводит к однозначному результату, либо к различным результатам. В первом случае система называется определенной, а во втором – неопределенной. Уровень неопределенности системы тем выше, чем больше различных результатов может появиться. Неопределенность порождается неполным учетом элементов и особенностями взаимодействия между ними. Так, системный подход к профилактике какого-либо негативного результата состоит в том, чтобы, прежде всего, для конкретных

условий определить совокупность элементов, образующих систему, результатом которой является негативный результат. Исключение одного или нескольких элементов разрушает систему и устраняет такой нежелательный результат. Таким образом, принцип системности заключается в рассмотрении явлений с системных позиций в их взаимной связи и целостности. Система не является чистым механическим сочетанием элементов, а представляет качественно новые образования. Каждая система входит в состав другой системы, которая, в свою очередь, является частью большей системы и т.д., образуя подсистемы и суперсистемы. Принцип системности отражает универсальный закон диалектики о взаимной связи явлений. Он ориентирует на учет всех элементов, формирующих рассматриваемый результат, на полный учет обстоятельств и факторов для решения проблем, связанных с обеспечением благоприятных условий труда.

Важнейшим ориентирующим принципом является также принцип деструкции, заключающийся в том, что система, приводящая к опасному результату, разрушается за счет исключения из нее одного или нескольких элементов. Этот принцип органически связан с принципом системности и характеризуется такой же универсальностью.

К ориентирующим принципам относятся принцип снижения опасности и принцип ее ликвидации. Первый заключается в использовании решений, которые направлены на повышение безопасности, но он не обеспечивает достижения необходимого (нормируемого) уровня. Принцип ликвидации негативного результата состоит в устранении тех или иных производственных факторов, что достигается комплексом мер по изменению технологий, модернизации оборудования, совершенствованием организации труда и т.п.

*Технические принципы*, использующие в основном физико-химические законы, направлены на непосредственное предотвращение действия опасностей. Так, принцип защиты расстоянием, относящийся к этой группе принципов, заключается в установлении такого расстояния между человеком и источником опасности, при котором обеспечивается требуемый уровень безопасности. Принцип защиты расстоянием основан на том, что уровень опасных и вредных факторов уменьшается по определенному закону в зависимости от расстояния. Например, плотность потока электромагнитной энергии уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния.

Принцип прочности состоит в том, что в целях повышения уровня безопасности усиливают способность материалов, конструкций и их элементов сопротивляться механическим воздействиям. Этот принцип реализуется при помощи коэффициента запаса прочности, который определяется как отношение опасной нагрузки, вызывающей недопустимые деформации или разрушения, к допустимой нагрузке. Например, для защиты от поражения электрическим током применяют изолирующие средства, обладающие высоким коэффициентом механической и электрической прочности.

Принцип слабого звена как один из технических способов, состоит в применении ослабленных элементов различных устройств, которые разрушаются или срабатывают при определенных значениях факторов, обеспечивающих сохранность устройств (объектов) и безопасность персонала. Так, для защиты электроустановок от выхода из строя и пожара, обеспечения электробезопасности персонала используются плавкие вставки предохранителей и др.

Принцип экранирования состоит в том, что между источником опасности и человеком устанавливается преграда, обеспечивающая защиту от опасности. Так, для защиты от электромагнитных полей применяются экраны из материалов с высокой электрической проводимостью, обладающие как отражательной, так и поглощающей способностью в зависимости от их конструкции.

*Управленческие принципы* определяют взаимосвязь и отношения между отдельными стадиями и этапами процесса обеспечения безопасности. К этой группе принципов относятся принцип плановости, принцип стимулирования, принцип компенсации, принцип эффективности и др.

Согласно принципу плановости должны устанавливаться на определенный период конкретные количественные показатели, задания и т.п.

Принцип стимулирования означает учет количества и качества затраченного труда и полученных результатов при распределении материальных благ и моральном поощрении.

Принцип компенсации состоит в предоставлении пострадавшим различного рода льгот с целью восстановления или предупреждения нежелательных изменений в состоянии здоровья.

Принцип эффективности заключается в сопоставлении фактических результатов с плановыми и оценке показателей на основе затрат и выгод. Так,

при реализации трудовых мероприятий оценивают их социальную и экономическую эффективность.

*Организационные принципы* включают в себя принцип защиты временем, принцип нормирования, принцип эргономичности и др.

Принцип защиты временем предполагает сокращение продолжительности пребывания людей в условиях воздействия высоких уровней опасных и вредных факторов (например, при выполнении работ в антенном поле радиопередатчика, в условиях радиационного облучения, шума и т.п.).

Принцип нормирования состоит в регламентации условий, соблюдение которых обеспечивает заданный уровень безопасности. Например, соблюдение предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ из труб промышленных предприятий позволяет обеспечить в жилой зоне предельно допустимые их концентрации для населения.

Обеспечение безопасности может быть достигнуто реализацией трех основных методов.

Первый метод состоит в пространственном (или временном) разделении рабочей зоны, где находится человек в процессе деятельности (гомосфера), и пространства, в котором постоянно или периодически возникают опасности (ноксосфера). Этот метод может быть реализован дистанционным управлением техпроцесса, использованием промышленных роботов и т.п.

Второй метод заключается в нормализации ноксосферы путем исключения опасностей, используя комплекс средств защиты.

Третий метод включает систему приемов и средств, направленных на адаптацию человека к соответствующей среде и повышению его защищенности (обучение, использование средств индивидуальной защиты, профессиональный отбор и т.п.).

На практике для решения вопросов безопасности используется комбинация этих методов.

Средства обеспечения безопасности подразделяются на средства коллективной и индивидуальной защиты (СКЗ, СИЗ). СКЗ и СИЗ в свою очередь делятся на группы в зависимости от характера опасностей, от которых они защищают, конструктивного исполнения, области применения и т.д. Так, все средства индивидуальной защиты, в зависимости от назначения, подразделяются

на следующие классы: изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, одежда специальная защитная, средства защиты рук, средства защиты ног, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты глаз, средства защиты органов слуха, средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства.

## **1.8. Психофизиологические и эргономические основы охраны труда**

### ***1.8.1. Психофизиологические основы безопасности труда***

Психофизиологические основы безопасности труда базируются на психологии и физиологии трудовой деятельности. **Психология** – это наука, занимающаяся изучением психического отражения действительности в сознании человека. Она включает в себя ряд научных направлений таких как психология труда, психология безопасности, инженерная психология и эргономика.

Предметом психологии труда является изучение психических аспектов трудовой деятельности, в частности психических компонентов, побуждающих, направляющих и регулирующих активность производственного персонала, а также свойства личности, через которые эта активность реализуется.

Для профилактики утомления, снижения риска производственного травматизма и профессиональной заболеваемости при организации производства, применении сложных технических и технологических систем наибольший интерес представляет **психология безопасности**, предметом которой являются психические процессы, свойства и состояния. Она изучает психологические, т.е. зависящие от человека (человеческого фактора) причины несчастных случаев и аварий и разрабатывает методы и средства, снижающие или исключаящие риск травмирования и заболеваемости. Причины, связанные с человеческим фактором негативно влияют на поведение работника, что и создаёт аварийные ситуации.

### ***Психические процессы, свойства и состояния, влияющие на безопасность***

В структуре психической деятельности человека различают три основные группы компонентов: психические процессы, свойства и состояния.

**Психические процессы** являются основой психической деятельности. Без них невозможно формирование профессиональной компетентности, приобретение знаний, профессионального и жизненного опыта. Различают *познавательные, эмоциональные и волевые* психические процессы. Такие психические процессы как восприятие, память, внимание, мышление являются регуляторами трудовой деятельности.

*Восприятие* – это отражение в сознании человека предметов или явлений при их воздействии на органы чувств. Для восприятия используется информация от различных анализаторов – зрительного, слухового, тактильного и др.

Для качественного восприятия информации, в частности, по безопасности труда, необходимо обеспечить ее новизну, актуальность, краткость, эмоциональность воздействия.

*Память* – это свойство запоминания, сохранения и последующего воспроизведения человеком информации, непосредственно связанной с безопасностью. Запоминание тесно связано с забыванием. Установлено, что в среднем за первые девять часов полученная информация уменьшается на 65%. Поэтому для восполнения утраченной информации необходимо проводить повторное обучение, инструктажи, переаттестацию и т.п.

*Внимание* – это направленность сознания человека на определенные объекты, процессы, явления, имеющие в данной ситуации существенное значение, а также сосредоточение сознания, предполагающее повышенный уровень умственной или двигательной активности.

В охране труда для привлечения работников к различным опасностям и вредностям используются зрительные, звуковые, цветовые и другие средства.

*Мышление* – это процесс познания действительности, характеризующийся обобщением. В процессе мышления осуществляется выбор решения, которое реализуется в последующих действиях человека. Ошибочное решение является следствием неверной оценки ситуации из-за недостаточности знаний, опыта, компетентности, а также ошибочного осмысления полученной информации.

При принятии решений важное значение имеет эмоционально-чувственная сфера человека, к которой относятся чувства, эмоции, настроение.

*Чувства* – это субъективное отражение в сознании человека реальной действительности. Чувство утраты реальности, ложный страх и т.п. могут явиться причинами создания опасных ситуаций на производстве.

Чувственный тон человека, его эмоции и настроение играют важную роль в оценке реальной ситуации и обеспечении безопасности.

*Чувственный тон* – это эмоциональная окраска психического процесса. Отрицательным фактором чувственного тона, способствующим созданию опасных ситуаций, является болезненное отвращение к определенным раздражителям. Положительный чувственный тон, возникающий от приятных звуков, запахов, цвета, уменьшает утомляемость человека и снижает риск возникновения опасной ситуации. Это обстоятельство используется при эстетическом оформлении рабочей зоны и интерьера производственного помещения.

*Эмоции* – это переживание человеком какого-либо чувства. Эмоции бывают различного типа – стенические и астенические. Стенические эмоции – решимость, радость, воодушевление, азарт – побуждают человека к активным действиям, преодолению препятствий и устранению причин угрозы для человека. Астенические эмоции – боязнь, опасение, страх, испуг, ужас способствуют отказу от преодоления препятствий, замыканию в себе и необоснованным переживаниям. Тип эмоций связан с темпераментом и характером человека. Поэтому темперамент и характер человека учитываются при его допуске к некоторым видам работ, связанных с большой ответственностью, необходимостью принятия быстрых и адекватных решений (авиадиспетчеры, операторы, управляющие опасными производственными процессами и т.п.).

В ряде случаев эмоции, определяемые характером и темпераментом человека, могут вызвать состояние аффекта – эмоционального состояния, быстро овладевающего человеком, бурно протекающего и характеризующегося значительным изменением сознания, утратой самообладания, неадекватными в сложившейся ситуации действиями. Поэтому людей, склонных к аффектам, нельзя допускать к особо ответственным и опасным работам, так как аффект может являться основной причиной несчастного случая, аварии и т.п.

*Настроение* – это общее эмоциональное состояние человека, формирующее в течение определенного периода времени характер протекания отдельных психических процессов и поведение человека. Настроение может

являться причиной возникновения опасных ситуаций – привести человека к снижению трудоспособности, неспособности к активным действиям в преодолении возникших трудностей и т.п. Поэтому работник, находящийся в эмоционально подавленном настроении, может быть временно отстранен от выполнения ответственных и связанных с высокой опасностью операций.

*Воля* – это форма психической активности человека, которая характеризуется регулированием самим человеком своего поведения (ограничением или отказом от других стремлений и побуждений во имя достижения поставленной цели). Основными характеристиками воли являются: осмысленность и направленность действий на достижение цели, осознание ограничений, определяемое реальной ситуацией. Для профессиональной деятельности, требующей быстрых, решительных и осознанных действий должны привлекаться люди с сильной волей.

Антиподом сильной воли являются такие качества человека, как внушаемость, нерешительность, безволие, импульсивность. Поэтому людей с подобными качествами не следует использовать для выполнения ответственных работ, от результата которых зависят жизни людей, состояние технического или производственного объекта, вероятность возникновения аварии или чрезвычайной ситуации.

К психическим состояниям относится мотивация, которая очень тесно соприкасается с эмоционально-волевой сферой. Под мотивацией понимается совокупность желаний, устремлений, побуждений, мотивов, установок и других побудительных сил личности. Одним из важных мотивов человека является обеспечение безопасности. Незрелость или ослабление этого мотива может вовлечь человека в опасную ситуацию.

Мотивация связана с другим понятием безопасности труда – риском, который может быть мотивированным и немотивированным (бескорыстным). Причинами мотивированного рискованного поведения могут быть выгода или опасность каких-либо потерь, проигрышей и т.п.

Готовность к риску индивида определяется его психологическими свойствами (характером, темпераментом, легкомыслием и т.п.)

**Психические свойства**, или особенности характеризуют качества личности (интеллектуальные, эмоциональные, волевые, моральные, трудовые). Основными

психическими свойствами человека, влияющими на его безопасность, являются характер и темперамент.

*Характер* человека определяется совокупностью индивидуальных психологических свойств, проявляющихся в типичных для конкретной личности действиях при определенных обстоятельствах и его к ним отношении. Совокупность психологических свойств образуют структуру характера. Характер работника должен учитываться при профессиональном отборе.

*Темперамент* – это характеристика динамических психологических особенностей: интенсивности, скорости, темпа, ритма психических процессов и состояний. По темпераменту люди подразделяются на холериков, меланхоликов, флегматиков и сангвиников. Темперамент людей, также как и характер, определенным образом влияет на безопасность труда (например, меланхолики чаще холериков становятся жертвой при неблагоприятных обстоятельствах).

**Психологические состояния.** В психологии безопасности труда важное значение имеют психические состояния, запредельные и особые психические состояния. Они определяют особенности психической деятельности в конкретный момент (период) времени и могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на течение всех психических процессов, а значит и на безопасность, производительность и качество труда.

В процессе трудовой деятельности психические состояния человека могут быть:

-*длительными*, которые определяют отношение человека к выполняемой им работе и его общее психологическое настроение. Это прежде всего, удовлетворенность или неудовлетворенность выполняемой работой, наличие заинтересованности в труде или безразличие к нему, психологический климат в трудовом коллективе и т.п.;

-*временными*, возникающими из-за различных нарушений в производственном процессе, неполадок, конфликтных ситуаций;

-*периодическими*, связанными с настроением на активную деятельность и желанием работать или, наоборот, с пониженной готовностью работать, утомлением, перенапряжением, сонливостью, апатией, скукой, вызванной однообразием и монотонностью работы.

### **Запредельные и особые (пароксизмальные) формы психического напряжения**

Эффективность деятельности или работоспособность базируется на уровне психического напряжения (стресса). Чрезмерные формы психического напряжения обозначаются как запредельные, вызывающие дезинтеграцию психической деятельности, что снижает уровень психической работоспособности.

Возможны два типа запредельного психического напряжения – тормозной и возбудимый.

Тормозной тип характеризуется скованностью и замедленностью движений. При этом снижается скорость ответных реакций, замедляется мыслительный процесс, ухудшается память, появляется рассеянность и другие отрицательные признаки, несвойственные данному человеку в спокойном состоянии.

Возбудимый тип проявляется гиперактивностью, многословностью, дрожанием рук и голоса. При таком состоянии у людей обнаруживаются несвойственные им раздражительность, вспыльчивость, резкость, грубость, обидчивость.

Длительные психические напряжения и особенно их запредельные формы ведут к выраженным состояниям утомления.

К особым психическим состояниям, имеющим значение для психической надежности персонала, или человеческого звена в сложных технических и технологических системах, относятся *пароксизмальные* расстройства сознания, т.е. психогенные изменения настроения и состояния, связанные с приемом психически активных средств (транквилизаторов, стимуляторов, алкогольных напитков).

Пароксизмальные состояния это группа расстройств, вызванных заболеваниями головного мозга и другими причинами (эпилепсия, обмороки).

Психогенные изменения настроения и аффективные состояния возникают под влиянием психических возбуждений, при этом проявляется безразличие, вялость, общая скованность, заторможенность, замедление мышления.

Аффективные состояния (взрыв эмоций) могут развиваться под влиянием обиды, оскорбления, производственных и других неудач. В таком состоянии у человека развивается снижение объема сознания. При этом возможны резкие движения, агрессивные и разрушительные действия. Лица, склонные к

аффективным состояниям, относятся к категории с повышенным риском травмирования.

Лекарственные и алкогольные изменения психического состояния возникают в результате употребления различных психофармакологических средств.

Прием легких стимуляторов (чай, кофе) способствует повышению работоспособности, а прием активных стимуляторов (первитин, фенамин) может вызвать отрицательный эффект ухудшение самочувствия, снижение скорости реакции и др.

Употребление транквилизаторов типа седуксен или элениум оказывает выраженное успокоение и предупреждение неврозов, одновременно снижая психическую активность, замедляет реакцию, а также вызывает апатию и сонливость.

Пьянство и алкоголизм также оказывают отрицательное влияние на работоспособность, а постанкогальная астенция (похмелье), кроме того, ведет к заторможенности и снижению чувства осторожности.

Таким образом, контроль психического состояния персонала ответственных работ и принятие административных мер может положительно влиять на сокращение травматизма и повышение надежности работ сложных систем.

### ***1.8.2. Эргономические основы охраны труда***

Технологический прогресс и широкое внедрение в производство информационных технологий значительно изменяют содержание и условия труда, что является предпосылкой для облегчения труда человека, освобождение его от выполнения однообразных трудоемких ручных операций, и вместе с тем, приводит к появлению новых факторов, негативно влияющих на организм работников, среди которых на первое место выходит повышенная напряженность труда, обусловленная высокими требованиями к уровню психической деятельности человека. Поэтому внедрение в производство новейших технологий может быть успешно реализовано и дать положительный эффект лишь при достаточно полном учете характера все усложняющихся связей между человеком и техническим окружением, всестороннего учета возможностей человека (человеческого фактора), его физиологических, психологических,

антропометрических, эстетических и других свойств. Исследование и использование связей, реально имеющих место в системе человек – производственная среда, является предметом эргономики – науки о труде во всей его сложности и многообразии.

Термин «эргономика» в переводе с греческого означает «закон работы» («irgon» - труд, «nomos» - закон). Впервые он был предложен в 1857г. Войтехом Ястшембовским, который подразумевал науку о труде, основанную на закономерностях естествознания.

Эргономика изучает вопросы оптимального распределения и согласования функций между человеком и машиной, на основании чего проектируется процесс деятельности человека, его функции, обосновываются оптимальные требования к техническим средствам и производственной среде.

Рациональная совместимость возможностей человека и характеристик технических средств, оптимальное распределение функций между элементами системы «человек-машина» существенно повышают ее надежность, эффективность и обуславливают оптимально использование человеком технических средств в соответствии с их назначением.

Для решения указанных задач эргономика использует данные и методы наук, изучающих свойства и возможности человека – физиологии, психологии, социологии и гигиены труда, антропологии, инженерной психологии и др. На их основании разрабатываются эргономические требования и рекомендации к различным видам технических средств, видам деятельности, организации трудового процесса, рабочим местам и производственной среде.

#### **Эргономическая совместимость элементов системы «человек – техническое средство – производственная среда»**

Как следует из ранее сказанного, система «человек – техническое средство - производственная среда» (или «человек-машина») может работать надежно, эффективно и с минимальным риском для здоровья человека при обеспечении информационной, антропометрической, биофизической, энергетической, технико-эстетической и других совместимостей характеристик технического средства, производственной среды с психофизиологическими и другими свойствами и особенностями человека.

**Информационная совместимость** заключается в обеспечении такой информационной модели устройства (машины) – средств отображения информации (СОИ) и сенсомоторных устройств (органы управления), которая отражала бы все нужные характеристики машин в данный момент и позволяла человеку (оператору) безошибочно принимать и перерабатывать информацию, в соответствии с его психофизиологическими характеристиками и возможностями (информационными зонами визуального поля, особенностями внимания, памяти и т.п.).

Информационная модель позволяет человеку анализировать состояние управляемого объекта, принимать решения и осуществлять контроль и управление производственным процессом. Она должна адекватно отражать управляемый объект, состояние самой системы управления, обеспечивать оптимальный объем информации и т.д.

**Средства отображения информации (СОИ)** предназначены для получения человеком сведений о состоянии объекта управления. Эти данные предъявляются человеку в виде количественных и качественных характеристик. В сложных системах средства отображения информации зачастую становятся единственным источником информации об управляемом объекте и производственном процессе, т.к. объекты управления могут быть невидимы, неслышимы и неосязаемы.

Средства отображения информации бывают визуальные (зрительные) и акустические (звуковые).

К визуальным СОИ относятся различные индикаторы (алфавитно-цифровые, знаковые, механические, на электронно-лучевых трубках и др.), используемые для отображения нескольких параметров одного объекта, сигнализаторы, табло и мнемосхемы, которые используются для наглядного отображения функционально-технологической схемы управляемого объекта и информации о его состояниях, достаточной для принятия правильных решений; отображения связи и характера взаимодействия управляемого объекта с другими объектами и внешней средой; сигнализации о нарушениях в работе объекта; быстрого выявления, локализации и способов ликвидации неисправностей.

Звуковые СОИ подразделяются на сигнализаторы речевых звуковых сообщений и системы речевой коммуникации. Звуковые информационные

средства применяются для предупредительных или аварийных сигналов с целью снижения нагрузки на зрительный анализатор человека, а также при неблагоприятных условиях зрительной работы (ограниченная видимость, большая пространственная протяжённость объекта и т.п.). Речевая коммуникация применяется для обеспечения гибкой связи между работающими, когда требуется быстрый двусторонний обмен информацией, то есть в ситуациях, когда есть опасность ошибочного опознания неречевого кода. В качестве звуковых информационных средств используются гудки, звонки, сирены, свистки, зуммеры и пр.

Акустические СОО должны отвечать требованиям, которые исходят из психофизиологических возможностей человека, основных параметров слуховых ощущений (громкости, высоты и длительности звука).

Следует иметь в виду, что временной порог чувствительности слухового анализатора (длительность звукового сигнала), необходимый для возникновения слухового ощущения, так же как и пороги по интенсивности и частоте, не является постоянной величиной.

**Органы управления** предназначены для передачи управляющих воздействий от человека к машине и обеспечивают реализацию принятого решения (введение в действие дополнительных органов объекта управления, ввод и вывод информации на СОО и т.п.).

Органы управления состоят из приводного элемента и исполнительной части. Приводные элементы органов управления являются элементами рабочего места, с которым непосредственно соприкасается оператор, поэтому эргономические требования к ним должны учитывать анатомические, биомеханические и психофизиологические свойства человека.

Органы управления подразделяются на несколько группировок.

По характеру выполнения действий различают три группы органов управления:

–органы управления одномоментного воздействия на систему, требующие движений, включения, выключения или переключения (нажатие кнопки, переключение тумблера, поворот переключателя и т.п.);

–органы управления, требующие повторяющихся движений: вращательных, нажимных, ударных (набор программы, печатание, перемещение рычага и т.п.);

–органы управления, требующие точных дозированных движений (поворотные кнопки радиоэлектронных устройств и т.п.).

По направлению перемещения приводимых элементов органы управления делятся на линейные (кнопки, педали), вращающиеся (поворотные кнопки) и смешанные (рычаги, тумблеры).

В зависимости от участия верхней или нижней конечностей в перемещении приводного элемента органы управления бывают ручные и ножные.

По степени важности и частоте использования органы управления делятся на органы управления постоянного (основного оперативного), периодического и эпизодического действия или на используемые очень часто, часто, редко.

Первая группа используется для анализа и оценки пространственно-компоновочного решения организации рабочего места, вторая – для оценки степени тяжести и напряжённости труда.

По конструктивному исполнению органы управления подразделяются на кнопки и клавиши, рычажные переключатели (тумблеры), поворотные выключатели и переключатели, рычаги, педали, ножные кнопки и др.

Выбор органов управления зависит от характера управляющих действий (включение, переключение, регулирование т.п.); требований к усилиям, точности, диапазону и скорости управляющих движений: рабочего положения тела человека (стоя, сидя, лёжа); характера информации, предъявляемой оператору и вводимой им в машину; места расположения органа управления; размера, структуры и расположения отведенного пространства, типа рабочего места (стационарное, подвижное) и др.

Рекомендуется использовать преимущественно ручные органы управления, т.к. в этом случае можно управлять множеством органов, а при использовании ножных – не более двух органов. Ножные органы управления рекомендуется использовать, когда требуется непрерывное выполнение операции управления при небольшой точности, когда прикладываемое усилие превышает 90Н, или когда руки оператора перегружены другими операциями управления.

Органы управления в виде поворотных выключателей и выключателей, нажимных кнопок, тумблеров рекомендуется применять для операций, требующих незначительных усилий и редко осуществляемых. Нажимные кнопки, клавиши

рекомендуется использовать для выполнения часто повторяющихся операций, не требующих приложения значительных физических усилий.

Органы управления поворотного типа (поворотные кнопки, маховики и т.п.) с большим числом оборотов следует применять в тех случаях, когда требуется высокая точность в широком диапазоне непрерывного регулирования. Органы управления с дискретным регулированием следует использовать, если объектом можно управлять при помощи ограниченного числа дискретных перемещений с небольшой точностью.

Рычажные органы управления рекомендуется применять для выполнения ступенчатых переключений и плавного динамического регулирования одной или двумя руками при средних или больших усилиях.

**Пространственно - антропометрическая совместимость** предполагает необходимость учёта размеров тела человека, его возможности обзора внешнего пространства, определения зоны досягаемости для конечностей и др.

Антропометрические характеристики человека подразделяются на статические и динамические. К статическим характеристикам относятся размеры тела и его отдельных частей – рук, ног, кистей, стоп и т.п. К динамическим – возможные углы поворота отдельных частей тела, зоны досягаемости.

**Биофизическая совместимость** предполагает создание параметров (характеристик) окружающей (производственной) среды – уровней шума, вибрации, освещения, параметров микроклимата и т.п. – соответствующих нормативным документам и обеспечивающих приемлемую работоспособность и нормальное физиологическое состояние оператора.

**Энергетическая (биомеханическая) совместимость** предусматривает согласование прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений ручных и ножных органов управления, биомеханическими возможностями человека и в зависимости от частоты их использования и важности располагаться в соответствующих зонах досягаемости. Усилия на органах управления не должны быть слишком маленькими, чтобы можно было контролировать выполненные действия и не слишком большими, т.к. большие усилия приводят к быстрой усталости и перенапряжению мышц.

**Технико-эстетическая совместимость** заключается в обеспечении удовлетворённости человека от общения с машиной (прибором), от трудового процесса, за счёт изящного исполнения устройства и его дизайна.

## **1.9. Организация рабочего места оператора**

### **1.9.1. Рабочее место и возможные рабочие положения**

Рабочее место оператора в системе человек-машина – это место, оснащённое средствами отображения информации, сенсомоторными устройствами (органами управления) и вспомогательными средствами труда (техническая документация, измерительные приборы и др.), где осуществляется трудовая деятельность.

Рабочее место должно быть приспособлено для конкретного вида труда и для работников определённой квалификации с учётом их антропометрических и психофизиологических характеристик и особенностей. Кроме того, трудовая деятельность оператора должна осуществляться в условиях, отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям.

При конструировании рабочих мест должны быть учтены общие и конкретные эргономические требования к ним и их элементам. При этом должен осуществляться выбор целесообразной рабочей позы (сидя, стоя, сидя-стоя); типов индикаторов и органов управления, их компоновка на панелях и рациональное размещение панелей. Также должен быть обеспечен оптимальный обзор рабочего места, предусмотрено пространство для ног при работе сидя и сидя-стоя и пространство для кратковременного отдыха при работе стоя, пространство для установки средств коммуникации, оргоснастки и складирования рабочих материалов.

Положение тела в процессе трудовой деятельности и рабочая поза человека являются важнейшими факторами, поддерживающими систему взаимодействия нервно-мышечных структур в состоянии готовности и совершению точных двигательных актов. С позой связаны возможности человека совершать многообразные движения. Неудобная поза может отрицательно влиять на точность движений, связанных с выбором сигналов, с выполнением сложных по координации движений, т.е. с надёжностью работы оператора. Нерациональная поза может привести к чрезмерным статическим нагрузкам на

позвоночник, невротическим состояниям и патологическим нарушением со стороны опорно-двигательного аппарата и внутренних органов.

Нормальной рабочей позой считается поза, при которой работнику не требуется наклоняться вперед больше, чем на 10-15 градусов. Наклоны назад и в стороны являются нежелательными. Прямая осанка является основным требованием к рабочей позе. Выбор рабочей позы (сидя, стоя, сидя-стоя) определяется физической тяжестью работы. При усилиях не более 50 Н можно выполнять работу сидя. При усилиях 50-100 Н работа может выполняться с одинаковым физиологическим эффектом как стоя, так и сидя. При усилиях, превышающих 100 Н, рекомендуется работать стоя.

Работа стоя целесообразна при необходимости постоянных передвижений, связанных с наладкой оборудования. Она создаёт максимальные возможности для обзора и свободных движений. Однако при работе стоя повышается нагрузка на мышцы нижних конечностей, повышается напряжение мышц, в связи с высоким расположением центра тяжести, и увеличиваются энергозатраты на 6-10% по сравнению с позой сидя.

Работа в позе сидя более рациональна и менее утомительна, так как уменьшается высота центра тяжести над площадью опоры, повышается устойчивость тела, снижается напряжение мышц, уменьшается нагрузка на сердечно-сосудистую систему. В положении сидя обеспечивается возможность выполнять работу, требующую точности движений. Однако в этом случае могут возникать застойные явления в органах таза, затруднение работы органов кровообращения и дыхания.

Смена позы приводит к перераспределению нагрузки на группы мышц, улучшению условий кровообращения, ограничивает монотонность. Поэтому, где это совместимо с технологией и условиями производства необходимо предусматривать выполнение работ как стоя, так и сидя с тем, чтобы работники по своему усмотрению могли изменять положение тела.

### ***1.9.2 Требования к конструкции и организации рабочих мест***

На формирование рабочей позы в положении сидя влияет высота рабочей поверхности, определяемая расстоянием от пола до горизонтальной поверхности, на которой совершаются трудовые движения. Высоту рабочей поверхности

устанавливают в зависимости от характера, тяжести и точности работ в соответствии с рисунком 1.3.

Форма рабочей поверхности может быть прямоугольной, иметь вырез для корпуса работающего, углубления или другие поверхности для средств оргтехники и т.п.

При организации рабочих мест в положении стоя, например, на технологическом оборудовании, в состав которого входят ПК (станки с программным управлением, роботизированные и технологические комплексы, гибкое автоматизированное производство, диспетчерские пульта управления и др.), следует предусматривать:

- пространство по глубине не менее 850 мм с учетом выступающих частей оборудования для нахождения человека-оператора;
- пространство для стоп, глубиной и высотой не менее 150 мм и шириной не менее 530 мм;
- расположение устройств ввода-вывода информации, обеспечивающие оптимальную видимость экрана;
- легкую досягаемость органов ручного управления в зоне моторного поля: по высоте – 900 – 1300 мм, по глубине – 400 – 500 мм.

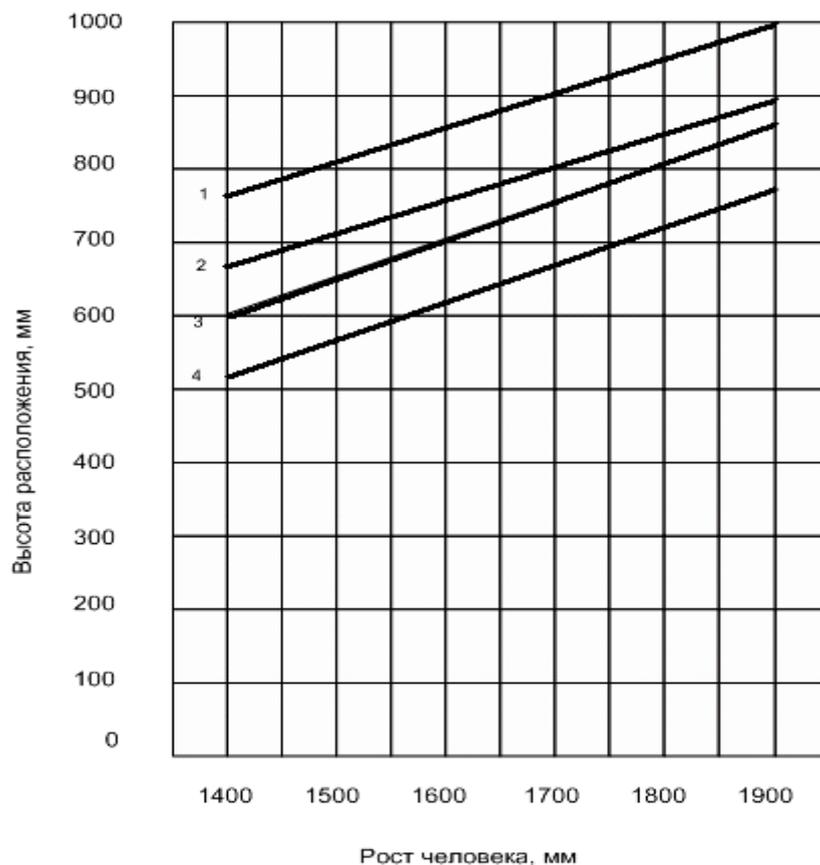


Рис.1.2 Номограмма зависимости высоты рабочей поверхности для разных видов работ, выполняемых в положении сидя, от роста человека: 1 – очень точные работы; 2 – точные работы; 3 – легкие работы, не требующие высокой точности; 4 - работы по набору текстовой информации.

Высота рабочей поверхности для разных видов работ, выполняемых в положении стоя в зависимости от роста человека, указано на номограмме (рисунок 1.3).

Важным элементом рабочего места в положении сидя является кресло оператора. Оно должно соответствовать антропометрическим данным человека. Конструкция рабочего сиденья, предназначенного для длительной работы, должна способствовать поддержанию эргономически целесообразной рабочей позы, не затруднять рабочих движений и при необходимости обеспечивать смену позы.

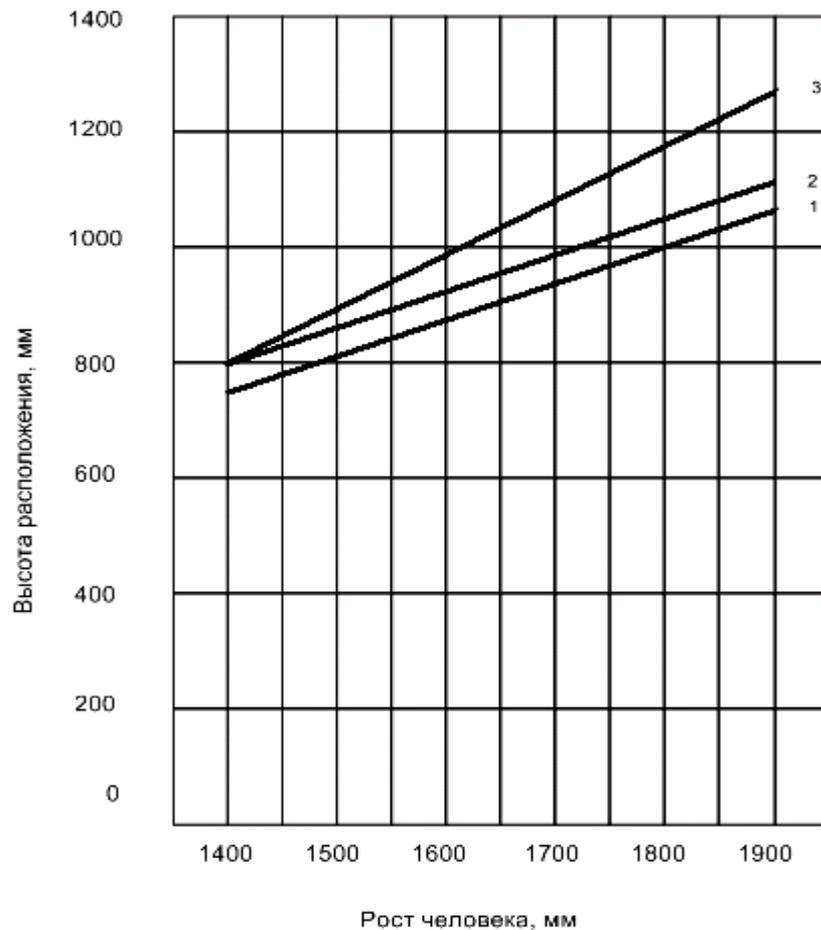


Рис.1.3. Номограмма зависимости высоты рабочей поверхности для разных видов работ, выполняемых в положении стоя, от роста человека: 1 – постоянная работа с ПК при визуальном контроле других технических средств; 2 – преимущественная работа с ПК при одновременном обслуживании других электронных устройств; 3 – эпизодическая работа с ПК при постоянной работе с применением физических усилий.

В конструкции рабочих кресел могут быть предусмотрены следующие регулируемые параметры: высота сиденья (в пределах 350-500 мм), высота спинки (до 540-560 мм), угол наклона спинки (назад на 3-50), глубина сиденья, угол наклона подлокотников, угол наклона подголовника, высота подголовника. Ширина сиденья должна превышать ширину таза оператора на 25%. Пространство рабочего места с размещенными средствами отображения информации, органами управления и другими техническими средствами, в котором осуществляются двигательные действия человека в процессе труда, называется моторным полем. В моторном поле рабочего места оператора выделяют три зоны: зону досягаемости, легкой досягаемости и оптимальную зону. Зона досягаемости ограничивается дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе, зона легкой

достижимости – расслабленными руками при движении их в плечевом суставе, оптимальная зона моторного поля – предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой. Размеры зон моторного поля человека показаны на рисунке 1.4.

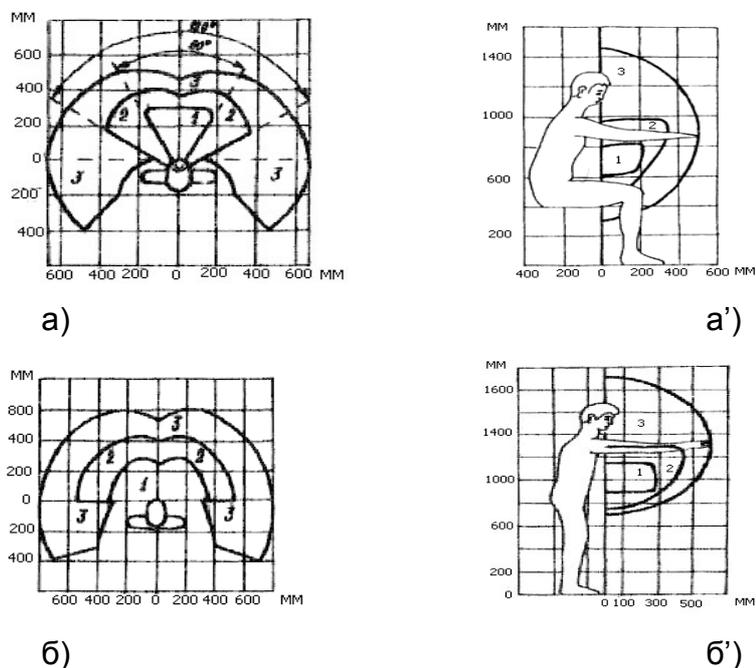


Рис. 1.4. Зоны моторного поля рабочего места оператора (в горизонтальной а и б и вертикальной а' и б') плоскостях): а, а' – при работе оператора в положении сидя; б, б' – при работе оператора в положении стоя; 1 – оптимальная зона моторного поля (для размещения очень часто используемых и наиболее важных ОУ); 2 – зона легкой досягаемости (для размещения часто используемых ОУ); 3 – зона досягаемости (для размещения редко используемых ОУ)

При организации рабочего места необходимо стремиться к обеспечению выполнения всех трудовых операций в зоне досягаемости моторного поля. Если операции совершаются часто (две и более в 1 мин), они должны концентрироваться в зоне легкой досягаемости или оптимальной зоне моторного поля.

Рабочую зону, удобную для действия обеих рук, нужно обязательно совмещать с зоной визуального обзора.

Информационные зоны визуального поля обзора человека определяются полями зрения – полем ясного зрения, полем обзора и т.п., размеры которых выражаются углами зрения (рис. 1.5.).

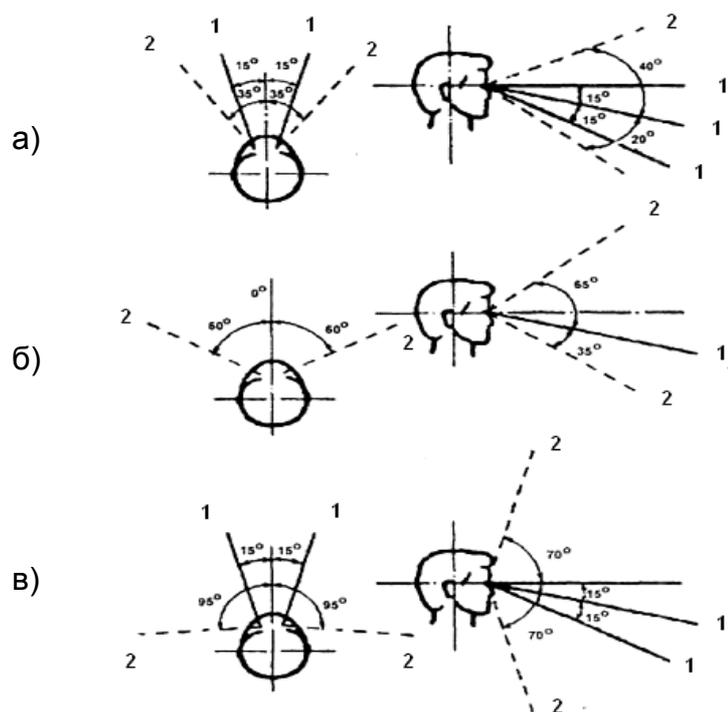


Рис. 1.5. Информационные зоны визуального поля: а – при повороте глаз; б – при повороте головы; в – при повороте головы и глаз; 1 – оптимальные углы обзора; 2 – максимальные углы обзора

Конструкция и организация рабочего места работника должны обеспечивать возможность быстрого и безошибочного восприятия информации, создание удобства пользования органами управления, соответствующих условий для эксплуатации оборудования, его технического обслуживания и ремонта.

Размещение технических средств (дисплеев, пультов ввода данных и документирования, средств связи и т.п.) должно создавать необходимые условия для выполнения простых функций левой (правой для левшей) рукой с целью снижения нагрузок на правую (левую) руку (при работе на пультах, ведении записей, работе с картой и т.п.).

Основным функциональным элементом рабочего места оператора является пульт управления, на котором размещаются средства отображения информации и органы управления. При его конструировании необходимо учитывать следующие требования:

– поверхность пультов управления должна иметь покрытие, обладающее свойством диффузного или направленно-рассеянного отражения светового потока в целях предотвращения бликов в поле зрения оператора;

– пульта управления для работы в положении сидя должны иметь пространство для ног оператора с размерами (не менее), мм: высота – 600; глубина на уровне колен – 400 и на уровне пола – 600, ширина – 500;

– высота пультов при работе в положении сидя не должна превышать 1100 мм от пола для обеспечения возможности обзора пультов управления;

– при необходимости пульта управления должны оборудоваться выдвижными ящиками для хранения документации, а также досками для ведения записей и размещения дополнительных переносных приборов;

– при работе оператора в положении сидя средства отображения информации и органы управления, размещающиеся в пределах 700 – 1500 мм от уровня пола, должны располагаться на фронтальной панели, а в случае их значительного количества – на трапециевидной, многогранной или полукруглой панелях, диаметр которой должен быть не менее 1200 мм;

– средства отображения информации и органы управления должны располагаться на панелях пультов согласно рисункам 1.6а и 1.6б, при этом размеры зон расположения должны соответствовать рекомендуемым, приведенным в табл. 1.1 и табл. 1.2;

– средства отображения информации на панелях пультов должны располагаться так, чтобы отклонения их лицевых поверхностей от нормальной линии взора оператора не превышали 45 градусов как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

Расположение СОИ и ОУ на панелях пульта должно осуществляться с учетом следующих основных факторов: приоритета; группировки в логические блоки; взаимосвязей между органами управления и средствами отображения информации.

а)

б)

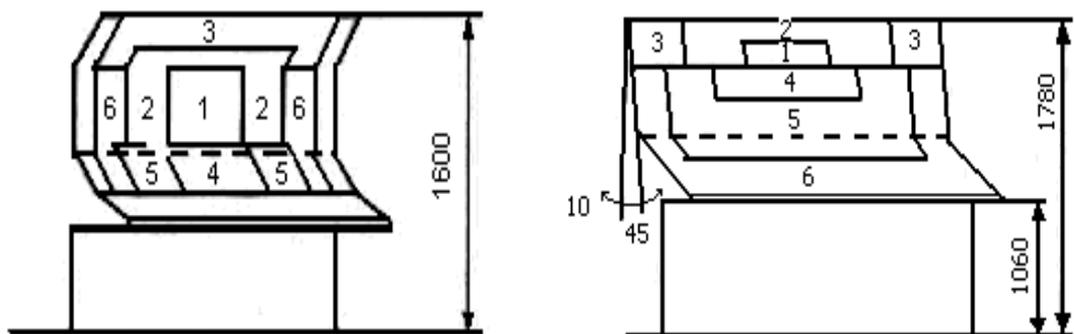


Рис. 1.6. Расположение средств отображения информации и органов управления на панелях пульта управления: а – при работе оператора в положении сидя (1,2,3 – зоны размещения СОИ; 4,5,6 – зоны размещения ОУ); б – при работе оператора в положении стоя (1,2,3 – зоны размещения наиболее важных СОИ и ОУ; 4,5,6 – зоны размещения менее важных СОИ и ОУ)

**Таблица 1.1.**

<i>Зоны размещения средств отображения информации и органов управления при работе оператора в положении сидя (см. рис. 1.6а)</i>			
Номер Зоны	Высота границ зоны над уровнем пола, мм		Ширина зоны, мм
	нижней	верхней	
1	970	1220	380
2	970	1310	1010
3	1212	1600	1520
4	750	970	610
5	750	970	250
6	750	1220	150

**Таблица 1.2.**

<i>Зоны размещения средств отображения информации и органов управления при работе оператора в положении стоя (см. рис. 1.6б)</i>			
Номер Зоны	Высота границ зоны над уровнем пола, мм		Ширина зоны, мм
	нижней	верхней	
1	1320	1630	380
2	1320	1780	1020
3	1130	1780	250
4	1170	1320	610
5	1110	1320	1120
6	1060	1320	1570

Приоритет ОУ или СОИ определяется их назначением и ролью в функционировании системы. При этом выделяются следующие показатели функционирования располагаемого органа или средства:

- частота использования;
- точность и скорость считывания показателей (для СОИ) или установки позиций (для ОУ);

– влияние ошибки считывания или запаздывания при выполнении операций на надежность и безопасность работы системы.

Размещение индикаторов и сенсомоторных устройств (органов управления) на панелях пультов управления осуществляется двумя способами: функциональным, когда индикаторы и органы управления группируются с учетом совместного их использования при выполнении общей задачи или относящиеся к одному компоненту оборудования; последовательным, когда расположение определяется последовательностью использования. Допускается использовать сочетание двух этих способов.

При размещении средств отображения информации и сенсомоторных устройств необходимо учитывать следующие требования:

– важные и наиболее часто используемые средства отображения информации и органы управления должны располагаться в пределах оптимальной зоны, аварийные – в легко доступных местах, но не в оптимальной зоне, второстепенные и периодически используемые не в оптимальных зонах;

– компоновка средств отображения должна обеспечивать обзор и видимость с рабочего места всех индикаторов, возможность легкого опознания любого из них, объединение индикаторов в последовательно используемые или функциональные группы, учет взаимосвязей индикаторов и органов управления;

– при наличии в группе шести (и более) индикаторов, они должны располагаться двумя параллельными вертикальными или горизонтальными рядами, при этом расположение их пятью-шестью горизонтальными и вертикальными рядами не допускается;

– при наличии на панелях более 25-30 индикаторов они должны компоноваться в 2-3 зрительно отличимые группы;

– при размещении органов управления должна быть исключена возможность их случайного переключения, что может быть обеспечено рациональной компоновкой или устройством специальных фиксаторов;

– для обеспечения различимости однотипных органов управления они должны компоноваться в группы, которые выделяются увеличением интервала между группами или установкой в данном интервале органов управления, отличных по виду;

– функционально связанные органы управления и средства отображения информации должны располагаться вблизи друг друга и компоноваться функциональными группами, при этом функциональные группы, используемые для выполнения наиболее важных действий (сигнализации или устранения аварийных ситуаций), целесообразно очерчивать специальными линиями шириной 2-3 мм, хорошо контрастирующими с фоном панели;

– сенсомоторные устройства и функционально связанные с ними рядом расположенные индикаторы должны располагаться так, чтобы сами органы управления или рука при манипуляциях с ними не закрывали индикатора;

– движение органов управления вперед (т.е. от оператора), вверх, вправо или по ходу часовой стрелки (для поворотных органов управления) должно соответствовать увеличению параметра на функционально связанных с ними индикаторах или положению "включено";

– сенсомоторные устройства, которые требуют определенной последовательности действий или которыми манипулируют совместно, должны быть соответствующим образом сгруппированы, чтобы последовательные действия производились в порядке слева направо или сверху вниз;

– при размещении сенсомоторных устройств преимущественным способом кодирования является пространственное группирование полей клавиатур (клавишей и кнопок) по функциональному признаку, кодирование органов управления цветом может приводить к излишнему разнообразию и пестроте на пульте;

– для обеспечения возможности быстрого обнаружения неправильно набранной информации следует применять кнопки с фиксацией нажатия или с подсветом, использовать контрольную (сигнальную) строку (или поле) на экране, отображающем набранную информацию; применять результирующую кнопку (например "Ввод"), формирующую команду на исполнение операции (по всей цепочке нажатий), что позволяет проверять правильность нажатий и осуществлять переход от одной операции к другой под зрительным контролем; использовать хорошо читаемые, не требующие расшифровки надписи на кнопках и панелях;

– при программном контроле ошибочных действий оператор должен получать указание на наличие ошибок при помощи звукового или зрительного сигнала (загорание, мигание сигнальной лампочки или транспаранта); указание на

наличие ошибки и ее характер должно также отображаться в контрольной строке или на специальном участке информационного поля.

Рабочее место оператора должно быть сконструировано с учетом обеспечения необходимых условий для технического обслуживания и ремонта оборудования (осмотра, регулировки, замены блоков и отдельных элементов). Использование испытательных средств, измерительных приборов и инструмента должно осуществляться без затруднений и нарушения техники безопасности.

Организация рабочего места должна обеспечивать условия для предупреждения неправильных действий (ошибок) оператора. С этой целью все основные и аварийные органы управления должны легко опознаваться (зрительно или на ощупь); между органами управления должно иметься свободное пространство, позволяющее легко манипулировать или без задевания соседних органов управления; переключение органов управления дискретного типа должно сопровождаться хорошо слышимым щелчком; органы управления, случайное воздействие на которые недопустимо, должны иметь специальную защиту, снятие которой требует не менее двух движений.

### ***1.9.3 Некоторые эргономические требования к средствам отображения информации и органам управления***

**Алфавитно-цифровые и знаковые индикаторы** должны отвечать следующим требованиям:

- число знаков в цифровых индикаторах не должны превышать 6;
- угловые размеры знаков, имеющих наружные и внутренние детали, должны находиться в пределах 30-40 минут, для знаков, состоящих из одного контура, допускается размер 20 угловых минут;
- индикаторы на электронно-лучевых трубках (ЭЛТ) должны иметь яркость свечения экрана не менее 0,5 кд/м и контраст знаков и фона на экране не менее 3:1;
- знаки, отображенные на экранах ЭЛТ должны иметь следующие параметры: высота – не менее 3,5мм; ширина – 3/4 высоты знака; межзнаковое расстояние – 1/3-1/2 высоты знака; толщина линий – не более 1 мм.

**К механическим визуальным индикаторам** предъявляются следующие требования:

- цена наименьшего деления шкалы должна быть равной двукратному значению основной погрешности прибора;
- числа отсчета не должны содержать более двух цифр, в случае необходимости целесообразно применять общие множители;
- шкалы должны быть равномерными;
- модуль разбиения шкалы и тип числовых отметок должен быть единым для всех шкал многошкальных индикаторов;
- числа отсчета должны проставляться только у основных отметок шкалы;
- расстояние от конца стрелки до линии отметки шкалы не должно превышать 1,6мм и быть меньше 0,4-0,8мм;
- контраст между фоном шкалы и знаками должен быть не ниже 0,6;
- цена деления шкалы должна составлять 1,5 или 10;
- однооборотные шкалы должны иметь разрыв между началом и концом шкалы величиной не менее одного основного деления шкалы;
- на неподвижных круговых или секторных шкалах возрастание значений отображаемого параметра и движение указателя должны идти по часовой стрелке; неподвижных прямолинейных горизонтальных шкалах – слева направо; на неподвижных прямолинейных вертикальных шкалах – снизу вверх;
- оптимальные угловые размеры диаметра шкалы находятся в пределах 2,5-5°;
- для обеспечения максимальной скорости и точности считывания показаний необходимо использовать круглые шкалы, средней – полукруглые и прямолинейные горизонтальные шкалы, минимальной – вертикальные шкалы.

***К комбинированным отсчетным устройствам***, предназначенным для отображения нескольких параметров одного объекта, предъявляются следующие требования:

- число совмещаемых отсчетных устройств в одном комбинированном индикаторе должно быть не более пяти;
- предпочтительнее совмещать разнотипные отсчетные устройства;
- сочетаемые отсчетные устройства должны различаться по взаимной ориентации или минимум по одному из признаков: цвету шкалы, типу применяемого шрифта, написанию наименований, измеряемых параметров.

**Мнемосхемы**, как средства отображения информации, условно показывающие структуру и динамику управляемого объекта и алгоритм управления должны удовлетворять следующим требованиям:

- наиболее существенные для контроля и управления элементы должны быть выделены;
- должно обеспечиваться соответствие между элементами мнемосхемы и органами управления на пульте оператора;
- все информационные элементы мнемосхемы должны однозначно восприниматься оператором;
- соединительные линии на мнемосхеме должны быть сплошными, иметь минимальную длину и простую конфигурацию, а также содержать минимальное число пересечений и параллельных линий;
- предельные углы обзора мнемосхемы не должны превышать 90° в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

**Звуковые информационные средства** должны удовлетворять следующим требованиям:

- не перегружать слуховой анализатор оператора;
- не отвлекать внимание других операторов;
- не мешать речевой связи;
- привлекать внимание оператора при помощи модуляции частоты или звукового давления;
- не утомлять оператора, не оглушать его неожиданным звуковым сигналом;
- уровень звукового давления сигнала должен находиться в пределах 30-100 дБ с обязательным превышением фона на 10-16 дБ;
- частотные характеристики тональных сигналов должны находиться в диапазоне 200-5000 Гц;
- при сигнальных изменениях уровня звукового давления шаг изменений должен быть не менее 3 дБ;
- предельный уровень аварийных сигналов не должен превышать 100 дБ, предупреждающих – 80-90 дБ;
- длительность звучания прерывистых звуковых сигналов и интервалов между ними должна быть не менее 0,2 с;

– частотные характеристики и уровни звукового давления сигналов должны составлять: аварийных сигналов – 800-5000 Гц и 90-100 дБ; предупреждающих – 200-800 Гц и 80-90 дБ; уведомляющих – 200-400 Гц и 30-80 дБ соответственно.

***К графическим средствам отображения информации*** (надписи, табло, транспаранты) предъявляются следующие требования:

– надписи должны располагаться по горизонтали и читаться слева направо, вертикальные надписи (при чтении сверху вниз) допускается использовать лишь для информации, несущественной для эффективности и безопасности работы персонала, или при крайне ограниченном месте;

– надписи не должны затруднять восприятие других видов информации;

– надписи должны, как правило, располагаться выше индикаторов и органов управления, к которым они относятся, нижнее расположение надписей допускается, если обозначаемый элемент находится выше уровня глаз оператора;

– для идентификации функционально сгруппированных элементов надписи должны располагаться под ними, а в случае использования ограничивающей замкнутой линии – вверху по центру в разрыве линии или непосредственно под ней;

– все надписи, за исключением очень длинных, должны выполняться прописными буквами;

– надписи должны быть четкими и контрастными, возможность их стирания или загрязнения должна сводиться к минимуму;

– сокращение надписей должно быть понятным для оператора и не вызывать неоднозначного толкования;

– надписи должны легко читаться на расстоянии зон досягаемости при любом рабочем уровне освещенности;

– при уровне освещенности выше 10 лк рекомендуются черные знаки на светлом фоне, в затемненных помещениях, когда требуется адаптация к темноте, – белые знаки на темном фоне;

– размеры букв и цифр определяются расстоянием наблюдения и уровнем освещенности; при расстоянии 70 см рекомендуется следующая высота знаков, мм: для важных надписей при слабом освещении – 4-8, при достаточном освещении – 3-5, для обычных надписей при любом освещении – 2,5-5;

– ширина букв и цифр должна составлять  $3/5$  их высоты (для широких букв "М", "Ш" и др. –  $4/5$  высоты), толщина обводки –  $1/6$  высоты знака (для темных знаков на светлом фоне) и  $1/7-1/8$  их высоты (для светлых знаков на темном фоне), минимальное расстояние между знаками в слове должно быть равно толщине обводки, минимальное расстояние между словами – ширине одного знака.

### **Требования к органам управления**

При конструировании, выборе типов, определении количества и размещении органов управления на рабочем месте необходимо учитывать следующие эргономические требования:

– выбор органа управления определяется характеристиками управляемого объекта и зависит от типа воздействия, которое человек-оператор должен оказать на объект с учетом конкретных условий среды на рабочем месте;

– конструкции органов управления должны учитывать ранее сформированные стереотипы движений;

– органы управления одинаковыми системами или объектами должны располагаться на пульте соответственно реальному расположению их на объекте по отношению к осям симметрии;

– органы управления, используемые постоянно для выполнения наиболее ответственных операций: изменения режимов и программ работы системы, ликвидации аварийных ситуаций и отказов автоматики, операций слежения и т.д., должны располагаться в зонах легкой досягаемости;

– при использовании в процессе одной операции нескольких органов управления они должны располагаться последовательно слева направо и сверху вниз и соответствовать расположению связанных с ними индикаторов;

– органы управления, расположенные на одном пульте, при одном и том же направлении движения должны давать один и тот же эффект;

– указатель на индикаторе должен перемещаться соответственно движению органа управления;

– необходимо обеспечить максимально легкую возможность опознания органов управления; для аварийных органов управления должна быть предусмотрена возможность не только зрительного, но и тактильного опознания;

– при работе вслепую органы управления должны кодироваться формой или отстоять друг от друга на расстоянии не менее 120 мм;

– органы управления, требующие наибольшей точности или силы, должны проектироваться для работы правой рукой;

– ножные органы управления следует применять лишь в случаях, когда руки перегружены операциями управления или когда для управления требуется приложение больших усилий;

– во всех случаях, когда это возможно, следует отдавать предпочтение органам управления, основанным на дискретном принципе воздействия на систему.

**Кнопки и клавиши** применяются для проведения быстрых операций типа "включено – выключено", требуют при управлении незначительных физических усилий, позволяют человеку осуществлять управляющее воздействие с наибольшей скоростью.

Кнопки имеют прямоугольную или круглую в сечении форму, клавиши – как правило, прямоугольную форму.

При размещении на панели большого числа переключателей и выключателей их приводные элементы необходимо кодировать формой, размером и цветом, применять надписи или символы в непосредственной близости от приводных элементов или на самих элементах.

**Тумблеры** применяются для операций быстрого включения и выключения, они требуют при управлении больших физических усилий, хорошо опознаются, позволяют осуществлять операции с большой скоростью.

Форма приводного элемента (рычажной части) тумблера должна быть конусообразной, параллелепипедной или цилиндрической с расширением в виде шарика или лопатки. Для целей кодирования форму можно видоизменять, не допуская острых граней и кромок.

Расстояние между осевыми линиями приводимых элементов соседних тумблеров должно быть не менее 19 мм.

**Поворотные переключатели и выключатели** применяются для операций включения-выключения, последовательного переключения, плавного непрерывного или ступенчатого регулирования; действия с ними не требуют значительных усилий.

По характеристике взаимодействия руки оператора с приводными элементами поворотных выключателей и переключателей они подразделяются на 4 типа.

I тип – захват приводного элемента осуществляется большим и указательным пальцами;

II тип – захват приводного элемента производится кистью руки;

III и IV типы – захват приводного элемента производится большим, указательным и средним пальцами.

Размеры приводных элементов следует выбирать в зависимости от величины прилагаемых усилий.

При сопротивлениях перемещению свыше 100 Н следует применять приводные элементы типа маховиков и рычагов.

Рабочая поверхность переключателей II, III, IV типов должна иметь удобные для захвата пальцами выемки, насечки или рифления, выполняемые с соблюдением гигиенических требований. Приводные элементы поворотных переключателей ступенчатого действия типов I и II должны иметь указатель (стрелку, точку и т.д.), а также надежное устройство подпружиненной фиксации положения, обеспечивающее быстрое и однозначное определение позиции переключения.

На ручки плавного управления не следует наносить никаких надписей, за исключением случаев использования приводных элементов шкального типа (с лимбом).

Расстояние между краями соседних ручек переключателей при работе пальцами должно составлять не менее 20 мм, при работе кистью – не менее 50 мм, при работе двумя руками – не менее 70 мм.

Шкала переключателя должна быть расположена так, чтобы при манипулировании приводным элементом она не закрывалась рукой. Если управление переключателем осуществляется левой рукой, то деления на шкале и надписи должны располагаться сверху и справа от переключателя, если правой рукой - то сверху и слева от переключателя.

Кодирование переключателей должно осуществляться формой и цветом приводных элементов или надписями, указывающими их функции.

## РАЗДЕЛ 2

# УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА

---

### 2.1 Методы и функции управления

Управление охраной труда представляет собой деятельность государства по обеспечению конституционных прав граждан на здоровые и безопасные условия труда.

В общем виде, механизм управления охраной труда включает в себя методы управления, функции (виды деятельности) и органы управления.

*Методы управления* – это способы воздействия на поведение и деятельность управляемых объектов с целью снижения производственного травматизма, общей и профессиональной заболеваемости путем создания безопасной и безвредной производственной среды.

Основными методами управления являются: административные, экономические и социально-психологические.

*Административные методы* обеспечиваются государственным принуждением принятия трудоохранных мер всеми хозяйственными субъектами. Основными инструментами административного управления являются трудоохранное законодательство, система стандартов и других нормативных правовых актов, а также постановления и руководства, принимаемые государственными органами по охране труда. Административные методы управления предполагают также осуществление руководства организационно-хозяйственными мероприятиями по реализации проводимой государством трудоохранной политики. К таким мероприятиям относятся мониторинг состояния производственной среды на предприятиях и в отраслях, соблюдение трудоохранного законодательства, организация научно-исследовательских работ, обучение, международное сотрудничество и др.

Задача административных органов заключается в оказывании влияния на принятие решений работодателями, побуждая их как к выполнению намеченных

программ в области охраны труда, так и к самостоятельному поиску наиболее эффективных средств по улучшению условий труда.

*Экономические методы* управления в широком смысле объединяют механизмы, создающие материальную заинтересованность работодателей в улучшении условий труда. Экономические методы предполагают использование стоимостных рычагов, к которым можно отнести: компенсационные выплаты за несчастные случаи, травматизм и заболеваемость, связанные с условиями труда; штрафы за нарушение трудового законодательства и риски травмирования; льготное налогообложение, льготное кредитование, субсидирование и др.

Таким образом, в условиях реформирования экономик, перехода к рыночным отношениям степень вмешательства государственных структур в хозяйственную деятельность производителей должна снижаться. В рыночной экономике управление осуществляется в большей степени на уровне производства и сводится к инспектированию условий труда и контролю реализации государственной политики в области охраны труда на местах. В этих условиях ставится задача ввода в действие нового хозяйственного механизма организации производства и благоприятной производственной среды на основе применения преимущественно экономических методов управления в сочетании с правовыми и воспитательными мерами.

*Социально-психологические* – это методы морального стимулирования, которые реализуются посредством мер как поощрительного характера, так и принудительного путем воздействия на нарушителей трудового законодательства.

Управление охраной труда предполагает осуществление целого ряда специфических *функций*, то есть видов деятельности, воздействующих на отношение работодателей к условиям труда.

## **2.2 Современное состояние государственного управления охраной труда в Беларуси**

К настоящему времени в рамках действующей системы государственного управления охраной труда в Республике Беларусь осуществлен комплекс мер, направленных на обеспечение конституционных прав граждан на здоровые и безопасные условия труда.

К этим мерам можно отнести принятие законодательных актов по производственной безопасности, техническому нормированию и стандартизации, сертификации продукции, работ и услуг на соответствие их требованиям безопасности жизнедеятельности человека.

Принята и реализуется Республиканская целевая программа по улучшению условий и охраны труда на 2006 – 2010 годы. Введено обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, направленное на обеспечение более эффективной социальной защиты потерпевших вследствие несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, стимулирование нанимателей к созданию здоровых и безопасных условий труда.

Создана система государственного надзора и контроля и общественного контроля за соблюдением законодательства о труде, образован координационный совет органов государственного надзора и контроля и общественного контроля за соблюдением законодательства о труде и об охране труда при Министерстве труда и социальной защиты.

Государственное управление охраной труда осуществляется на принципах социального партнерства в рамках соглашений на республиканском, отраслевом и местном уровнях.

Проводится работа по переподготовке к повышению квалификации руководителей и специалистов в области охраны труда. Создана система проверки знаний по этим вопросам на всех уровнях управления.

Важным этапом в совершенствовании государственного управления охраной труда стало принятие Президентом РБ Директивы “О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины”. В соответствии с Директивой внесены изменения и дополнения в нормативные правовые акты по вопросам заключения и расторжения контрактов. Показатели состояния трудовой и исполнительной дисциплины, безопасности труда определены в качестве важнейших критериев оценки работы руководителей всех уровней. Директива способствует повышению ответственности субъектов государственного управления, нанимателей, профсоюзов и работников за соблюдением требований охраны труда.

В то же время вследствие неудовлетворительных условий труда, использование морально и физически изношенного оборудования, производственного травматизма и профессиональной заболеваемости общество несет, как отмечалось, значительные социальные и экономические потери.

Развитие рыночных отношений в республике требует дальнейшего совершенствования государственного управления охраной труда и, в первую очередь, внедрения экономических механизмов и методов управления и прогнозирования в этой сфере, а также включение системы управления охраной труда в общую систему управления производством.

### **2.3 Основные принципы и направления государственной политики в области охраны труда в Республике Беларусь**

С учетом основных направлений социально-экономической политики на 2006 – 2010 годы разработана Концепция национальной безопасности Республики Беларусь. Она основывается на положениях Конституции Республики Беларусь, трудового кодекса Республики Беларусь, Конвенции Международной организации труда 155, ратифицированной Законом Республики Беларусь (1999 г.).

Ратификация Конвенции означает признание Республикой Беларусь необходимости разработки на государственном уровне, с учетом международного опыта, национальной политики в области охраны труда и создание необходимых механизмов ее реализации как на национальном уровне, так и на уровне организаций.

Концепция государственного управления охраной труда определяет, что основными принципами государственной политики в области охраны труда являются: обеспечение приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам трудовой деятельности; обеспечение гарантий права работников на охрану труда; установление обязанностей всех субъектов и правоотношений в области охраны труда, полной ответственности нанимателей за обеспечение здоровья и безопасных условий труда; совершенствование правоотношений и управления в этой сфере, включая внедрение экономического механизма обеспечения охраны труда.

К основным направлениям реализации задач государственного управления охраны труда относятся:

- разработка и принятие законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда, технических нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда;
- разработка и реализация целевых программ по улучшению условий и охраны труда;
- создание систем управления охраной труда на всех уровнях, обеспечивающих профилактическую направленность деятельности в этой сфере;
- разработка научно обоснованных методов оценок и прогнозирования рисков гибели и травмирования работников по отраслям и сферам деятельности;
- экономическое стимулирование создания безопасных условий труда, разработки и внедрения безопасных техники и технологий, производстве средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- упорядочение предоставления компенсаций по условиям труда;
- организация научно-исследовательских работ по вопросам безопасности и гигиены труда;
- обучение и повышение квалификации работников по вопросам охраны труда, подготовка специалистов по охране труда;
- обеспечение законных интересов потерпевших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- финансовое обеспечение охраны труда;
- создание условий для социального партнерства в сфере охраны труда, содействие общественному контролю за соблюдением законодательства об охране труда;
- международное сотрудничество в области охраны труда

## **2.4 Органы управления государственной системой охраны труда в Республике Беларусь и их функции**

Государственное управление охраной труда на различных уровнях осуществляется следующими субъектами:

- на республиканском уровне – Правительством Республики Беларусь или уполномоченными им республиканскими органами государственного управления в сфере труда;

- на отраслевом уровне – республиканскими органами государственного управления, иными государственными организациями, подчиненными Правительству Республики Беларусь;

- на территориальном уровне – местными исполнительными и распорядительными органами.

На республиканский орган государственного управления в сфере труда возлагаются следующие функции:

- координация деятельности субъектов социального партнерства по реализации цели, задач и направлений государственного управления охраной труда;

- осуществление надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде в организациях, независимо от организационно-правовых форм;

- осуществление мониторинга состояния условий и охраны труда, внесение предложений Правительству Республики Беларусь по решению проблем, совершенствованию государственного управления охраной труда;

- разработка республиканских целевых программ по улучшению условий и охраны труда, осуществление контроля за ходом их выполнения.

На республиканские органы государственного управления, иные государственные организации, подчиненные правительству Республики Беларусь возлагаются в пределах их компетенции следующие функции:

- анализ причин производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, результатов аттестации рабочих мест по условиям труда, паспортизации санитарно-технического состояния условий и охраны труда, а также оценка уровней рисков гибели и травмирования работников, разработка мероприятий по решению проблем безопасности и гигиены труда, характерных для отрасли;

- разработка и принятие нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, содержащих требования по охране труда;

- разработка отраслевых систем управления охраной труда и обеспечение их функционирования;
- принятие целевых программ по улучшению условий и охраны труда, организация их финансирования и выполнения;
- организация обучения, повышения квалификации и проверки знаний по вопросам охраны труда руководителей и специалистов организаций;
- осуществление контроля за соблюдением требований по охране труда в организациях и др.

В функции местных исполнительных и распорядительных органов входит:

- анализ причин производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, результатов аттестации рабочих мест по условиям труда, паспортизации санитарно-технического состояния условий и охраны труда, оценка уровней рисков гибели и травмирования работников в организациях коммунальной и частной форм собственности, разработка мероприятий по решению проблем безопасности и условий труда;
- подготовка и реализация территориальных целевых программ по улучшению условий и охраны труда, организация финансирования предусмотренных в них мероприятий;
- создание территориальных систем управления охраной труда, содействие внедрению системного подхода к управлению охраной труда в организациях;
- осуществление контроля за соблюдением требований по охране труда в организациях и др.

Конечной целью государственной системы управления охраной труда является снижение социальных и экономических потерь, обусловленных заболеваемостью и травматизмом на производстве.

## **2.5 Система управления охраной труда на предприятии**

Обеспечение здоровых и безопасных условий труда на рабочих местах осуществляется с помощью системы управления охраной труда (СУОТ), представляющей собой подготовку, принятие и реализацию решений,

включающих правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Объектом управления охраной труда на предприятии является деятельность структурных подразделений, функциональных служб и отдельных работников, по обеспечению и здоровых условий труда на рабочих местах, производственных участках и на предприятии в целом.

Органами управления охраной труда являются службы руководителя предприятия (главного инженера, технического директора и т.п.) и руководителей производственных подразделений и служб предприятия.

Организационно-методическую работу по управлению охраной труда, подготовку управленческих решений и контроль за их выполнением осуществляет служба охраны труда (отдел, бюро и т.п.), непосредственно подчиняющаяся руководителю предприятия (главному инженеру, техническому директору и т.п.).

Правовой основой системы управления охраной труда являются законодательство о труде, нормативные правовые акты, технические нормативные правовые акты, содержащие требования по охране труда.

Нормальное функционирование и совершенствование СУОТ возможно при наличии объективной информации о состоянии условий труда на отдельных рабочих местах, участках и предприятии в целом.

Отклонения от требований охраны труда устанавливаются с помощью функции контроля, а устранение причин отклонений является функцией регулирования (управления).

Управление охраной труда на предприятии включает в себя решение задач, позволяющих нанимателю реализовать свои обязанности по обеспечению требований охраны труда в соответствии с законодательством.

## **2.6 Правовое регулирование охраной труда**

### ***2.6.1 Законодательные и нормативные акты***

Правовой основой охраны труда является совокупность государственных мероприятий, закрепленных в правовых нормах (законах и подзаконных актах) и осуществляемых в целях улучшения условий труда и быта людей, сокращения производственного травматизма, общих и профессиональных заболеваний.

Основу современного законодательства в области охраны труда в Республике Беларусь составляют: Конституция Республики Беларусь; Концепция государственной политики Республики Беларусь в области охраны труда; закон «Об охране труда»; Трудовой кодекс и др.

Важнейшим актом в трудовом законодательстве является закон «Об охране труда», вступившим в силу со 2 января 2009г. Если трудовой кодекс устанавливает, в основном, обязанности нанимателя и работника по охране труда, то закон закрепляет обязанности в области охраны труда всех субъектов правоотношений в этой области, включая юридических и физических лиц, предоставляющих работу гражданам по гражданско-правовым договорам и в других случаях, предусмотренных законодательством. В законе определены соответствующие функции и обязанности государственных органов, предпринимателей, трудящихся и других лиц в области охраны труда. В законе расширен (по сравнению с Трудовым кодексом) круг лиц, имеющих право на охрану труда, определены обязанности по обеспечению охраны труда юридических и физических лиц.

В трудовом законодательстве указывается, что государственная политика в области охраны труда Республики Беларусь направлена на обеспечение приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам трудовой деятельности.

Проектирование, строительство и реконструкция производственных зданий и сооружений, разработка и производство средств производства, внедрение новой техники и технологий, в том числе приобретенных за границей, которые не соответствуют требованиям охраны труда, запрещается.

Согласно законодательству, проекты строящихся и реконструируемых предприятий и производств подлежат обязательной экспертизе на соответствие их требованиям охраны труда.

Опытные виды оборудования и технологии подлежат государственным испытаниям на соответствие требованиям охраны труда.

Машины, механизм, технологические линии и другие средства производства не могут быть приняты в эксплуатацию без наличия сертификата (свидетельства) безопасности.

Производство работ и эксплуатация средств производства, использования сырья и материалов, которые не отвечают требованиям охраны труда и создают угрозу жизни и здоровью работников, подлежат приостановке государственными органами надзора и контроля до приведения их в соответствие с требованиями охраны труда.

Ряд положений по охране труда отражен в нормативных документах (нормы, правила, решения и постановления местных органов власти, приказы и инструкции министерств, ведомств) и других подзаконных актах и стандартах.

По сфере действия подзаконные акты, нормы и правила подразделяются на общие (единые), межотраслевые и отраслевые.

Нормы и правила конкретизируют требования безопасности. На их основании нанимателем с участием профсоюзов разрабатываются и утверждаются инструкции по охране труда (технике безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности), обязательные для рабочих и служащих, устанавливающие правила выполнения работ и поведения в производственных помещениях и на промышленных площадках. Работники обязаны также соблюдать установленные требования обращения с машинами и механизмами.

Министерствами, государственными комитетами, ведомствами с участием республиканских органов профсоюзов, а в необходимых случаях и с соответствующими органами государственного надзора могут утверждаться типовые инструкции по охране труда для работников основных профессий.

Систематизированное изложение норм безопасности приводится в Системе стандартов безопасности труда (ССБТ) – комплексе взаимосвязанных стандартов, направленных на упорядочение и повышение технического уровня нормативно-технических документов по обеспечению безопасности. ССБТ представляет собой свод норм и правил в области безопасности труда.

Стандарты безопасности, гигиенические нормы, санитарные нормы и правила устанавливают требования и нормы безопасности и безопасности по видам опасных и вредных производственных факторов, общие требования безопасности к производственному оборудованию, производственным процессам, средствам защиты работающих и методы оценки безопасности труда.

### **2.6.2 Надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде**

Надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде осуществляют:

- специально уполномоченные государственные органы и инспекции, в том числе Государственная инспекция по труду и социальной защите населения;
- местные органы власти, их исполнительные и распорядительные органы;
- министерства, государственные комитеты и ведомства в отношении подчиненных им предприятий, организаций;
- Генеральный прокурор и подчиненные ему прокуроры.

Общественный контроль за соблюдением законодательства о труде имеют право осуществлять профсоюзы. Государственный орган или наниматель обязаны рассмотреть представление профсоюза об устранении нарушений законодательства о труде и в течение месяца уведомить профсоюз о результатах рассмотрения.

Постоянный контроль за соблюдением работниками всех требований инструкций по охране труда возлагается на нанимателя.

Должностные лица, виновные в нарушении законодательства о труде, в невыполнении обязательств по коллективным договорам и соглашениям по охране труда несут дисциплинарную (замечание, выговор, строгий выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность), административную (штрафы), материальную и уголовную ответственность.

### **2.6.3 Обязанности нанимателя в области охраны труда**

Согласно Трудовому кодексу наниматель обязан создавать работникам предприятий, учреждений и организаций здоровые и безопасные условия труда, внедрять новейшие средства и технологии, обеспечивающие соблюдение норм и правил по охране труда.

Требованиям, обеспечивающим здоровые и безопасные условия труда, должны отвечать производственные здания, сооружения, оборудование и технологические процессы.

Эти требования включают рациональное использование территории и производственных помещений, правильную эксплуатацию оборудования и

организацию технологических процессов, защиту работающих от воздействия опасных и вредных факторов в производственных помещениях и на рабочих местах в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами и правилами, устройство санитарно-бытовых помещений.

Ни одно предприятие, цех, участок, производство не может быть принят и введен в эксплуатацию, если на них не обеспечены здоровые и безопасные условия труда и ни один образец новой машины, механизма и другого производственного оборудования не может быть передан в производство, если он не отвечает требованиям охраны труда.

Администрация (наниматель) с участием профсоюзов, а также представителей других органов, обязана своевременно и правильно проводить расследование и учет несчастных случаев на производстве.

На основе материалов расследования и учета несчастных случаев наниматель обязан своевременно принимать необходимые меры для устранения причин, вызывающих несчастные случаи.

Средства и необходимые материалы для проведения мероприятий по охране труда расходовать на другие цели запрещается.

Порядок использования указанных средств и материалов определяется в коллективных договорах или соглашениях по охране труда, которые заключаются администрацией предприятия и профсоюзным комитетом, выступающим от имени трудового коллектива предприятия.

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

Администрация (наниматель) обязана обеспечивать хранение, стирку, дезинфекцию, дегазацию, дезактивацию и ремонт выданных работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты.

На работах, связанных с загрязнением, работникам выдается бесплатно по установленным нормам мыло, моющие средства. На работах с особо вредными условиями работающие должны обеспечиваться лечебно-

профилактическим питанием. Работники горячих цехов должны обеспечиваться газированной соленой водой.

При выполнении работ в холодное время года на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях администрация обязана оборудовать помещения для обогрева и отдыха работников.

Работники, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными или опасными условиями труда, проходят обязательные предварительные при поступлении на работу или периодические (лица в возрасте до 21 года - ежегодные) медицинские осмотры для определения пригодности их к поручаемой работе и предупреждения профессиональных заболеваний.

Работников, нуждающихся по состоянию здоровья в предоставлении более легкой работы, администрация обязана перевести с их согласия, на такую работу с сохранением прежнего среднего заработка в течение двух недель со дня перевода.

Работникам, временно переведенным на нижеоплачиваемую работу в связи с увечьем или иным повреждением здоровья, связанным с работой, наниматели, ответственные за повреждение здоровья, выплачивают разницу между прежним заработком и заработком по новой работе. Такая разница выплачивается до восстановления трудоспособности или установления стойкой утраты трудоспособности либо инвалидности.

Работники, заболевшие на месте работы, перевозятся в лечебные учреждения транспортными средствами или за счет нанимателя.

Наниматели несут материальную ответственность за ущерб, причиненный работникам повреждением здоровья, связанным с исполнением ими своих трудовых обязанностей.

#### ***2.6.4 Инструктаж и обучение по вопросам охраны труда***

По вопросам безопасности должны проводиться следующие виды инструктажей: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой.

Вводный инструктаж проводится для всех вновь поступающих на предприятие рабочих, инженерно-технических работников, служащих, командированных, учащихся для прохождения практики.

Первичный инструктаж проводится непосредственно на рабочем месте для всех принятых рабочих и инженерно-технических работников, а также переведенных из другого участка, с одной работы на другую, с одного вида оборудования на другой (и при временном переводе). О проведении инструктажа делается отметка в контрольном листе с росписью.

Повторный инструктаж проводится один раз в 6 месяцев по программе инструктажа на рабочем месте. О проведении повторного инструктажа инструктирующим делается запись в журнале учета проведения инструктажей с подписями проводившего и получившего инструктаж.

Внеплановый инструктаж проводится в следующих случаях:

- при изменении правил по охране труда;
- изменении технологического процесса;
- замене и модернизации оборудования, средств защиты и т.п.;
- нарушении работниками правил, а также после длительного перерыва в работе.

О проведении внепланового инструктажа делается запись в журнале учета инструктажей с отметкой о причине его проведения и подписании проводившего и получившего инструктаж.

Целевой инструктаж проводится с работниками перед производством работ, на которые оформляется наряд-допуск. Его проведение фиксируют в наряде-допуске. Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ (погрузочно-разгрузочные работы, сельскохозяйственные работы, работы по ликвидации аварий, катастроф и т.п.).

К проведению работ на оборудовании и технологиях повышенной опасности допускается персонал, прошедший специальное обучение и проверку знаний в области безопасности с выдачей удостоверения на право допуска к таким работам и оборудованию.

Руководители и специалисты проходят проверку знаний по охране труда не позднее чем через месяц после поступления на работу или на должность.

Переаттестацию в области безопасности административно-технический персонал проходит не реже одного раза в три года.

### **2.6.5 Экспертиза безопасности оборудования и технологических процессов**

Безопасность производственных процессов в основном определяется безопасностью технологического оборудования, которое должно обеспечивать безопасность работников при монтаже, вводе в эксплуатацию и эксплуатации как в случае автономного использования, так и в составе технологических комплексов при соблюдении требований, предусмотренных эксплуатационной документацией. Все оборудование (машины, технические системы) должны быть травмо-, пожаро- и взрывобезопасными, не являться источником выделения паров, газов, пылей в количествах, превышающих установленные нормы, а генерируемые им вибрации, шумы, ультра- и инфразвук, электромагнитные неионизирующие и ионизирующие излучения не должны превышать допустимые уровни.

Все технические устройства и системы должны иметь органы управления и отображения информации, соответствующую эргономическим требованиям, и быть расположены таким образом, чтобы пользование ими не вызывало повышенной утомляемости, органы управления должны быть в зоне досягаемости оператора, усилия, которые необходимо к ним прилагать, должны соответствовать физическим возможностям человека, рукоятки, штурвалы, педали, кнопки и тумблеры должны быть спрофилированы таким образом, чтобы были максимально удобны в использовании. Число и различимость средств отображения информации должны учитывать возможности оператора по ее восприятию и не приводить к необходимости чрезмерной концентрации внимания.

Система управления оборудованием должна обеспечивать надежное и безопасное ее функционирование и при всех предусмотренных режимах работы оборудования и при всех внешних воздействиях в условиях эксплуатации. Она должна исключать создание опасных ситуаций из-за нарушения работниками последовательности управляющих действий.

Основными требованиями безопасности к технологиям являются:

- устранение непосредственного контакта работников с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими вредное воздействие;
- замена технологических процессов и операций, связанных с возникновением травмоопасных и вредных производственных факторов,

процессами и операциями, при которых указанные факторы отсутствуют или имеют меньшую интенсивность;

- комплексная механизация и автоматизация производства, применение дистанционного управления процессами и операциями при наличии травмоопасных и вредных производственных факторов;

- герметизация оборудования и всего технологического процесса;

- использование системы контроля и управления технологическим процессом, обеспечивающим защиту работников и аварийное отключение технологического оборудования;

- своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов, обеспечение пожаровзрывобезопасности.

Экспертиза безопасности оборудования и техпроцессов должна производиться как на этапе проектирования, так и перед производством и внедрением.

Экспертиза оборудования и техпроцессов, имеющих аналоги, осуществляется на основании расчетной оценки полученных величин с предельно допустимыми значениями. При создании опытных образцов определяется фактическое значение этих факторов. В случае если эти значения превышают допустимые величины, производится доработка оборудования за счет введения соответствующих средств защиты или повышения их эффективности.

### ***2.6.6 Аттестация рабочих мест по условиям труда***

Аттестации рабочих мест по условиям труда подлежат все предприятия, учреждения, организации и другие субъекты хозяйствования независимо от форм собственности. Аттестация осуществляется с целью регулирования отношений между нанимателем и работниками по реализации права на здоровые и безопасные условия труда. Она предусматривает: выявление на рабочих местах вредных и опасных производственных факторов, формирующих неблагоприятные условия труда; установление причин их возникновения; оценку технического и организационного уровня на их соответствие нормативным правовым актам; исследование санитарно-гигиенических факторов производственной среды, сложности и напряжённости трудового процесса; разработку мероприятий по

улучшению условий труда; определение права работника на пенсию по возрасту, установление за счёт средств предприятия доплат, льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда и др.

Результаты аттестации используются при разработке мероприятий по улучшению условий труда, которые могут включаться в коллективный договор или соглашение по охране труда.

### **2.6.7 Расследование и учет несчастных случаев на производстве**

Расследованию подлежат несчастные случаи, произошедшие:

- на территории предприятия (учреждения), т.е. нанимателя, или в ином месте, при условии, что потерпевший совершал там действия в интересах нанимателя;

- при следовании к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном нанимателем;

- на личном транспорте, используемом в интересах нанимателя с его согласия или по его распоряжению (поручению);

- на транспорте общего пользования или ином транспорте, а также при следовании пешком при передвижении между объектами обслуживания либо выполнения поручения нанимателя;

- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха (водитель сменщик, проводник и тому подобное);

- при выполнении работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий;

- при участии в общественных работах безработных граждан, зарегистрированных в государственной службе занятости.

Хронические и острые профессиональные заболевания (отравления) расследуются специалистами системы здравоохранения.

### **Организация расследования несчастного случая**

При несчастном случае на производстве работающие обязаны предпринять меры по предотвращению воздействия травмирующих факторов на потерпевшего, оказать потерпевшему первую помощь, вызвать на место происшествия медицинских работников или обеспечить доставку потерпевшего в

учреждение здравоохранения, сообщить о происшествии руководителю работ (структурного подразделения) или иному должностному лицу. Руководитель работ (структурного подразделения) или иное должностное лицо обязано:

- немедленно организовать оказание первой помощи потерпевшему, вызвать медицинских работников на место происшествия либо доставку потерпевшего в организацию здравоохранения;

- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов и других лиц;

- обеспечить до начала расследования сохранение обстановки, какой она была на момент происшествия несчастного случая, а если это угрожает жизни и здоровью работников, других лиц и может привести к аварии - фиксирование обстановки;

- сообщить нанимателю о произошедшем несчастном случае.

Наниматель, получив сообщение о несчастном случае обязан:

- направить в течение суток в организацию здравоохранения запрос о тяжести травмы потерпевшего;

- информировать о несчастном случае на производстве родственников потерпевшего и профсоюз (иной представительный орган работников);

- обеспечить расследование несчастного случая на производстве и его учет.

Наниматель, у которого произошел несчастный случай с работником другого нанимателя, в течение суток должен сообщить о происшествии нанимателю потерпевшего.

Наниматель обеспечивает лицам, занятым расследованием несчастного случая на производстве (профессионального заболевания) необходимые условия для работы: предоставляет помещение, транспорт, средства связи, специальную одежду, специальную обувь, другие средства индивидуальной защиты; оплачивает расходы, связанные с проведением расследования несчастного случая на производстве или профессионального заболевания; организует оформление и учет несчастного случая на производстве, профессионального заболевания, а также разработку и реализацию мероприятий по их профилактике.

При специальном расследовании группового несчастного случая, несчастного случая со смертельным исходом, несчастного случая с тяжелым

исходом или профессионального заболевания наниматель издает приказ (распоряжение) о выполнении мероприятий по устранению причин несчастного случая, (профессионального заболевания), привлечении к ответственности лиц, допустивших нарушения законодательства о труде и охране труда.

О выполнении мероприятий по устранению причин несчастного случая (профессионального заболевания) наниматель сообщает органам, проводившим специальное расследование.

Контроль за правильным и своевременным расследованием, оформлением и учетом несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также выполнением мероприятий по устранению их причин осуществляют республиканские органы государственного управления и иные государственные организации. Потерпевший или лицо, представляющие интересы потерпевшего, вправе ознакомиться с документами расследования несчастного случая (профессионального заболевания) и получать их копии.

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

Расследование несчастных случаев на производстве (кроме групповых, со смертельным исходом, тяжелым исходом) проводится уполномоченным должностным лицом нанимателя с участием уполномоченного представителя профсоюза (иного представительного органа работников), специалиста по охране труда или другого специалиста, на которого возложены эти обязанности (заместителя руководителя, ответственного за организацию охраны труда). При необходимости для участия в расследовании могут приглашаться соответствующие специалисты иных организаций.

Расследование несчастного случая должно быть проведено в срок не более трех рабочих дней. В указанный срок не включается время, необходимое для проведения экспертиз, получения заключений специализированных органов и других документов.

При расследовании несчастного случая проводится обследование состояния условий труда на месте происшествия несчастного случая.

После завершения расследования уполномоченное должностное лицо нанимателя с участием указанных лиц оформляет акт о несчастном случае на производстве формы Н-1 в трех экземплярах. Если на основании документов

установлено, что несчастный случай произошел при совершении потерпевшим проступка, содержащего признаки уголовно наказуемого деяния либо административного правонарушения, в результате умышленных действий по причинению вреда своему здоровью либо обусловлен исключительно состоянием здоровья потерпевшего, то такой случай оформляется актом о непроизводственном несчастном случае (происшествии) формы НП в трех экземплярах. К несчастным случаям, обусловленным исключительно состоянием здоровья потерпевшего, на основании заключения организации здравоохранения, судебно-медицинской экспертизы могут быть отнесены случаи, вызванные: судорожными расстройствами сознания, острым психическим расстройством (реактивный невроз, стресс, острый психоз) потерпевшего, эпилепсией, инфарктом миокарда, инсультом и другими, внезапно возникшими состояниями, связанными с расстройством координации движения и отсутствием способности контролировать свое поведение.

Решение об оформлении таких случаев (происшествий) актом формы НП принимается в том случае, если в ходе расследования не будут выявлены организационные, технические, санитарно-гигиенические, психофизиологические и иные причины, а также факторы производственной среды и трудового процесса, оказавшие влияние на состояние здоровья потерпевшего.

Акты формы Н-1 или НП с прилагаемыми к одному из экземпляров акта протоколами опросов, объяснениями потерпевшего, свидетелей, должностных лиц, планами, схемами, фотоснимками, медицинскими заключениями и другими документами, характеризующими место, где произошел несчастный случай, с указанием допущенных нарушений требований законодательства о труде и охране труда, нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных актов направляются нанимателю для рассмотрения и утверждения.

Наниматель в течение 2 рабочих дней после окончания расследования обязан рассмотреть документы расследования, утвердить акт формы Н-1 или формы НП и зарегистрировать его в Журнале регистрации несчастных случаев на производстве или в Журнале регистрации непроизводственных случаев.

По одному экземпляру акта формы Н-1 или формы НП в трехдневный срок после их утверждения наниматель направляет потерпевшему или лицу, представляющему его интересы, государственному инспектору труда, специалисту по охране труда или специалисту, на которого возложены его обязанности (заместителю руководителя, ответственного за организацию охраны труда), с документами расследования. Наниматель в этот же срок направляет копии акта формы Н-1 или формы НП руководителю подразделения, где работает либо работал потерпевший, профсоюзу (иному представительному органу работников), органу государственного специализированного надзора, если случай произошел на подконтрольном ему предприятии (объекте), вышестоящей организации (по ее требованию).

Акт формы Н-1 или формы НП с документами расследования хранится в течение 45 лет у нанимателя, у которого взят на учет несчастный случай.

При прекращении деятельности нанимателя акты формы Н-1 или формы НП с документами расследования передаются правопреемнику, а при его отсутствии - в государственный архив для дальнейшего хранения.

Несчастный случай на производстве, который не вызвал у потерпевшего потерю трудоспособности или необходимость перевода на другую (более легкую) работу, учитывается нанимателем в Журнале учета микротравм.

Несчастный случай с работником, направленным нанимателем для выполнения его задания либо для исполнения должностных обязанностей к другому нанимателю, расследуется нанимателем, у которого произошел несчастный случай, с участием уполномоченного представителя нанимателя, направившего работника.

### **Специальное расследование несчастных случаев на производстве**

Специальному расследованию подлежат:

- групповые несчастные случаи, произошедшие одновременно с двумя и более работниками, независимо от тяжести полученных травм;
- несчастные случаи со смертельным исходом;
- несчастные случаи с тяжелым исходом.

Тяжесть производственных травм определяется организациями здравоохранения в соответствии с нормативными правовыми актами Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

О групповом несчастном случае, несчастном случае со смертельным исходом наниматель немедленно сообщает:

- прокуратуре по месту, где произошел несчастный случай;
- территориальному структурному подразделению Департамента государственной инспекции труда;
- профсоюзу (ам) (иному представительному органу работников);
- вышестоящей организации, а при ее отсутствии - местному исполнительному и распорядительному органу, где зарегистрирован наниматель;
- организации, направившей работника к нанимателю;
- территориальному органу государственного специализированного надзора, если несчастный случай произошел в организации (на объекте), подконтрольном этому органу.

О несчастных случаях с тяжелым исходом наниматель информирует указанные органы после получения заключения организации здравоохранения о степени тяжести травмы потерпевшего.

О несчастном случае, при котором погибло два или более работника, главный государственный инспектор труда Республики Беларусь сообщает Правительству Республики Беларусь. Если такой случай произошел в организации (на объекте), подконтрольному органу государственного специализированного надзора, то об этом Правительству Республики Беларусь сообщает также руководитель указанного органа.

Территориальное структурное подразделение Департамента государственной инспекции труда, орган государственного специализированного надзора после получения сообщения о несчастном случае, подлежащем специальному расследованию, направляют своих представителей на место происшествия.

Специальное расследование несчастного случая проводит государственный инспектор труда с участием уполномоченного должностного лица нанимателя, представителя профсоюза (иного представительного органа

работников), вышестоящей организации (местного исполнительного и распорядительного органа).

Специальное расследование группового несчастного случая, при котором погибло два-четыре человека, проводится главным образом государственным инспектором труда области (города Минска) с участием лиц, указанных выше.

Расследование несчастного случая, при котором погибли пять и более человек (если по этому поводу не было специального решения Правительства), проводится главным государственным инспектором труда Республики Беларусь.

Специальное расследование проводится (включая оформление и рассылку документов) в срок не более 10 дней со дня получения сообщения о происшествии. Указанный срок может быть продлен главным государственным инспектором труда области на 10 рабочих дней и более.

По результатам специального расследования государственным инспектором труда составляется и подписывается заключение о несчастном случае. Лица, участвующие в расследовании, удостоверяют свое участие в расследовании подписями на заключении. При несогласии с содержанием заключения указанные лица излагают свое особое мнение по данному вопросу, которое прилагается к документам расследования. В соответствии с заключением, наниматель в течение суток составляет акты формы Н-1 или формы НП на каждого потерпевшего и утверждает их.

Документы специального расследования включают:

- заключение государственного инспектора труда органа государственного специализированного надзора или государственного инспектора труда о несчастном случае с приложением к нему копии актов формы Н-1 или формы НП на каждого потерпевшего;

- протокол осмотра места происшествия несчастного случая;

- планы, схемы (эскизы) и фотоснимки места происшествия;

- протоколы опросов, объяснения потерпевшего, свидетелей, работников, должностных и иных лиц;

- копии выписки документов о прохождении потерпевшим обучения, инструктажей и проверки знания по вопросам охраны труда, медицинских осмотров, получения специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты;

- медицинские заключения о характере и тяжести травмы, причинах смерти потерпевшего, а также о нахождении потерпевшего в состоянии алкогольного или токсического опьянения и др.

### **2.6.8 Методы изучения и анализа причин производственного травматизма**

Основными задачами анализа травматизма являются:

- выявление причин и повторяемости несчастных случаев;
- установление наиболее опасных видов работ;
- определение факторов, влияющих на несчастные случаи и др.

При анализе причин производственного травматизма могут использоваться различные методы, основанные на материалах статистики (собственно статистический, групповой, топографический, экономический и др.), и методы, основанные на результатах технической обследования (лабораторный или технический, монографический и др.).

Статистический метод основан на изучении причин травматизма по актам формы Н-1 за определенный период времени. Этот метод позволяет определить динамику травматизма, выявить закономерности и связи между обстоятельствами и причинами возникновения несчастных случаев.

Для оценки уровня травматизма используются относительные статистические показатели (коэффициенты) частоты, тяжести и коэффициент общего травматизма на предприятии.

Коэффициент частоты травматизма  $K_{\text{ч}}$  определяется числом несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за определенный календарный период (год, квартал):

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000 ,$$

где  $T$  — число несчастных случаев за конкретный период;  $P$  — среднесписочное число работающих.

Коэффициент тяжести травматизма  $K_{\text{т}}$  характеризует среднюю длительность нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай:

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{T} ,$$

где  $D$  - суммарное число дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям.

Коэффициент общего травматизма на предприятии  $K_{общ}$ , характеризующий количество дней нетрудоспособности, которые теряют каждые 1000 работников за отчетный период, рассчитывается по формуле:

$$K_{общ} = K_q \cdot K_m = \frac{D}{P} \cdot 1000$$

*Групповой метод* анализа позволяет распределить несчастные случаи по видам работ, опасным и вредным производственным факторам, сведениям о пострадавших (возраст, пол, стаж работы и т.п.), данным о времени происшествия (месяц, день, смена, час рабочего дня).

*Топографический метод* состоит в изучении причин несчастных случаев по месту их происшествия на предприятии. При этом все несчастные случаи систематически наносятся условными знаками на планы предприятия или цехов (отделов), в результате чего образуется топограмма, на которой наглядно видны рабочие участки и места с повышенной травмоопасностью.

*Экономический метод* заключается в определении потерь, вызванных производственным травматизмом, и в оценке социально-экономической эффективности мероприятий по предупреждению несчастных случаев.

*Монографический метод* изучения травматизма состоит в детальном исследовании всего комплекса условий труда, где произошел несчастный случай, технологического процесса, рабочего места, оборудования, средств защиты и др. При этом широко применяются технические (лабораторные) способы и средства исследования.

Монографический метод позволяет выявить не только истинные причины произошедших несчастных случаев, но и причины, которые могут привести к травматизму, т.е. прогнозировать уровень травматизма на том или ином производстве.

### **2.6.9 Ответственность работников и нанимателя за нарушения законодательства по охране труда**

Работники, виновные в нарушении законодательства о труде, в невыполнении обязательств по коллективным договорам и соглашениям по охране труда могут привлекаться к следующим видам ответственности: дисциплинарной, административной, уголовной, материальной и др.

*Дисциплинарная ответственность* определяется правилами внутреннего трудового распорядка либо коллективным договором или соглашением и заключается в виде следующих мер дисциплинарного взыскания: замечание, выговор, увольнение. Кроме того, независимо от принятых мер дисциплинарного взыскания к виновным могут применяться и такие меры как лишение премий, изменение времени предоставления трудового отпуска и *т.п.*

*Административная ответственность* заключается в наложении штрафов на должностных лиц, виновных в нарушении законодательства о труде. Размер штрафа устанавливается инспекторами органов надзора и контроля (государственной инспекцией труда, Проматомнадзора, Саннадзора, Пожарнадзора, Госинспекцией и др.) в пределах 10 минимальных заработных плат.

К нанимателю могут быть применены и другие санкции. Например, за неиспользование или ненадлежащее использование обязанностей по созданию работниками здоровых и безопасных условий труда по внедрению средств и технологий, обеспечивающих соблюдение санитарно-гигиенических норм по охране труда – штраф в размере от 2 до 6 минимальных заработных плат; за нарушение правил по охране труда, повлекшее причинение телесных повреждений, инвалидность работника или несчастный случай со смертельным исходом – штраф в размере от 6 до 300 минимальных заработных плат и др.

Право применять подобные санкции предоставлено главному государственному инспектору труда, его заместителям, начальникам управлений и отделов Департамента государственной инспекции *труда*.

*Уголовная ответственность* может быть применена к лицам, совершившим преступления в области охраны труда, в виде следующих наказаний: штраф (от 90 до 1000 минимальных заработных плат), лишение права занимать определённые должности или заниматься определённой деятельностью, исправительные работы, арест, ограничение свободы и её лишение.

*Материальная ответственность* работников за ущерб, причинённый нанимателю, может быть применим при наличии следующих условий: ущерба, причинённого нанимателю при использовании трудовых обязанностей; противоправности поведения работника; прямой причинной связи между

противоправным поведением работника и возникшим у нанимателя ущербом; вины работника в причинении ущерба.

Работник, причинивший ущерб, может добровольно возместить его полностью или частично.

Так как материальная ответственность является не наказанием, а возмещением ущерба, то не исключается возможность одновременного привлечения к дисциплинарной, административной или уголовной ответственности.

Наниматель несёт ответственность за вред, причинённый работникам увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанным с исполнением ими своих трудовых обязанностей и произошедшими как на территории нанимателя, так и за её пределами, а так же во время следования работника к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном нанимателем.

Наниматель, ответственный за причинение вреда, обязан компенсировать сверх возмещения утраченного заработка дополнительные расходы, вызванные трудовым увечьем. Дополнительными, в частности, являются расходы на дополнительное питание, приобретение лекарств, протезирование, уход за потерпевшим, санитарно-курортное лечение, приобретение специальных транспортных средств и т.п.

## **2.7 Экономический механизм управления охраной труда**

Экономический механизм управления охраной труда представляет собой совокупность различных принципов, методов и средств материального стимулирования работодателей в создании безопасных и безвредных условий труда, повышении культуры производственной среды. Состав экономического механизма обеспечения достойных условий труда на производстве предусматривает методы как позитивной, так и негативной мотивации, в том числе планирование и финансирование трудоохранных мероприятий, взимание налога, возмещение ущерба работникам, предоставление льгот и компенсаций в зависимости от состояния производственной среды и др.

Целью экономических методов управления безопасностью и гигиеной труда является создание материальной заинтересованности организаторов

производства, нанимателей в оптимизации производственной среды, сокращении производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

В условиях развития рыночной модели хозяйствования главным элементом экономического механизма обеспечения благоприятных условий труда должно стать ценовое или налоговое регулирование, включающее в себя поощрительные меры в виде льготного налогообложения, льготного кредитования и субсидирования трудоохранных проектов, дотаций на приобретение более безопасного технического оборудования, безвредных технологий, премирования по результатам трудоохранной деятельности и др. В качестве мер принудительного характера могут использоваться штрафы за несоблюдение требований законодательства по охране труда, выплаты в виде возмещения нанесенного ущерба пострадавшим в результате несчастных случаев, льготы и компенсации за работу в неблагоприятных условиях труда и др.

В настоящее время в индустриально развитых странах с устойчивой рыночной экономикой применяются два вида экономических методов управления охраной труда: налоговое регулирование и рыночные механизмы.

Одним из последних нововведений является налог на травмы, хотя эта система была предложена Эдвином Чадуиком более полутора столетия тому назад. Налог на травмы многими экономистами рассматривается как самый прямой подход к созданию эффективного стимулирования, так как система штрафов не ограничивается рамками страхования, которое обеспечивает компенсационные выплаты работникам. Денежные средства, получаемые в результате этих налогов могут использоваться для выплат работникам или для финансирования исследований и управления в области охраны труда.

Однако зачастую предписанные штрафы намного ниже полной стоимости последствий травмирования. Кроме того, налоги и штрафы обычно более регулярно используют в случаях с травмами из-за проблемы их идентификации и определения причинной связи их с производством. Существенным недостатком этого подхода является и то, что системы штрафов вводятся в действие после получения работниками травм, а не до того, когда следует принимать превентивные (предупредительные) меры.

Первая система, включающая в себя страхование и регулирование, была разработана в Германии. Эта система обеспечивает субсидирование разработок,

направленных на обеспечение охраны труда. Товарищества социального страхования помогают предприятиям внедрять такие технологии и поощряют их, устанавливая более низкие тарифы страховых взносов при инвестировании средств в охрану труда или претворение в жизнь изобретений, снижающих профессиональные риски ниже уровня требуемого законодательством.

Важнейшую роль в экономическом стимулировании улучшения условий труда может играть государство как заказчик производства. Это может использоваться для установления более высоких норм и стандартов в области охраны труда. Для оказания помощи предприятиям, желающим улучшить свои трудовые показатели ради получения государственных контрактов, им может быть оказана финансовая поддержка со стороны государства.

### ***2.7.1 Трудоохранные затраты***

Все затраты на охрану труда или трудовые издержки по их экономической сущности можно подразделить на издержки предотвращения (предзатраты) и издержки, включающие прямые материальные потери, то есть затраты на ликвидацию, нейтрализацию и компенсацию уже допущенных нарушений в области охраны труда (постзатраты).

К предзатратам относятся затраты на мероприятия, по улучшению гигиены труда и повышению производственной безопасности (например, за счет совершенствования технологий, внедрения более безопасного оборудования и т.п.). К предзатратам также относятся расходы на обучение, повышение квалификации и переподготовку кадров по вопросам охраны труда, на научно-исследовательскую работу, разработку и внедрение новых технологий, на разработку правовых, нормативно-методических документов и др.

Экономическим результатом предзатрат является снижение льготных и компенсационных выплат, связанных с неблагоприятными условиями труда. Вместе с тем предзатраты вызывают отрицательные экономические последствия, так как отвлекают значительную часть финансовых средств и увеличивают себестоимость продукции. Поэтому представляется важным установление экономически обоснованного уровня предзатрат.

Постзатраты определяются величиной экономического ущерба, включающего прямые потери на: ликвидацию, нейтрализацию и компенсацию уже допущенных нарушений законодательства об охране труда и требований

нормативной документации по гигиене труда: ликвидацию негативных последствий несчастного случая; оплату льгот и компенсаций работникам, пострадавшим из-за несчастного случая и др.

По времени реализации различаются две категории затрат на улучшение условий труда и повышение его безопасности: капитальные и текущие, то есть инвестиции в основной капитал и эксплуатационные издержки.

К капитальным вложениям относятся затраты на создание новых, реконструкцию и модернизацию действующих основных фондов для улучшения условий и охраны труда, а также совершенствование технологий и др.

Создание основных фондов, трудоохранного назначения влечет за собой необходимость текущих затрат, используемых в процессе эксплуатации капитальных фондов.

К текущим затратам относятся расходы на содержание и обслуживание основных фондов, на оплату услуг, капитальный и текущий ремонты, энергетические отчисления и др.

При определении доли капитальных вложений и текущих расходов всегда возникают определенные трудности, особенно если осуществляемые мероприятия имеют многоцелевую направленность.

Затраты на мероприятия по охране труда с примерно равными значениями годовых эксплуатационных расходов и капитальных вложений по годам расчетного периода принято оценивать в виде приведенных затрат:

$$Z = C + E_H \cdot K,$$

где  $C$  – эксплуатационные расходы на мероприятия, руб./год;  $K$  – капитальные вложения, руб.;  $E_H$  – нормативный коэффициент сравнительной эффективности

капитальных вложений, ( $E_H = \frac{1}{T}$ , где  $T$  - срок окупаемости капитальных вложений). Величина нормативного коэффициента эффективности характеризует нижнюю границу эффективности капитальных вложений. В соответствии с “Типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений” (1986) нормативный коэффициент сравнительной эффективности для народного хозяйства в целом установлен равным 0,12, при  $T = 8,3$  года. Нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности для

мероприятий по охране труда установлен равным 0,08. Этим стимулируется внедрение крупных мероприятий, направленных на коренное улучшение условий труда.

При осуществлении долговременных мероприятий с изменяющимися во времени размерами эксплуатационных расходов и капитальных вложений суммарные затраты определяются с учетом фактора времени по выражению:

$$Z_{\text{сум}} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t + C_t}{(1 + E_{\text{ин}})^{(t-t_0)}},$$

где  $K_t$  – капитальные вложения в мероприятия в  $t$ -году, руб.;  $C_t$  – годовые текущие расходы в  $t$ -м году, руб.;  $E_{\text{ин}}$  – нормативный коэффициент приведения разновременных затрат, равный 0,1;  $t_0$  – базовый момент времени, к которому приводятся затраты  $t$ -го года (в качестве базового момента времени принимается либо начало, либо окончание соответствующего планового периода (год, пять лет), в котором будут осуществляться данные мероприятия по всем сравниваемым вариантам);  $t_0, T$  – соответственно год начала и год окончания планового периода.

### **2.7.2 Экономическая и социальная эффективность трудоохранных затрат**

*Экономическая эффективность* затрат на охрану труда означает их результативность, то есть соотношение затрат на трудоохранные мероприятия и полученный *экономический эффект* от этих мероприятий.

В общем случае, полученная экономия материальных средств  $\mathcal{E}_0$  определяется как разница потерь из-за условий труда до проведения мероприятий  $\Pi_{T1}$  и потерь после внедрения мероприятий спустя один год  $\Pi_{T2}$ , то есть:

$$\mathcal{E}_0 = \Pi_{T1} - \Pi_{T2}$$

Для оценки фактической эффективности мероприятий по охране труда, при планировании работ для обеспечения нормативных условий труда и экономического стимулирования сверхнормативного улучшения условий труда необходимо определение общей или *абсолютной эффективности трудоохранных затрат*.

Общую экономическую эффективность затрат трудоохранного характера можно рассчитать как отношение объема полного экономического эффекта к сумме вызвавших этот эффект совокупных (приведенных) затрат:

$$\mathcal{E}_z = \frac{\mathcal{E}}{C + E_H \cdot K},$$

где  $\mathcal{E}_z$  – общая эффективность затрат на улучшение условий труда;  $\mathcal{E}$  – полный годовой эффект;  $C$  – текущие затраты;  $K$  – капитальные вложения, определившие эффект;  $E_H$  – норматив эффективности капитальных вложений;

Экономический эффект  $\mathcal{E}$ , или результат трудоохранных затрат, представляет собой предотвращенный экономический ущерб и дополнительный доход от улучшения производственной деятельности в улучшенной производственной среде:

$$\mathcal{E} = \Pi + \mathcal{D},$$

где  $\Pi$  – величина годового предотвращенного экономического ущерба от плохих условий труда;  $\mathcal{D}$  – годовой прирост дохода от улучшения производственных результатов;

Величина годового предотвращенного экономического ущерба от плохих условий труда определяется по формуле:

$$\Pi = Y_1 - Y_2,$$

где  $Y_1, Y_2$  – величины ущерба до проведения трудоохранных мероприятий и остаточного ущерба после осуществления мероприятий соответственно.

Годовой прирост дохода  $\mathcal{D}$  от улучшения производственных результатов может быть определен по формуле:

$$\mathcal{D} = \sum_{j=1}^u q_j \cdot z_j - \sum_{i=1}^m q_i \cdot z_i,$$

где  $q_i, q_j$  – количество продукции  $i$  -,  $j$  -го видов, полученных соответственно до и после улучшения условий труда;  $z_i, z_j$  – оценка единицы  $i$  -,  $j$  -й продукции.

Если же требуется определить эффективность капитальных вложений  $\mathcal{E}_k$  в трудоохранные мероприятия, дающие ежегодный экономический эффект  $\mathcal{E}_r$ , из этого эффекта нужно вычесть годовые (текущие) затраты  $C$ , необходимые для содержания и обслуживания трудоохранных объектов, и полученную разность отнести к величине капиталовложений:

$$\mathcal{E}_K = \frac{\mathcal{E}_r - C}{K}$$

Полученный в ходе расчетов показатель, коэффициент эффективности затрат сравнивается с нормативным показателем ( $E_H = 0,08$ ). Если  $\mathcal{E}_K > E_H$ , то капитальные вложения можно считать эффективными.

Величина обратная показателю эффективности и характеризующая срок окупаемости капитальных вложений, вычисляется по формуле:

$$T = \frac{K}{\mathcal{E}_r - C} = \frac{1}{\mathcal{E}_K}$$

Полученный срок окупаемости капитальных вложений следует сопоставить с нормативным ( $T_H = 12,5$  лет). Если он меньше нормативного, то капитальные вложения считаются эффективными.

*Социальная эффективность* – это та часть экономической эффективности, которая отражает экономический эффект затрат, связанных с нормализацией условий труда.

Социальная эффективность  $\mathcal{E}_C$  также как и общая экономическая эффективность может быть определена отношением годового социального эффекта  $\mathcal{E}$  к совокупным трудоохранным затратам:

$$\mathcal{E}_C = \frac{\mathcal{E}}{C + E_H \cdot K},$$

где  $C$  – текущие затраты;  $K$  – капитальные вложения, определившие эффект;  $E_H$  – норматив эффективности капитальных вложений ( $E_H = 0,08$ );

Хотя социальный эффект непосредственно не имеет стоимостной формы, вместе с тем улучшение условий труда сопровождается целым рядом экономических результатов: экономией затрат на социальное страхование, сокращение потерь продукции за дни не выхода на работу по болезни, повышение производительности труда и т.п.

Таким образом, в общем виде социальный эффект  $\mathcal{E}$  может быть определен через экономические показатели:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{с.с.} + \mathcal{E}_{з.л.} + \mathcal{E}_{ч.л.} + \mathcal{E}_{п.т.},$$

где  $\mathcal{E}_{с.с.}$  – эффект от сокращения выплат из фонда социального страхования (по больничным листам);  $\mathcal{E}_{з.л.}$  – эффект от сокращения затрат на лечение;  $\mathcal{E}_{ч.л.}$  –

эффект от сокращения потерь чистой продукции вследствие профессиональной заболеваемости работников;  $\mathcal{E}_{п.т.}$  – эффект от повышения производительности труда вследствие улучшения гигиены и повышения безопасности труда;

Эффект от сокращения выплат социального страхования определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{с.с.} = B \cdot B_n \cdot (P_1 - P_2),$$

где  $B$  – количество больных;  $B_n$  – средний размер пособия (оплата больничных) на одного заболевшего;  $P_2$  и  $P_1$  – количество человеко-дней работы на одного работника до и после проведения трудоохранных мероприятий соответственно;

Эффект от сокращения затрат на лечение работников рассчитывается следующим образом:

$$\mathcal{E}_{з.л.} = B_a \cdot D_a \cdot Z_a + B_c \cdot D_c \cdot Z_c,$$

где  $B_a, B_c$  – число больных, лечившихся соответственно амбулаторно и в стационаре от заболеваний, обусловленных условиями труда;  $D_a, D_c$  – среднее количество дней лечения одного больного в поликлинике и стационаре;  $Z_a, Z_c$  – средние затраты на лечение одного больного соответственно в поликлинике и стационаре;

Эффект от сокращения потерь чистой прибыли в результате заболеваемости вследствие неблагоприятных условий труда определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ч.п.} = B \cdot P_q \cdot (P_1 - P_2),$$

где  $P_q$  – чистая продукция на один человеко-день работы;

Эффект от роста производительности труда вследствие повышения культуры и безопасности труда рассчитывается по приросту чистой продукции:

$$D = \sum_{j=1}^u q_j \cdot z_j - \sum_{i=1}^m q_i \cdot z_i,$$

где  $q_i, q_j$  – количество продукции  $i$  -,  $j$  -го видов, получаемых соответственно до и после осуществления мероприятий по улучшению условий труда;  $z_i, z_j$  – оценка единицы  $i$  -,  $j$  -й продукции.

Социальные эффекты и показатели социальной эффективности используются в качестве дополнительных к показателям экономического эффекта и эффективности.

Опыт зарубежных стран показывает, что расходы на производственную среду не только социально оправданы, но и экономически эффективны. Кроме того, ценность трудоохранных инвестиций, как правило, значительно выше, чем предполагается изначально, и не только в связи со скрытой и долгосрочной выгодой для здоровья и благосостояния работников, но и в связи тем, что использование различных новшеств позволяет одновременно повышать качество продукции, сокращать отходы и улучшать условия труда. В целом, это является важным компонентом процесса экономического развития.

### ***2.7.3 Экономическое стимулирование мероприятий по улучшению охраны и гигиены труда***

Как отмечалось, ключевым моментом совершенствования системы охраны труда в условиях рыночной экономики является создание экономического механизма взаимодействия государства, работодателя и работника. Важнейшим из них является механизм экономического стимулирования работодателей в создании достойных условий труда.

Экономические стимулы являются неотъемлемой частью комплекса мер, связанного с предупреждением производственного травматизма, заболеваемости работающих, улучшением производственной среды.

Применяемые в настоящее время модели экономического стимулирования условий труда направлены на идентификацию профессиональных рисков и на определение усилий по их снижению. Основными элементами модели экономического стимулирования условий труда являются:

- сокращение страхового взноса в системе обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве, особенно благодаря усилиям по снижению производственных рисков по сравнению с уровнями, установленными нормативными актами;
- установление полноразмерного взноса в зависимости от максимального совокупного риска (а не по среднему риску);

- возможность создания полномасштабных взносов за мероприятия различного характера по улучшению производственной среды.

### **Принципы и инструменты экономического стимулирования**

Снижение себестоимости выпускаемой продукции на предприятии может быть получено разными путями, в том числе за счёт сокращения налогов, разных типов субсидий, воздействия на наличный капитал, сокращения размеров страховых взносов, помощи в области маркетинга и др. Каждый из этих инструментов может быть использован и в негативном плане, т.е. в виде повышения налогов, размеров страховых взносов и т.д.

Одним из наиболее широко распространённых на западе видов стимулирования мероприятий по охране и гигиене труда является финансирование (например, в виде налоговой скидки) государством (правительством) приобретения предприятием более безопасного технологического оборудования, а также машин и агрегатов, которые могут обеспечить лучшие условия труда. В настоящее время в Европейском союзе существует множество различных систем налоговых скидок.

Наличие средств (капитала) для трудоохранных инвестиций может быть проблемой для большинства малых и средних предприятий. Поэтому в подобных случаях может применяться система предоставления кредитов без или с ограниченной гарантией (“рисковый капитал”) предприятиям, которые стремятся добиваться улучшения условий труда и обеспечения требований трудоохранного законодательства. Эта система может быть связана с прямыми субсидиями, выдаваемыми под проценты. Если в результате принятых мер с использованием кредитов, были достигнуты заранее намеченные положительные результаты, то кредит может быть преобразован в грант, т.е. получить форму безвозвратного.

Дифференцирование размеров страхового взноса в настоящее время применяется широко, хотя и не даёт высокого результата, поскольку связано с результатами внедрения мероприятий по улучшению охраны труда, к тому же страховые компании не в состоянии предложить значительных сокращений взносов в качестве экономических стимулов.

Дифференцирование размеров страхового взноса при добровольном и обязательном страховании может быть показано на следующем примере:

- *Добровольное страхование.* Если страхование от несчастных случаев на производстве добровольное, то страховые компании могут изменять размеры выплачиваемых страховых премий по своему усмотрению. Если на рынке добровольного страхования существует конкуренция, то размеры выплачиваемых премий могут стать предметом конкуренции.

- *Обязательное страхование.* Дифференцирование получаемых взносов может осуществляться в зависимости от числа и тяжести несчастных случаев. Если в стране насчитываются десятки страховых агентств, то используемые ими методы отличаются. В случае наличия в стране одной страховой компании, работающей в области улучшения условий труда, то размеры взносов зависят от показателей предприятий в этой сфере (например, коэффициентов частоты и тяжести). Такая система ставит в неравное положение мелкие и средние предприятия по сравнению с крупными.

При наличии в стране одного страховщика все претензии по страхованию (изменение размеров взносов) проходят через него, что облегчает рассмотрение всех возникающих проблем. В случае, когда в стране действует несколько страховщиков, да ещё в разных отраслях хозяйства, то приходится создавать специальные фонды, которые помогают регулировать размеры и порядок выплат.

Самой мягкой формой воздействия на условия труда и их улучшение может считаться помощь государства в области маркетинга. Точно так же, как существуют знаки качества для товаров, поступающих на рынок, так же можно сертифицировать и соответствующим образом помечать товары, отвечающие требованиям безопасности и охраны труда.

Эффективность организационных мер в области улучшения охраны и гигиены труда оценить весьма сложно, т.к. не известно как она зависит от затрачиваемых на это средств. Не всегда, например, увеличение штата специалистов по охране труда приводит к ожидаемой эффективности. Более высокий уровень эффективности охраны труда может быть достигнут в результате соответствующей организацией производственного процесса, т.е. процесса труда. Например, организация чередования выполняемых работ может благотворно сказаться на сокращении болезней, количестве невыходов на работу по болезни и рисков получения травм. На производствах, где уменьшается монотонность труда благодаря ротации людей на рабочем месте и изменению

режима труда, добиваются заметного улучшения условий труда, а работодатель получает право на сокращение страховых взносов.

Наряду с техническими и организационными мероприятиями важнейшее значение имеет обучение персонала в области охраны труда, что также может поощряться с помощью экономических стимулов (сокращение страховых взносов, уменьшение процентов на выдаваемые кредиты и т.п.). Таким образом, экономические стимулы могут быть эффективно использованы в рамках обязательной системы страхования от несчастных случаев на производстве. При этом средства для предоставления экономических стимулов формируются за счёт сбора страховых взносов, которые взимаются на основе оценки рисков травмирования и заболеваемости на предприятиях.

#### ***2.7.4 Планирование и финансирование мероприятий по охране труда***

Согласно “Положению о планировании и разработке мероприятий по охране труда” (2000г.), технические, санитарно-гигиенические, организационные и другие мероприятия по охране труда, направленные на обеспечение требований безопасности и гигиены труда, доведение санитарно-бытового обеспечения работников до установленных норм, осуществляемые нанимателем в плановом порядке, включаются в “План мероприятий по охране труда” (приложение к коллективному договору). При отсутствии коллективного договора названный план разрабатывается в соответствии с указанным Положением, согласовывается с профсоюзами или иным представительным органом работников и утверждается нанимателем или уполномоченным им представителем.

Планируемые мероприятия предусматривают решение следующих основных задач: снижение рисков травмирования и заболеваемости работников; сокращение численности работников, занятых в опасных и вредных условиях труда, тяжёлыми физическими работами; доведение обеспеченности работников санитарно-бытовыми помещениями до установленных норм, оснащение их необходимыми устройствами и средствами; обеспечение в установленном порядке обучения, инструктажа и проверки знаний работников по вопросам охраны труда; внедрение передового опыта и научных разработок по охране труда и др.

Планирование работ по охране труда может быть перспективным (на несколько лет), текущим (годовым) и оперативным (квартальным, месячным и т.п.).

Перспективные и текущие планы составляются с учетом результатов анализа санитарно-технического состояния условий труда на предприятии, анализа причин производственного травматизма, общей и профессиональной заболеваемости, предложений работников предприятия, профсоюзов, органов надзора и т.п.

Для быстрого устранения недостатков, выявленных в процессе инспектирования, разрабатываются оперативные планы работ по охране труда.

Финансирование мероприятий осуществляется организациями за счёт средств, затраты по которым относятся на себестоимость продукции (работ, услуг), если мероприятия носят некапитальный характер и непосредственно связаны с участием работников в производственном процессе; сметы расходов организаций, финансируемых из бюджета, если мероприятия одновременно с капитальным ремонтом основных средств; банковского кредита, если мероприятия входят в комплекс кредитуемых банком затрат по внедрению новой техники или расширению производства; инвестиций в основной капитал, включая фонд накопления, если мероприятия являются капитальными; средств из фонда предупредительных мероприятий по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и др.

## РАЗДЕЛ 3

# ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА

---

---

Производственная санитария – это система организационных мероприятий, технических методов и средств, предотвращающих или уменьшающих воздействия на работающих вредных производственных факторов с целью снижения риска профессиональной заболеваемости.

Производственная санитария включает в себя очистку воздуха в рабочей зоне от вредных веществ, обеспечение оптимальных и допустимых параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха), ионизацию воздушной среды, организацию рационального освещения и вентиляции на рабочих местах, защиту от различного вида излучений и др.

Гигиена труда представляет собой область медицины, изучающей трудовую деятельность человека и производственную среду с точки зрения их влияния на организм работающих, разрабатывающей меры и гигиенические нормативы, направленные на оздоровление условий труда и предупреждение профессиональных заболеваний. Задачей гигиены труда является определение предельно допустимых уровней вредных производственных факторов, классификация условий трудовой деятельности, оценка тяжести и напряженности трудового процесса, рациональная организация режима труда и отдыха, изучение психофизиологических аспектов трудовой деятельности, организация рабочих мест и др.

### **3.1 Оздоровление воздушной среды**

#### ***3.1.1 Газовый состав воздушной среды и его изменение в результате техногенного воздействия***

Воздушная среда, в которой осуществляется производственная деятельность человека, характеризуется химическим составом, физическими параметрами и другими показателями, оказывающими существенное влияние на

здоровье работающих, их психофизиологическое состояние и работоспособность.

Атмосферный воздух, наиболее благоприятный для дыхания, в своем составе содержит 78,08% азота, 20,95% кислорода, 0,03% углекислого газа, 0,93% инертных и 0,01% прочих газов.

В процессе производства в воздух рабочей зоны могут попадать вредные вещества различного происхождения (газы, пары, аэрозоли), которые способны вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья работающих.

Загрязнение воздушной среды и изменение его газового состава и физических параметров может происходить: при механической обработке материалов (сверление, шлифование, пескоструйная обработка поверхностей, дробление, размол, транспортировка измельченного материала и др.); газовой и плазменной резке металлов, электросварке, лужении и пайке; обезжиривании поверхностей в органических растворителях; нанесении защитных покрытий с использованием лаков, красок, эпоксидных смол; металлизации и травлении различных элементов в растворах кислот, щелочей и солей, и многих других техпроцессах и операциях.

Основной состав загрязнителей воздуха на многих производственных участках включает в себя оксиды углерода, серы, азота ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ), различные углеводороды ( $\text{C}_n$ ,  $\text{H}_m$ ), альдегиды (фенол, формальдегид), пары минеральных кислот, аэрозоли красок и др.

По характеру воздействия на организм вредные вещества классифицируются на общетоксичные, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенные и мутагенные.

Так, оксид углерода ( $\text{CO}$ ) воздействует главным образом на нервную и сердечно-сосудистую системы, соединяясь с гемоглобином крови, лишает его способности переносить кислород к тканям и вызывает удушье.

Оксиды азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ) оказывают раздражающее действие на органы дыхания, вызывая кашель, рвоту, иногда головную боль.

Диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ) вызывает раздражение слизистой оболочки глаз и дыхательных путей, создает неприятный вкус во рту.

Углеводороды (пары бензина, пентан, гексан и др.) обладают наркотическим действием, снижают активность, вызывают головную боль, головокружение, кашель, а бенз(а)пирен ( $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$ ) – канцерогенным свойством. Он

содержится в саже, дымовых газах и отработавших газах автомобилей.

Альдегиды вызывают раздражающее действие на глаза и дыхательные пути, а при значительных концентрациях – головную боль, слабость, потерю аппетита, бессонницу и др.

На производствах с применением свинца, ртути, цианистых соединений, мышьяка, аммиака, оксидов цинка (например, сварке оцинкованных изделий, плавке бронзы и латуни) возможны острые отравления, признаками которого являются головные боли, ощущение пульса в виске, головокружение и др.

Более двадцати различных веществ, применяемых на производстве, являются канцерогенными (хром, никель, кадмий, мышьяк, угольная сажа и др.).

Основными факторами поражения организма являются объемная концентрация вредного вещества в зоне дыхания или рабочей зоне ( $C$ , мг/м<sup>3</sup>), время действия вредного вещества ( $t$ , ч), химический состав и физические свойства вещества (растворимость в биологических и других средах).

### ***3.1.2 Нормирование и гигиеническая оценка загрязнения воздушной среды***

Гигиеническая оценка степени загрязнения воздушной среды вредными веществами производится сопоставлением фактической их концентрации ( $C_{\text{факт}}$ ) в рабочей воздушной зоне (или в зоне дыхания) с предельно допустимой концентрацией (ПДК<sub>РЗ</sub>), установленной нормативной документацией.

Для санитарно-гигиенической оценки воздушной среды используется несколько видов предельно допустимых концентраций вредных веществ, которые установлены на основе рефлекторных реакций организма человека на присутствие в воздухе вредных веществ.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК<sub>РЗ</sub>, мг/м<sup>3</sup>) не должна вызывать у работающих при ежедневном вдыхании в течение 8 ч за все время рабочего стажа каких-либо заболеваний или отклонений от нормы в состоянии здоровья, которые могли бы быть обнаружены современными методами исследования непосредственно во время работы или в отдаленные сроки. При этом рабочей зоной считается пространство высотой 2 м над уровнем пола или площади, на которой расположены места постоянного или временного пребывания работающих.

Другой вид ПДК<sub>МР</sub> – это максимальная разовая концентрация вредного

вещества в воздухе населенных мест,  $\text{мг/м}^3$ , которая не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

Третий вид ПДК<sub>СС</sub>, среднесуточная предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест,  $\text{мг/м}^3$ . Эта концентрация вредного вещества не должна оказывать прямого или косвенного, вредного воздействия на организм человека в условиях неопределенного долгого круглосуточного вдыхания.

Для обеспечения охраны воздушной среды установлена еще одна нормативная величина, характеризующая объем вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу отдельными источниками загрязнения, – предельно допустимый выброс (ПДВ). Эта величина определяется как количество загрязняющего вещества, выбрасываемого отдельным источником за единицу времени, превышение которой ведет к превышению ПДК в среде, окружающей источник загрязнения, и, как следствие, к неблагоприятным последствиям в окружающей среде и к риску для здоровья людей.

По степени воздействия на организм все вредные вещества подразделяются на четыре класса: к I классу относятся вещества чрезвычайно опасные, для которых  $\text{ПДК}_{\text{РЗ}} < 0,1 \text{ мг/м}^3$ ; ко II классу относятся высоко опасные вещества, для которых  $\text{ПДК}_{\text{РЗ}} = 0,1-1,0 \text{ мг/м}^3$ ; к III классу относятся умеренно опасные вещества, для которых  $\text{ПДК}_{\text{РЗ}} = 1,0-10 \text{ мг/м}^3$  и к IV классу – малоопасные вещества, для которых  $\text{ПДК}_{\text{РЗ}} > 10 \text{ мг/м}^3$ .

При многокомпонентном загрязнении воздушной среды ее санитарно-гигиеническая оценка производится с учетом особенностей (типов) комбинированного (сочетанного) действия веществ на организм человека. Установлены три наиболее выраженных типа такого действия: синергизм, когда одно вещество усиливает действие другого (например, марганец усиливает токсичность кобальта); антагонизм, когда одно вещество ослабляет действие другого (например, тот же марганец ослабляет токсичность свинца); суммация, когда действия веществ суммируются (например, совместное присутствие минеральных кислот – серной, соляной, азотной; оксид азота, формальдегид и др.).

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических

концентраций каждого из них ( $C_1, C_2, C_3$  и т.д.) в воздухе помещений к их  $ПДК_{P3}$  ( $ПДК_{P3\ 1}, ПДК_{P3\ 2}, ПДК_{P3\ 3}$  и т.д.) не должно превышать единицы:

$$\frac{C_1}{ПДК_{P3\ 1}} + \frac{C_2}{ПДК_{P3\ 2}} + \frac{C_3}{ПДК_{P3\ 3}} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_{P3\ n}} \leq 1$$

Если же вредные вещества, содержащиеся в воздухе, не обладают однонаправленным действием, то их  $ПДК$  остаются такими же, как и при изолированном воздействии.

Контроль за содержанием вредных веществ, относящихся к I классу опасности должен осуществляться непрерывно с помощью самопишущих автоматических приборов, выдающих сигнал превышения  $ПДК$ . Концентрацию вредных веществ II, III и IV классов опасности допускается определять периодически.

### ***3.1.3 Основные способы и средства оздоровления воздушной среды на производстве***

Наибольший эффект в защите воздушной среды от загрязнения может быть достигнут при сочетании следующих мероприятий:

- совершенствование технологических процессов, создание их непрерывности, герметичности аппаратуры и коммуникаций, применение гидро- и пневмотранспорта для пылящих веществ и материалов;
- внедрение комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, применение дистанционного управления и автоматизации контроля за ходом технологического процесса, что способствует устранению ручного труда и контакта с вредными веществами;
- замена вредных веществ в производстве на безвредные или менее вредные;
- гигиеническая стандартизация химического сырья и продукции (например, ограничение содержания мышьяка в серной кислоте; бензола, ксилола, углеводородов и серы в бензине и других видах топлива);
- эффективная вентиляция производственных помещений и др.

### ***3.1.4 Ионизация воздуха рабочей зоны***

Обеспечение определенной степени ионизации воздушной среды в

рабочей зоне является одним из важнейших факторов поддержания хорошего самочувствия и высокой работоспособности персонала. Установлено, что значительное снижение содержания заряженных частиц (ионов) в воздухе совпадает с появлением у работающих необычной болезненности, жалоб на усталость, депрессию, тошноту, бессонницу, раздражительность, респираторные нарушениями и др. В то же время пребывание людей в условиях с умеренно-повышенной ионизацией атмосферы, при преимущественном преобладании отрицательных ионов, – наоборот, наблюдается благоприятное воздействие на организм.

Все это позволило считать аэроионы биологически активным фактором среды.

Процесс ионизации воздуха заключается в превращении нейтральных атомов и молекул воздушной среды в электрически заряженные частицы (ионы). Ионы в воздухе (аэроионы) могут образовываться вследствие естественной и искусственной ионизации.

Естественная ионизация происходит в результате воздействия на воздушную среду космической и солнечной радиации и ионизирующих излучений (частиц), возникающих при распаде долгоживущих радионуклидов земной коры (калий-40, уран-238, торий-232 и др.). Естественная ионизация воздушной среды происходит повсеместно и постоянна во времени.

Искусственная аэроионизация возникает под действием ионизирующих факторов, сопровождающих некоторые технологические процессы (рентгеновские и ультрафиолетовые излучения, термоэмиссия, фотоэффект и др.); а также в специальных устройствах – ионизаторах, использующих такие явления как коронный разряд и радиоактивный распад некоторых элементов.

Степень ионизированности воздуха зависит от соотношения процессов ионизации и деионизации. Последняя обуславливается рекомбинацией двух ионов разных полярностей, адсорбцией легких ионов на незаряженных ядрах, конденсации, нейтрализацией легких и тяжелых ионов зарядами противоположного знака и др.

Основными характеристиками ионов являются их подвижность и заряд. Подвижность ионов выражается коэффициентом пропорциональности ( $k$ ,  $см^2 / с \cdot В$ ) между скоростью ионов и напряженностью электрического поля,

воздействующего на ион. Подвижность ионов зависит и от их массы: чем больше масса, тем меньше скорость перемещения ионов в электрическом поле. По подвижности весь спектр ионов условно разделяется на пять диапазонов: легкие ( $k > 1,0$ ); средние ( $1,0 > k > 0,01$ ); тяжелые ( $0,01 > k > 0,001$ ); ионы Ланжевена ( $0,001 > k > 0,0002$ ); сверхтяжелые ионы ( $0,0002 > k$ ).

Степень ионизированности воздушной среды определяется количеством ионов каждой полярности в одном кубическом сантиметре воздуха ( $n^+$  и  $n^-$ ) и показателем полярности ( $\Pi$ ), который определяется как отношение разности числа ионов положительной и отрицательной полярности к их сумме:

$$\Pi = \frac{n^+ - n^-}{n^+ + n^-}$$

При равенстве количества ионов положительного и отрицательного знака показатель полярности  $\Pi=0$ .

Минимально необходимые, оптимальные и максимально допустимые количества легких ионов обеих полярностей и значения показателя полярности приведены в табл. 3.1.

**Таблица 3.1**

**Количества легких ионов и значения показателя полярности**

Уровни ионизации воздушной среды	Число ионов в 1 см <sup>3</sup> воздуха		Показатель полярности, $\Pi$
	$n^+$	$n^-$	
Минимально необходимый	400	600	- 0,2
Оптимальный	1500 – 3000	3000 – 5000	От -0,5 до 0
Максимально допустимый	50 000	50 000	От -0,05 до +0,05

Гигиеническая оценка степени аэроионизации среды осуществляется сравнением измеренных значений с нормативными величинами (табл. 3.1).

Для нормализации ионного режима воздушной среды широко применяются искусственные ионизаторы (высоковольтные, индукционные, радиационные и др.) и эффективная, правильно организованная приточно-вытяжная вентиляция помещений, так как наружный чистый воздух содержит в 2-5 раз больше ионов, чем воздух закрытых помещений (50-100 ионов/см<sup>3</sup>).

### **3.1.5 Метеорологические условия труда (микроклимат)**

Метеорологические условия или микроклимат характеризуются

физическими параметрами воздуха в рабочей зоне – его температурой ( $t^{\circ}\text{C}$ ), относительной влажностью ( $\phi$ , %), скоростью движения ( $V$ , м/с), а также интенсивностью теплового облучения работающих от нагретых поверхностей оборудования, изделий и открытых источников ( $I$ , Вт/м<sup>2</sup>).

Указанные параметры как отдельно, так и в комплексе оказывают значительное влияние на протекание жизненных процессов в организме человека, во многом определяют его самочувствие и поэтому являются важной характеристикой комфортности условий труда.

Первостепенное значение в терморегуляции организма, т.е. поддержания температуры тела в пределах 36-37<sup>o</sup>C имеют температура воздуха, его относительная влажность и скорость движения. Температурная чувствительность свойственна организмам, обладающим постоянной температурой тела, обеспечиваемой терморегуляцией. Абсолютный порог температурной области чувствительности определяются по минимальному ощущаемому изменению температуры участка кожи относительно физиологического нуля, то есть собственной температуры данной области кожи. Для тепловых рецепторов он равен примерно 0,2<sup>o</sup>C, а для холодных - 0,4<sup>o</sup>C. Терморегуляция организма как физиологический процесс обеспечивается физической и химической терморегуляцией. Физическая терморегуляция осуществляется отдачей тепла организмом в окружающую среду путем его излучения в направлении окружающих предметов с более низкой температурой (при этом теряется до 45% всей тепловой энергии); путем конвекции, т.е. нагревом воздуха вокруг поверхности тела (до 30%), а также в результате испарения пота. При этом теряется примерно 13% тепла через органы дыхания и около 5% – на нагревание принимаемой пищи, воды и вдыхаемого воздуха. При физической терморегуляции изменяется деятельность сердечно-сосудистой системы (расширение кровеносных сосудов и увеличение кровотока к коже) и работы мышечных тканей.

Химическая терморегуляция осуществляется за счет изменения интенсивности процессов обмена веществ и окислительных процессов.

В состоянии покоя человек отдает в сутки в среднем 2400-2700 ккал тепла. При выполнении работы обмен веществ в организме усиливается, увеличивается и его теплопродукция, следовательно, требуется более интенсивная отдача тепла в окружающую среду, в противном случае возможно

нарушение теплового баланса, что ведет к гипертермии. Перегрев организма возможен при затруднении теплоотдачи испарением пота в результате повышенной температуры и относительной влажности воздуха (более 75-80%), что может в дальнейшем привести к судорожной болезни и тепловому удару, протекающему с потерей сознания, повышенной температурой тела (40-41°C), нарушением белкового и витаминного баланса, а также выделению и накоплению в крови азота. Интенсивное потоотделение чревато угрозой обезвоживания организма и нарушением водно-солевого баланса.

Неблагоприятное воздействие на организм человека оказывает также и пониженная температура воздуха. Систематическое переохлаждение организма может явиться причиной заболевания периферической нервной системы. Сочетание низкой температуры, высокой влажности и большой подвижности воздуха приводит к переохлаждению организма с возможностью смертельного исхода.

Микроклимат в производственных помещениях формируется под влиянием следующих факторов:

- наличия источников теплообразования (в том числе работающего персонала);
- теплопоступлений от солнечной радиации;
- теплообразования при работе электрического оборудования;
- кратности воздухообмена в помещении;
- теплопередачи через ограждающие конструкции;
- температуры поверхностей оборудования и ограждающих конструкций.

Теплообразование работающего персонала ( $Q_{л}$ ) можно рассчитать исходя из количества явного тепла, выделяемого одним человеком ( $q_{л}$ ):

$$Q_{л} = n \cdot q_{л}, \text{ ккал/ч,}$$

где  $n$  – количество людей в помещении;  $q_{л} = 50-110$  ккал/ч·чел.

Теплопоступления от солнечной радиации ( $Q_{р}$ ) через световые проемы определяются по формуле:

$$Q_{р} = S_{ост} \cdot q_{ост} \cdot k_{з} \cdot A_{ост}, \text{ ккал/ч,}$$

где  $S_{ост}$  – площадь остекления, м<sup>2</sup>;  $q_{ост}$  – количество тепла, поступающее за счет солнечной радиации через один м<sup>2</sup> остекленной поверхности (60-80

ккал/м<sup>2</sup>·ч);  $k_s$  – коэффициент, зависящий от прозрачности стекол (0,4-0,8);  $A_{ост}$  – коэффициент, зависящий от вида остекления (1,15-1,45).

Теплообразования от работающего электрооборудования ( $Q_{эл}$ ) можно рассчитать по формуле:

$$Q_{эл} = 860 \cdot P_{уст} \cdot \eta, \text{ ккал/ч,}$$

где  $P_{уст}$  – мощность электрооборудования, кВт;  $\eta$  – коэффициент использования электрической мощности оборудования (0,5-0,9).

Кратность воздухообмена в помещении ( $K$ ) определяется как отношение количества воздуха, поступающего и удаляемого из помещения в единицу времени ( $L$ , м<sup>3</sup>/ч) к объему помещения ( $V$ , м<sup>3</sup>):

$$K = \frac{L}{V}, \text{ ч}^{-1}$$

### **Гигиеническое нормирование метеоусловий**

Метеорологические условия – оптимальные и допустимые – регламентируются в зависимости от периода года, категории работ по энергозатратам, избыткам явного тепла. Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону, а допустимые – дифференцированно для пространств и непостоянных рабочих мест. Допустимые показатели устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы.

Нормами устанавливаются теплый, холодный и переходные периоды года. Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха +10<sup>0</sup>С и выше; холодный и переходный периоды - ниже +10<sup>0</sup>С.

В зависимости от общих энергозатрат работы подразделяются на легкие (I категория), средней (II категория) тяжести и тяжелые (III категория).

К легким физическим работам относятся виды деятельности с энергозатратами до 150 ккал/ч (174 Вт). К физическим работам средней тяжести – виды деятельности с расходом энергии 151-250 ккал/ч (175-290 Вт). К тяжелым физическим работам – работы, связанные с постоянными передвижением, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий с энергозатратами более 250 ккал/ч (более 290 Вт).

На микроклимат производственных помещений, в частности температуру

воздуха, существенное воздействие оказывает тепло, поступающее в рабочую зону от оборудования, отопительных приборов, нагретых материалов, рабочих и других источников.

Избыточное явное тепло характеризуется остаточным количеством тепла, поступающим в помещение, когда тепловыделения превышают теплопотери. Избытки явного тепла принято считать незначительными, если они не превышают 20 ккал/м<sup>3</sup>.ч, и значительными, если они превышают эту величину. Производственные помещения со значительными избытками явного типа относятся к категории «горячих цехов».

Избытки явного тепла ( $Q_{и.я.}$ ) определяются из уравнений теплового баланса помещения соответственно для теплого и холодного периодов года:

$$Q_{и.я.} = Q_{мк} + Q_{ср} - Q_{мт} ,$$

$$Q_{и.я.} = Q_{мк} - Q_{мт} ,$$

где  $Q_{мк}$  – суммарные тепловыделения в помещении без учета поступления тепла от солнечной радиации;  $Q_{ср}$  – теплопоступление за счет солнечной радиации;  $Q_{мт}$  – тепловые потери помещения.

При обеспечении оптимальных показателей микроклимата температура внутренних поверхностей конструкций, ограждающих рабочую зону (стен, пола, потолка и др.), или устройств (экранов и т.п.), а также температура наружных поверхностей технологического оборудования или ограждающих его устройств не должны выходить более чем на 2 °С за пределы оптимальных величин температуры воздуха, установленных нормами для отдельных категорий работ.

### **Способы и средства нормализации микроклимата в производственных помещениях**

Важнейшими способами нормализации микроклимата в производственных помещениях и в зонах рабочих мест являются *отопление, кондиционирование воздуха и вентиляция помещений*.

Для защиты работающих от открытых источников (нагретый металл, стекло, «открытое» пламя и т.п.) используются средства индивидуальной защиты,

в том числе средства защиты глаз. Предусматривается защита работающих и от охлаждения остекленных поверхностей оконных проемов, а в теплый период года – от попадания прямых солнечных лучей.

*Отопление помещений* может быть местным и центральным. В качестве теплоносителей используется вода, пар или воздух. Теплый воздух, подаваемый в помещение, обычно нагревается в калориферах с помощью горячей воды, пара или электрической энергии. Соответственно отопление может быть водяным, паровым, воздушным или комбинированным.

Центральные системы воздушного отопления обычно совмещаются с приточными вентиляционными системами. Калориферы таких систем устанавливаются вне отапливаемых помещений.

Отоплению подлежат здания, сооружения и помещения любого назначения с постоянным или длительным (более 2 ч) пребыванием людей в них во время проведения основных и ремонтно-восстановительных работ.

При температуре поверхностей ограждающих конструкций ниже или выше оптимальных величин температуры воздуха рабочие места должны удаляться от них на расстояние не менее 1 м. Температура воздуха в рабочей зоне, измеренная на разной высоте и в различных участках помещений, не должна выходить в течение смены за пределы оптимальных величин, устанавливаемых нормами для отдельных категорий работ.

В качестве местного отопления иногда используется печное отопление. При этом одной печью допускается отапливать не более трех помещений.

*Кондиционирование воздуха* предназначено для автоматического регулирования всех или части физических параметров воздуха в пределах, обеспечивающих комфортные условия труда в зонах пребывания людей или необходимые для оптимизации техпроцессов. При полном кондиционировании воздуха, контролируются такие его параметры как температура, относительная влажность, подвижность, газовый состав, степень озонирования и ионизированности.

Системы кондиционирования бывают центральные, обслуживающие несколько помещений, и местные обеспечивающие необходимый микроклимат в одном помещении.

Наиболее эффективным и широко используемым на практике методом

оздоровления воздушной среды в помещениях различного назначения является *вентиляция*.

### **3.1.6 Вентиляция производственных помещений**

*Вентиляция* представляет собой систему технических средств, обеспечивающую регулярный воздухообмен в помещении. Она предназначена для удаления из помещения избыточного тепла, влаги, вредных газов и паров и создания наиболее благоприятного (отвечающего санитарно-гигиеническим требованиям) микроклимата и ионного состава.

Воздухообмен в помещении можно осуществлять естественным путем через форточки, фрамуги или вентиляционные каналы за счет разности температур и давлений воздуха внутри помещения и вне его. Такая вентиляция называется естественной или аэрацией.

Более эффективна искусственная механическая вентиляция, осуществляемая с помощью вентиляторов и эжекторов.

Сочетание естественной и искусственной вентиляции образует смешанную систему вентиляции.

Естественная вентиляция может быть неорганизованной, когда воздух подается в помещение и удаляется из него за счет инфильтрации через неплотности и поры наружных ограждений. Естественная вентиляция считается организованной, если она имеет устройства, позволяющие регулировать направление воздушных потоков и величину воздухообмена (вытяжные каналы, шахты, форточки и фрамуги зданий, аэрационные фонари и др.).

Естественная вентиляция позволяет подавать и удалять из помещений большие объемы воздуха без применения вентиляторов. Недостатком является зависимость ее эффективности от температуры наружного воздуха, силы и направления ветра.

Подачу приточного воздуха с помощью естественной вентиляции в теплый период года следует предусматривать на высоте не менее 0,3 м и не выше 1,8 м, а в холодный период года — не менее 4 м от уровня пола (рис. 3.1). Общая площадь каналов для подачи воздуха через боковые световые проемы должна быть не менее 20% площади световых проемов, а фрамуги и жалюзи

должны иметь устройства, обеспечивающие направление приточного воздуха вверх в холодный период года и вниз в теплый период года.

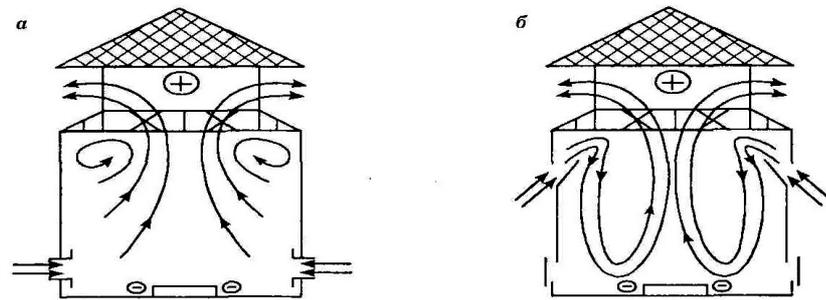


Рис. 3.1 Схема аэрации зданий за счет разности плотности воздуха:  
а – в теплый период года; б – в холодный

Перепад давления ( $H_m$ ), создаваемый за счет разности плотности наружного (более тяжелого) и внутреннего (более легкого) воздуха и обеспечивающий движение воздуха, определяется из уравнения:

$$H_m \approx 0,98 h_n (\rho_{\text{наруж}} - \rho_{\text{внутр}}),$$

где  $h_n$  – высота между серединами приточных и вытяжных проемов, м;  
 $\rho_{\text{внутр}}$ ,  $\rho_{\text{наруж}}$  – плотности наружного воздуха и воздуха внутри помещения, кг/м<sup>3</sup>.

Плотность воздуха, находящегося внутри помещения ( $\rho_{\text{внутр}}$ ) и снаружи ( $\rho_{\text{наруж}}$ ) рассчитывается по формулам соответственно:

$$\rho_{\text{внутр}} = \frac{353}{273 + t_{\text{внутр}}}, \text{ кг/м}^3,$$

$$\rho_{\text{наруж}} = \frac{353}{273 + t_{\text{наруж}}}, \text{ кг/м}^3,$$

где  $t_{\text{внутр}}$ ,  $t_{\text{наруж}}$  – температура воздуха внутри и снаружи помещения, °С.

Величина теплового напора ( $H_m$ ) растет с увеличением высоты между осями приточных и вытяжных проемов ( $h_n$ ) и разности температур наружного и внутреннего воздуха.

Искусственная механическая вентиляция, осуществляемая за счет вентиляторов и эжекторов, позволяет в отличие от естественной вентиляции, подавать воздух в любую зону помещения или удалять его из мест образования различных вредностей: пыли, влаги, тепла, газов. В системах механической вентиляции можно предусматривать устройства для подогрева, увлажнения и очистки воздуха от пыли, а также его ионизацию.

Механическая вентиляция может применяться как для подачи воздуха в

помещение, тогда она называется приточной, так и для удаления воздуха из помещения, тогда она называется вытяжной.

Приточно-вытяжная вентиляция обеспечивает приток воздуха в помещение и одновременно его удаление из помещения.

По месту действия вентиляция может быть общеобменной, местной и комбинированной. Общеобменная вентиляция осуществляет воздухообмен во всем помещении, а местная — лишь в определенных местах.

Системы механической вентиляции состоят из вентиляторов, устройств для забора и подачи воздуха, воздуховодов, фильтров и т.д. (рис. 3.2).

Выброс загрязненного воздуха не следует допускать в непроветриваемые участки прилегающей территории.

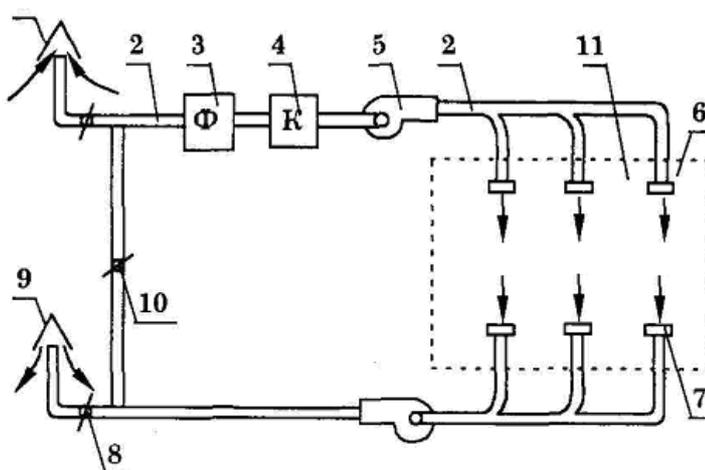


Рис. 3.2. Механическая приточно-вытяжная механизация: 1 — воздухоприемник; 2 — воздуховоды; 3 — фильтр; 4 — калорифер; 5 — центробежный вентилятор; 6 — приточные отверстия; 7 — вытяжные отверстия; 8 — регулировочный клапан; 9 — устройства для выброса воздуха; 10 — воздуховод для циркуляции; 11 — помещение

Общеобменная механическая вентиляция применяется при равномерном расположении источников вредностей в помещении, а также при одно- или двустороннем их расположении.

Местная приточная вентиляция служит для создания требуемых условий воздушной среды в ограниченной зоне производственного помещения.

К установкам местной приточной вентиляции относятся воздушные души, оазисы и завесы.

Воздушное душирование применяется в горячих цехах на рабочих местах, характеризующихся воздействием лучистого тепла интенсивностью 300 ккал/м<sup>2</sup>·ч и более. Скорость обдува должна составлять от 1,0 до 3,5 м/с. Установки

воздушного душирования бывают стационарные и передвижные.

Воздушные оазисы позволяют улучшить метеорологические условия на ограниченной площади помещения, которая для этого отделяется со всех сторон легкими передвижными перегородками и затапливается воздухом более холодным и чистым, чем воздух помещения.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы устраиваются для защиты людей от охлаждения, проникающим через ворота холодным воздухом.

Местная вытяжная вентиляция служит для улавливания и удаления вредных веществ непосредственно у источника их образования и для предотвращения их распространения по всему помещению.

Устройства местной вытяжной вентиляции делают в виде укрытий или местных отсосов (вытяжные шкафы, кабины, камеры, боковые отсосы и т.п.). Внутри укрытия создается разрежение, благодаря которому вредные вещества не попадают в воздух помещения. Такой способ предотвращения попадания вредных выделений в помещение называется аспирацией.

Местные отсосы способны удалить до 75% всех выделений вредных веществ, значительно снижая их поступление в зону дыхания работающих.

Наиболее распространенными системами промышленной вентиляции являются комбинированные, при которых совместно с общеобменной вентиляцией используется и местная вентиляция. В этом случае за счет снижения воздухообмена достигается значительное снижение затрат (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Комбинированная вентиляция помещения:  $L_{\text{общ}}$  — объем воздуха, удаляемый общеобменной вытяжной вентиляцией,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $L_{\text{прит}}$  — объем приточного воздуха, нагнетаемый общеобменной вентиляцией,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $L_{\text{выт м}}$  — удаляемый из помещения воздух за счет местной вытяжной вентиляции,  $\text{м}^3/\text{ч}$

Вентиляционные системы должны отвечать следующим основным требованиям:

1. Объем приточного воздуха в помещении должен соответствовать объему воздуха, удаляемого из помещения (допускается разница +10 – 15%). Эта разница определяется характером загрязнения помещения. Например, в чистых помещениях важно устранить неорганизованный приток воздуха через неплотности, что и достигается избыточным в них давлением ( $L_{пр} > L_{выт}$ ). В помещениях с наличием источников загрязнения воздуха и других вредностей важно обеспечить пониженное давление ( $L_{пр} < L_{выт}$ ).

2. Приток воздуха должен обеспечиваться в те части помещения или рабочие зоны, где объем выделения вредностей минимальный, а удаление — из зон с максимальным их выделением и из верхней зоны (рис. 3.4).

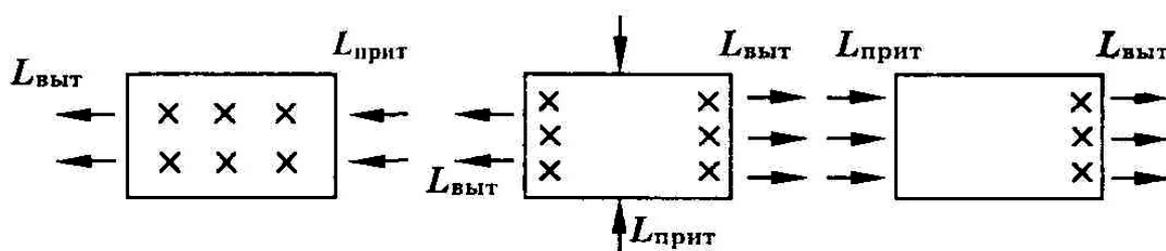


Рис. 3.4. Организация притока и удаления воздуха в рабочих помещениях при различных условиях размещения источников вредностей.

3. Вентиляционные системы не должны создавать дополнительные опасности (взрывы, пожары), быть надежными и экономичными в эксплуатации.

### Расчет воздухообмена в производственных помещениях

При проектировании и расчете вентиляции учитываются климатическая зона, время года, наличие в воздушной среде вредностей (избыточного тепла и влаги, газов, пыли и т.д.).

Если в воздух помещения выделяется одновременно несколько вредных веществ однонаправленного действия, то расчет общеобменной вентиляции производится путем суммирования объемов воздуха, необходимых для разбавления каждого вещества в отдельности до ПДК.

При одновременном выделении нескольких вредных веществ

разнонаправленного действия расчет воздухообмена ведется для каждого из них и для дальнейших расчетов вентиляции используют наибольшее значение воздухообмена.

Для помещения с нормальным микроклиматом и при отсутствии вредных веществ или содержании их в пределах норм (ПДК) воздухообмен ( $L_p$ ) определяется путем умножения количества работающих ( $n_p$ ) в помещении на нормируемую величину расхода воздуха на одного работающего ( $L'$ ):

$$L_p = n_p \cdot L', \text{ м}^3/\text{ч}$$

Если на одного работающего приходится менее  $20\text{ м}^3$  объема помещения, то  $L' \geq 30 \text{ м}^3/\text{чел}$ , когда же на одного работающего приходится  $20\text{ м}^3$  и более объема помещения, то  $L' > 20\text{ м}^3/\text{чел}$ .

Воздухообмен  $L_G$  для удаления из помещения вредностей в виде газов, паров, пыли и избыточной влаги рассчитывается по балансу вредностей:

$$L_G = \frac{G}{C_{ПДК} - C_{прит}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $G$  – количество вредного вещества, выделяющееся в помещении, мг/ч;  $C_{ПДК}$  – допустимое содержание вредного вещества в воздухе помещения, мг/м<sup>3</sup>;  $C_{прит}$  – содержание вредного вещества в приточном воздухе, мг/м<sup>3</sup>.

В некоторых производственных помещениях возможно выделение избыточного тепла. Воздухообмен в таких помещениях рассчитывается по тепловому балансу:

$$L_Q = \frac{3,6 \cdot Q_{изб}}{C \rho_{прит} \cdot (t_{внутр} - t_{наруж})}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $Q_{изб}$  – суммарное количество избыточного тепла, выделяемого в помещении источниками, Вт;  $C$  – теплоемкость сухого воздуха (примерно равна  $1 \text{ Дж}/\text{кг}\cdot\text{К}$ );  $\rho_{прит}$  – плотность приточного воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $t_{внутр}$  – температура воздуха в помещении, соответствующая санитарным нормам, °С;  $t_{наруж}$  – температура наружного воздуха, °С.

Количество воздуха, которое необходимо удалить из помещения с помощью местной вытяжной вентиляции (в виде укрытий, отсосов) определяется по формуле:

$$L_{\text{мес}} = 3600 \cdot S \cdot V, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $S$  – площадь открытых проемов отверстий, через которые засасывается воздух,  $\text{м}^2$ ;  $V$  – необходимая скорость движения воздуха в этих проемах и отверстиях, величина которой зависит от типа вытяжного устройства и класса опасности вредных веществ,  $\text{м}/\text{с}$ . При ПДК вредных веществ  $\geq 100 \text{ мг}/\text{м}^3$  эта скорость принимается равной  $0,5 - 0,7 \text{ м}/\text{с}$ ; при ПДК  $< 100 \text{ мг}/\text{м}^3$ , соответственно,  $V = 0,7-1,0 \text{ м}/\text{с}$ ; при чрезвычайно и высокоопасных веществах (ПДК  $< 1,0 \text{ м}/\text{с}$ ),  $V = 1,5-1,7 \text{ м}/\text{с}$ .

### Расчет основных параметров вытяжных устройств для естественной вентиляции

Суммарная площадь сечения вытяжных каналов ( $S_{\text{взм}}$ ) определяется, исходя из необходимого воздухообмена ( $L$ ) для данного помещения и скорости воздушного потока ( $V$ ) в аэрационном канале или проеме, по формуле:

$$S_{\text{взм}} = \frac{L}{3600 V}, \text{ м}^2$$

Скорость воздушного потока можно определить по формуле:

$$V = 1,42 \psi_c \sqrt{\frac{H_m}{\rho_{\text{наруж}}}}, \text{ м}/\text{с},$$

где  $\psi_c$  – коэффициент, учитывающий сопротивление воздуха в канале или проеме ( $\psi_c = 0,5$ );  $H_m$  – тепловой напор, возникающий за счет перепада давлений,  $\text{Па}$ ;  $\rho_{\text{наруж}}$  – плотность наружного воздуха,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Площадь сечения аэрационных отверстий ( $S_{\text{ан}}$ ) при использовании ветрового напора для аэрации рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ан}} = \frac{L}{3600 \tau V_e}, \text{ м}^2,$$

где  $L$  – необходимый воздухообмен,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $\tau$  – коэффициент расхода, зависящий от условий истечения;  $V_e$  – скорость ветра,  $\text{м}/\text{с}$ .

Для усиления тяги через вентиляционные каналы на их верхней части устанавливают дефлекторы (рис. 3.5). Поток ветра, обтекая дефлектор, создает в канале некоторое разрежение, за счет которого скорость движения воздуха по каналу увеличивается.

При ориентированном расчете дефлекторов определяется диаметр патрубка ( $D_n$ ) и соответственно конструктивные размеры дефлектора согласно

рис. 3.5.

$$D_n = 0,0188 \sqrt{\frac{L_{Д}}{V_{Д}}}, \text{ м, где}$$

$L_{Д}$  – производительность дефлектора, м<sup>3</sup>/ч;  $V_{Д}$  – скорость воздуха в патрубке дефлектора, м/с. В приближенных расчетах  $V_{Д} = (0,2 - 0,4)V_{В}$ , где  $V_{В}$  – скорость ветра.

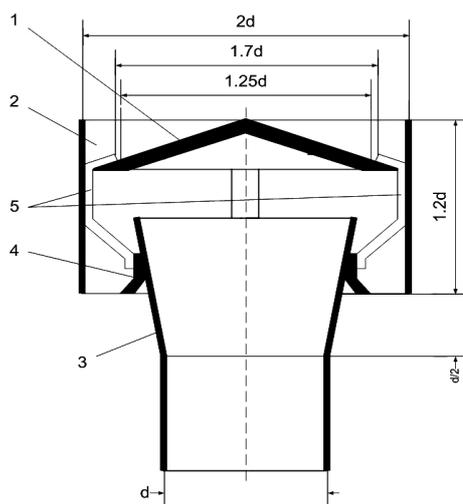


Рис. 3.5. Схема дефлектора типа ЦАГИ: 1 – колпак, 2 – обечайка, 3 – диффузор, 4 – конус, 5 – лапки, удерживающие колпак и обечайку.

## 3.2 Производственное освещение

### 3.2.1 Особенности зрительного восприятия

Свет является естественным условием жизнедеятельности человека, играющим важную роль в сохранении здоровья и высокой работоспособности. Он оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние человека, обмен веществ, центральную нервную и сердечно-сосудистую системы.

Зрительный анализатор человека является одним из основных в системе анализаторных систем, главным источником информации, получаемой человеком о внешнем мире. Зрительный анализатор позволяет хорошо ориентироваться в пространстве. При оценке восприятия пространственных характеристик основным понятием является острота зрения, которая характеризуется минимальным углом, под которым две точки видны как отдельные. Острота зрения зависит от освещенности, контрастности, формы объекта и других факторов, а также от места проекции изображения на сетчатке

глаза.

Зрительный анализатор включает два типа рецепторов: колбочки и палочки. Колбочки являются аппаратом хроматического зрения, а палочки - ахроматического (гамма переходов от белого цвета к черному).

Оптический анализатор различает семь основных цветов и более сотни оттенков.

Цветовые ощущения вызываются воздействием электромагнитных световых волн, имеющих длину волн от 0,38 до 0,78 мкм (0,38-0,45 мкм - фиолетовый цвет; 0,455-0,470 - синий; 0,47-0,50 - голубой; 0,50-0,55 - зеленый; 0,55-0,59 - желтый; 0,59-0,61 - оранжевый; 0,61-0,78 - красный).

Зрительный анализатор обладает определенной спектральной чувствительностью, которая характеризуется относительной видностью монохроматического излучения. Наибольшая видность днем соответствует желтому цвету, а ночью или в сумерках – зелено-голубому.

Зрительный анализатор характеризуется инерцией зрения, равной 0,1-0,3с., при этом ощущение, вызванное световым сигналом, в течение определенного времени сохраняется, несмотря на исчезновение сигнала или изменение его характеристик.

При резком действии прерывистого раздражителя возникает ощущение мельканий, которые при определенной частоте сливаются в ровный немигающий свет.

Частота, при которой мелькания исчезают, называется критической частотой слияния мельканий. Оптимальной является частота 3-10 Гц.

Инерция зрения обуславливает стробоскопический эффект, суть которого состоит в том, что если время, разделяющее дискретные акты наблюдения, меньше времени гашения зрительного образа, то наблюдение субъективно ощущается как непрерывное.

При стробоскопическом эффекте возможна иллюзия движения при непрерывном наблюдении отдельных объектов или иллюзия неподвижности (замедленного движения), возникающая, когда движущийся предмет периодически занимает прежнее положение.

При восприятии объектов в двухмерном и трехмерном пространстве различают поле зрения и глубинное зрение.

Биноккулярное поле зрения охватывает в горизонтальном направлении 120-160°, по вертикали вверх - 55-60°, вниз - 67-72°.

При восприятии цвета размеры поля зрения сужаются. Зона оптимальной видимости ограничена полем, равным вверх 25°, вниз - 35°, вправо и влево - по 32°.

Глубинное зрение связано с восприятием пространства. Ошибка оценки абсолютной удаленности на расстоянии до 30 м равно в среднем 12% от общего расстояния.

Являясь важнейшим показателем гигиены труда, производственное освещение предназначено для улучшения условий зрительной работы и снижения утомления; повышения безопасности труда и снижения профессиональных заболеваний; повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции.

### **3.2.2 Виды и системы освещения**

В зависимости от источников света производственное освещение может быть естественным, искусственным и совмещенным.

Естественное освещение в помещении может формироваться прямыми солнечными лучами, рассеянным светом небосвода и отраженным светом от земли и других объектов.

Искусственное освещение создается лампами накаливания или газоразрядными лампами низкого и высокого давления.

Совмещенное освещение представляет собой дополнение естественного освещения искусственным в темное и светлое время суток при недостаточном естественном освещении.

Естественный свет по своему спектральному составу значительно отличается от искусственного света, что способствует хорошей цветопередаче. В спектре солнечного света значительно больше необходимых для человека ультрафиолетовых лучей, для него характерна высокая диффузность (рассеянность) света, весьма благоприятная для зрительных условий работы. Естественное освещение обеспечивает зрительный контакт с внешней средой, устраняет монотонность световой обстановки в помещениях, вызывающую преждевременное утомление нервной системы при искусственном освещении.

Учитывая высокую биологическую и гигиеническую ценность и положительное психологическое воздействие естественного света, на практике стремятся к максимально возможному его использованию при проектировании производственного освещения. Поэтому помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

По конструктивным особенностям естественное освещение может быть: боковым, когда свет проникает в помещение через световые проемы в наружных стенах - окна; верхним – через верхние световые проемы – фонари; комбинированным — при сочетании бокового и верхнего освещения.

Искусственное освещение по функциональному назначению подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное и охранное.

Рабочее освещение устраивают во всех помещениях, а также на участках открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта.

Искусственное рабочее освещение может быть общим и комбинированным, когда к общему добавляется местное, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается.

Для местного освещения кроме газоразрядных ламп могут использоваться лампы накаливания, в том числе галогенные. Применение ксеноновых ламп внутри помещений не допускается.

В зависимости от расположения оборудования и рабочих мест общее освещение может быть равномерным или локализованным.

Аварийное освещение предусматривается во всех случаях, где внезапное отключение основного освещения может вызвать взрыв, пожар, отравление людей, опасность травмирования, длительное нарушение технологического процесса или нарушение работы, узлов связи, установок по водо- и газоснабжению, дежурных постов и пунктов управления различными системами.

Эвакуационное освещение предусматривается в проходах производственных зданий, с числом работающих более 50 чел, где выход людей из помещения при внезапном отключении рабочего освещения связан с опасностью травматизма.

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

Источниками искусственного освещения могут быть лампы накаливания и газоразрядные лампы.

Срок службы ламп накаливания составляет до 1000 ч, а световая отдача от 7 до 20 лм/Вт. Наибольшими достоинствами обладают галогенные йодные лампы накаливания. У них срок службы достигает 3000 ч, а световая отдача до 30 лм/Вт.

Галогенные лампы отличаются от обычных ламп накаливания тем, что в буферный газ колбы добавляются галогены брома и йода. Помимо повышения срока службы галогенные лампы накаливания с кварцевой колбой имеют значительно меньшие размеры, более высокие термостойкость и механическую прочность. Галогенные лампы применяются в системах общего освещения, прожекторах, для инфракрасного излучения, телевизионного освещения, автомобильных фар и т.п.

Видимое излучение от ламп накаливания преобладает в желтой и красной частях спектра, что вызывает искажение цветопередачи, затрудняет различение оттенков цветов.

Газоразрядные лампы имеют световые характеристики, полнее отвечающие гигиеническим требованиям. У них излучение оптического диапазона спектра возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов, паров металлов и их солей и бомбардировки ионами люминесцентного покрытия внутренних поверхностей стеклянных трубок(люминофоры). Срок службы газоразрядных ламп достигает 14000 ч, а световая отдача — 100 лм/Вт.

Путем подбора люминофора, инертных газов и паров металла, в атмосфере которых происходит разряд, можно получить световой поток газоразрядных ламп в любой части спектра.

К недостаткам газоразрядных ламп можно отнести неустойчивую работу некоторых из них при низких температурах, необходимость запускающих устройств (дросселей), пульсацию света, шум и др.

Наиболее распространенными газоразрядными лампами являются

лампы низкого давления, люминесцентные, имеющие форму цилиндрической трубки. Они выпускаются различной цветности: лампы дневного света (ЛД); холодно-белого цвета (ЛХБ); белого цвета (ЛБ); тепло-белого (ЛТБ) и лампы дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ); лампы естественного света (ЛЕ); лампы естественного света с улучшенной цветопередачей(ЛЕЦ) и др.

К газоразрядным лампам высокого давления относятся ртутные, ксеноновые, металлогалогенные, натриевые, дуговые и другие.

Ртутные лампы в отличие от люминесцентных устойчиво загораются и хорошо работают как при высоких, так и при низких температурах окружающего воздуха. Они имеют большую мощность и применяются в основном для освещения высоких производственных помещений и улиц.

Ксеноновые лампы состоят из кварцевой трубки, наполненной газом ксеноном. Они используются для освещения спортивных сооружений, железнодорожных станций, строительных площадок. Они являются источниками ультрафиолетовых лучей, действие которых может быть опасным при освещении более 250 лк.

Металлогалогенные лампы, колбы которых заполняются галогенидами(йодиды) натрия, скандия, индия и других редкоземельных элементов, излучают практически сплошной спектр, приближающийся к естественному, и имеют более высокую светоотдачу. Их применяют для освещения территорий и помещений при выполнении работ, требующих большого освещения.

Наиболее перспективными являются галоидные лампы, разряд которых происходит в парах галоидных солей, а также натриевые лампы. Они характеризуются отличной цветопередачей и высокой экономичностью (светоотдача 110—130 лм/Вт).

При совмещенном освещении общее искусственное освещение помещений должно обеспечиваться газоразрядными лампами. Применение ламп накаливания допускается в случаях, когда по условиям технологии, или требований оформления интерьера использование газоразрядных ламп невозможно или нецелесообразно.

### 3.2.3 Нормирование и оценка производственного освещения

Поскольку уровень естественного освещения может резко меняться в течение короткого времени, то нормируемой величиной (количественной характеристикой) естественного освещения принята не освещенность рабочего места, а коэффициент естественной освещенности (КЕО).

Коэффициент естественной освещенности ( $e$ ) представляет собой отношение естественной освещенности в контрольной точке внутри помещения ( $E_e$ ) к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности ( $E_n$ ), создаваемой светом полного открытого небосвода.

КЕО показывает, какую часть наружной освещенности составляет освещенность в определенной точке внутри помещения:

$$KEO(e) = \frac{E_e}{E_n} 100\%$$

Искусственное освещение оценивается величиной освещенности ( $E$ , лк).

Совмещенное освещение оценивается коэффициентом естественной освещенности при отключении источников искусственного света.

Нормы производственного освещения устанавливаются в зависимости от:

- разряда зрительной работы, т.е. её характеристики (наименьшего размера объекта различения, светлости фона, величины контраста объекта с фоном;
- вида и системы освещения (для искусственного освещения).

Фон – это поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Светлость фона характеризуется коэффициентом отражения  $\rho$ , равным отношению светового потока, отраженного от поверхности  $F_{отп}$  к световому потоку, падающему на поверхность  $F_{пад}$  :

$$\rho = F_{отп} / F_{пад}$$

Фон считается светлым при  $\rho > 0,4$ , средним — при  $0,4 > \rho > 0,2$  и темным — при  $\rho < 0,2$ .

Контраст объекта различения с фоном оценивается коэффициентом контрастности ( $K$ ), который определяется различием между их яркостями или коэффициентами отражения:

$$K = \frac{(B_o - B_\phi)}{B_\phi}; \quad K = \frac{(\rho_o - \rho_\phi)}{\rho_\phi},$$

где  $B_o$  и  $B_\phi$  — соответственно яркости объекта и фона;  $\rho_o$  и  $\rho_\phi$  — соответственно коэффициенты отражения объекта и фона.

Контраст считается большим при  $K > 0,5$ , средним — при  $0,5 \geq K > 0,2$  и малым — при  $K < 0,2$ .

Зрительные работы делятся на 8 разрядов в зависимости от размера различаемой детали, которые, в свою очередь, разбиваются на четыре подразряда (а, б, в, г) в зависимости от контраста детали различения с фоном и от коэффициента отражения фона (табл. 3.2).

Для каждого подразряда нормами устанавливаются определенные значения освещенности и коэффициента естественной освещенности, которые уменьшаются по мере увеличения размера деталей, контраста с фоном и коэффициента отражения.

При гигиенической оценке естественного освещения оценивается (сравнивается с нормой —  $e_n$ ) минимальное значение  $e_{мин}$ , имеющее место:

- при одностороннем боковом освещении — на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов (рис. 3.6, а);
- при двустороннем боковом освещении — в точке посередине помещения (рис. 3.6, б);
- при верхнем или верхнем и боковом — среднее арифметическое значение КЕО в точках на расстоянии 1 м от поверхности стен или перегородок.

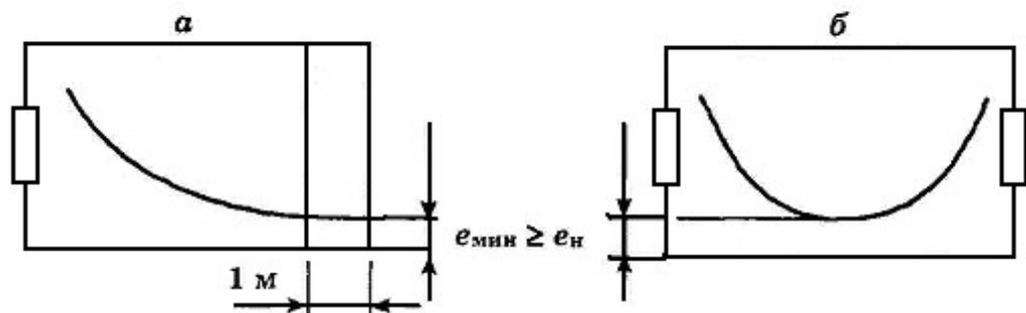


Рис. 3.6. Оценка одно- и двустороннего естественного освещения

При определении нормативного значения КЕО ( $e_n$ ) необходимо учитывать коэффициент светового климата  $m$  и коэффициент солнечного климата  $s$ , значение которых зависит от географического пояса:

$$e_{\text{нх}} = e_{\text{н}} m c$$

При искусственном освещении освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного освещения, должна составлять 10% нормируемой для комбинированного освещения. При этом источники света, применяемые для общего освещения, должны применяться и для местного освещения. При этом наибольшее и наименьшее значения освещенности должны приниматься для газоразрядных ламп 500 и 150 лк, а для ламп накаливания 100 и 50 лк. Нормированные значения освещенности и коэффициенты естественной освещенности представлены в табл. 3.2

### 3.2.4 Расчет производственного освещения

Расчет естественного освещения заключается в определении требуемой площади световых проемов.

При боковом естественном освещении требуемая площадь светового проема может быть определена из следующего выражения:

$$100 \frac{S_o}{S_n} = \frac{e_n \cdot K_3 \cdot \eta_o}{\tau_{об} \cdot \rho_o} K_{з0},$$

при верхнем освещении:

$$100 \frac{S_\phi}{S_n} = \frac{e_n \cdot K_3 \cdot \eta_\phi}{\tau_{об} \cdot \rho_o \cdot K_\phi},$$

где  $S_o$  – требуемая площадь световых проемов при боком освещении, м<sup>2</sup>;  $S_\phi$  – то же при верхнем освещении, м<sup>2</sup>;  $S_n$  — площадь пола помещения, м<sup>2</sup>;  $e_n$  — нормированное значение КЕО, %;  $K_3$  — коэффициент запаса, учитывающий снижение КЕО и освещенности вследствие загрязнения и старения световых проемов (1,2-2,0);  $\eta_o$  — световая характеристика окна;  $\eta_\phi$  — то же фонаря;  $K_{з0}$  — коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями (1-1,7);  $K_\phi$  — коэффициент, учитывающий тип фонаря;  $\tau_{об}$  — общий коэффициент светопропускания;  $\rho_o$  — коэффициент, учитывающий повышение КЕО благодаря свету, отраженному от поверхностей.

Иногда для определения площади световых проемов используют световой коэффициент, равный :

$$K_{св.} = \frac{S_{св.}}{S_n} > \frac{1}{4} \dots \frac{1}{5},$$

где  $S_{\text{св}}$  – площадь световых проемов, м<sup>2</sup>;  $S_n$  – площадь пола.

Проектирование и расчет искусственного освещения осуществляется в следующей последовательности: выбор системы освещения, выбор и размещение светильников в плане и по высоте помещения, определение нормируемого значения освещенности ( $E_n$ , лк), расчет светового потока ламп и выбор типовых ламп (газоразрядных ламп, ламп накаливания), которые обеспечат требуемую освещенность рабочих поверхностей ( $E_n$ ).

Выбор системы освещения и светильников обусловливается зрительными работами в помещении, а их размещение должно обеспечить направление световых потоков на рабочие места, ограничение ослепленности, удобство доступа к светильникам для их обслуживания и создание нормированной освещенности более экономичными средствами.

Для общего освещения ряды светильников следует располагать с учетом рабочих мест, по возможности согласуя направление естественного и искусственного света.

Таблица 3.2

Характеристика зрительной работы	мм Наименьший эквивалентный размер объекта различения,	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения	Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО, е <sub>н</sub> , %			
						всего	В том числе от общего		Р	К <sub>п</sub> , %	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	a	Малый	Темный	5000 4500	500 500	- -	20 10	10 10	-	-	6,0	2,0
			b	Малый Средний	Средний Темный	4000 3500	400 400	1250 1000	20 10	10 10				
			v	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500 2000	300 200	750 600	20 10	10 10				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1500 1250	200 200	400 300	20 10	10 10				
			Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	a	Малый	Темный	4000 3500	400 400				

			б	Малый Средний	Средний Темный	3000 2500	300 300	750 600	20 10	10 10				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000 1500	200 200	500 400	20 10	10 10				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1000 750	200 200	300 200	20 10	10 10				

Продолжение табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Высокой точности	От 0,30 До 0,50	III	а	Малый	Темный	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	-	-	3,0	1,2
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	400	200	200	40	15				
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200	40	20				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	-	-	200	40	20				
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малый Средний	Средний Темный	-	-	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	-	-	200	40	20				

			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	–	–	200	40	20				
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6

Окончание табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное периодическое при постоянном пребывании людей в помещении		VIII	а	Независимо от характеристики фона и контраста объекта с фоном		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	То же		–	–	75	–	–	1	0,3	0,7	0,2
			в	То же		–	–	50	–	–	0,7	0,2	0,5	0,2
			г	То же		–	–	20	–	–	0,3	0,1	0,2	0,1
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями														

### Примечания

- Для подразряда норм Ia до IIIв может приниматься один из наборов нормируемых показателей, приведенные для данного подразряда в графах 7-11.
- Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего. При увеличении этого расстояния разряд зрительной работы следует устанавливать в соответствии с приложением Б. для протяженных объектов различения эквивалентный размер выбирается по приложению в СНБ 2.04.05.98.
- Освещенность при использовании ламп накаливания следует снижать по шкале освещенности:
  - на одну ступень при системе комбинированного освещения, если нормируемая освещенность составляет 750 лк и более;
  - то же, общего освещения для разрядов I-V, VI;
  - на две ступени при системе общего освещения для разрядов VI и VIII.
- Освещенность при работах со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее следует выбирать в соответствии с размером объекта различения и относить их к подразряду «в».
- Показатель освещенности регламентируется в графе 10 только для общего освещения (при любой системе освещения).
- Коэффициент пульсации  $K_n$  указан в графе 10 для системы общего освещения или для светильников местного освещения при системе комбинированного освещения.  $K_n$  от общего освещения в системе комбинированного не должен превышать 20%.
- Предусматривать систему общего освещения для разрядов I-III, IVа, IVб, IVв, Va допускается только при технической невозможности или экономической нецелесообразности применения системы комбинированного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения, согласованных с органами Государственного санитарного надзора.

Светильники с лампами накаливания размещаются в вершинах квадратных, прямоугольных или треугольных полей, что дает наибольшую равномерность освещения.

Светильники с газоразрядными (люминесцентными) лампами рекомендуется располагать рядами сплошными или с небольшими разрывами, ориентируя ряды параллельно стенам с окнами или продольным осям помещения по длине вдоль рабочих столов или технологического оборудования.

В узких помещениях допустимо однорядное расположение светильников.

Положение светильников в разрезе и на плане помещения определяется расчетной высотой подвеса светильника  $h_p$  над рабочей поверхностью и расстоянием  $l$  между соседними точечными светильниками или рядами линейных светильников (с люминесцентными лампами).

Расчетная высота подвеса светильника  $h_p$  может быть определена исходя из геометрических размеров помещения (рис. 3.7):

$$h_p = H - (h_c + h_n), \text{ м,}$$

где  $H$  — высота помещения, м;  $h_c$  — расстояние светильника от перекрытия («свес» светильника), м;  $h_n$  — высота рабочей поверхности над полом (обычно  $h_n = 0,8\text{ м}$ ).

Расстояние между светильниками ( $l$ ) можно определить из заданного для выбранного типа светильников оптимального соотношения  $h_p$  и  $l(\lambda)$ :

$$\lambda = l/h_p.$$

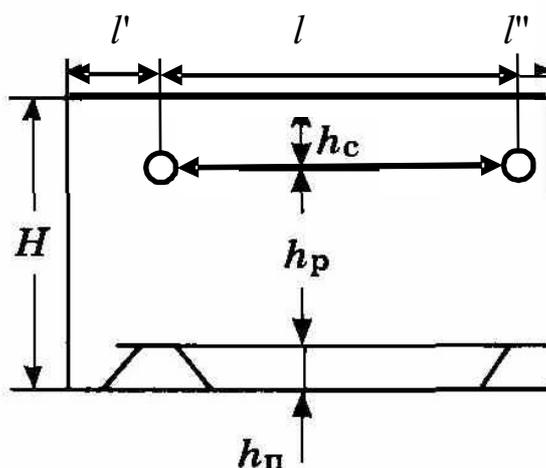


Рис. 3.7. К расчету высоты подвеса светильника над рабочей поверхностью:

$$l' = (0,4 \div 0,5)l; l'' = (0,25 \div 0,3)l$$

Для большинства светильников  $\lambda = 1,3—1,4$ . Таким образом,  $l = \lambda h_p$ .

Расчет светового потока, необходимого для обеспечения требуемой освещенности ( $E_n$ ), может осуществляться *методом светового потока* (по коэффициенту использования светового потока) точечным методом и методом Ватт.

Метод коэффициента использования светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей.

Световой поток одной лампы ( $F_{л}$ ) по этому методу рассчитывается по формуле:

$$F_{л} = \frac{E_n \cdot S_n \cdot K_3 \cdot Z}{\eta \cdot N}, \text{ лм,}$$

где  $E_n$  – нормируемая освещенность, лк;  $S_n$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;  $K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий запыленность светильников и износ источников света в процессе эксплуатации ( $K_3 = 1,4—1,8$ );  $Z$  – коэффициент неравномерности освещения ( $Z = 1,1—1,2$ );  $N$  – количество светильников, определяемое из условия равномерного освещения;  $\eta$  – коэффициент использования излучаемыми светильниками светового потока на расчетной плоскости. Он зависит от типа светильника ( $T_c$ ), коэффициентов отражения пола  $\rho_n$ , стен  $\rho_{ст}$ , потолка  $\rho_{пот}$ , индекса помещения  $i = A \cdot B / [h_p(A + B)]$ , где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения в плане; м;  $h_p$  – расчетная высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м.

По полученному результату расчета, т.е. требуемому световому потоку, выбирается ближайшая стандартная лампа.

При выбранном типе и мощности люминесцентных ламп определяется необходимое число светильников в ряду по формуле:

$$N = (E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z) / (n \cdot F_{св.} \cdot \eta),$$

где  $n$  – число рядов светильников, намечаемое до расчета в соответствии с оптимальным отношением:

$$\lambda = l / h_p$$

Точечный метод позволяет рассчитать освещение не только горизонтальных поверхностей, но и негоризонтальных, а также общее локализованное освещение и местное.

Расчет светового потока лампы  $F_{л}$  при точечном расположении светильников и линейная плотность светового потока  $F_{ли}$  при линейном расположении светильников производится по формулам:

а) для точечных светильников:

$$F_{л} = \frac{1000 \cdot E_n \cdot K_3}{\mu \cdot \sum e}, \text{ лм},$$

б) для линейных светильников:

$$F_{ли} = \frac{1000 \cdot E_n \cdot K_3 \cdot h_p}{\mu \cdot \sum \varepsilon}, \text{ лм/м},$$

где  $E_n$  — нормируемая освещенность на рабочей поверхности, создаваемая общим освещением, лк;  $K_3$  — коэффициент запаса ( $K_3 = 1,4 - 1,8$ );  $h_p$  — расчетная высота подвеса линейного светильника над рабочей поверхностью;  $\mu$  — коэффициент, учитывающий влияние на освещенность в контрольной точке удаленных светильников и отражение света от стен и потолка ( $\mu = 1,05 - 1,2$ );  $\sum e$  и  $\sum \varepsilon$  — соответственно условная и относительная суммарная освещенность в контрольной точке от близких светильников (условная для точечных, относительная — для линейных).

Контрольная точка — это место на рабочей поверхности с минимальным уровнем освещенности, где должно быть обеспечено нормируемое значение освещенности  $E_n$  при системе общего освещения или  $0,1 E_n$  — для системы комбинированного освещения.

Условная освещенность  $e$  в контрольной точке определяется по графикам пространственных изолюкс, построенных в координатах  $h_p$  и  $d$  (рис. 3.8) от каждого из близких светильников согласно их расположению относительно контрольной точки.

На рис.3.9 показаны примеры расчета координаты  $d$ , на плане при однорядном (а) и многорядном (б) расположении точечных светильников.

Относительная освещенность  $\varepsilon$  в контрольной точке определяется по графикам линейных изолюкс, построенных в относительных координатах  $L'$  и  $P'$ .

$$L' = L/h_p; P' = P/h_p,$$

где  $L$  — расстояние между светильниками;  $P$  —  $L/2$ .

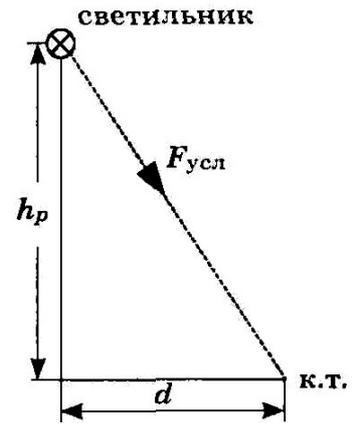
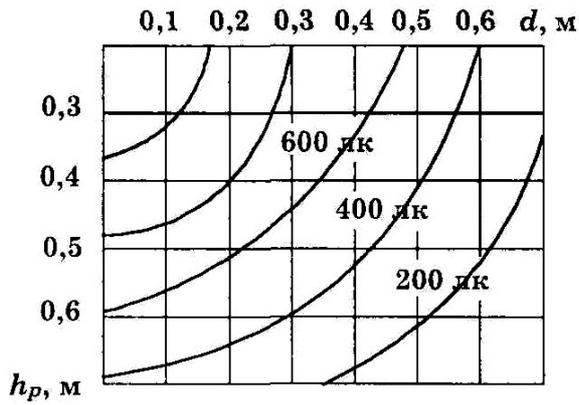
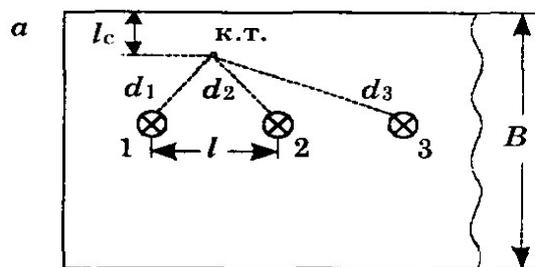
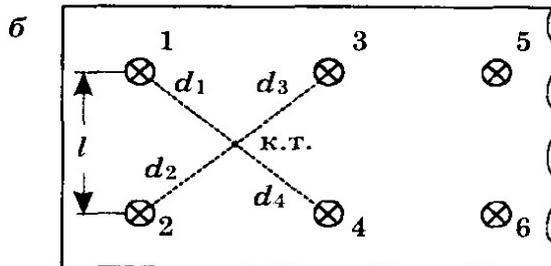


Рис. 3.8. Пространственные изолюксы



$$d_1 = d_2 = \sqrt{(l/2)^2 + (B/2 - l_c)^2}, \text{ м}$$

$$\Sigma e = e_1 + e_2$$



$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = \sqrt{(l/2)^2 + (l/2)^2}, \text{ м}$$

$$\Sigma e = e_1 + e_2 + e_3 + e_4$$

Рис. 3.9. Схема к расчету координаты  $d$

Для точки  $A_1$  (рис. 3.10) относительные координаты можно определить по формулам:

$$P' = \frac{l}{2} / h_p; \quad L'_1 = L_1 / h_p; \quad L'_2 = L_2 / h_p.$$

Суммарная относительная освещенность в контрольной точке  $A_1$  будет равна:

$$\Sigma \varepsilon = \Sigma \varepsilon_1 + \Sigma \varepsilon_2$$

Для точки  $A$  относительные координаты определяются из выражений:

$$P' = \frac{l}{2} / h_p, \quad L' = \frac{L}{2} / h_p$$

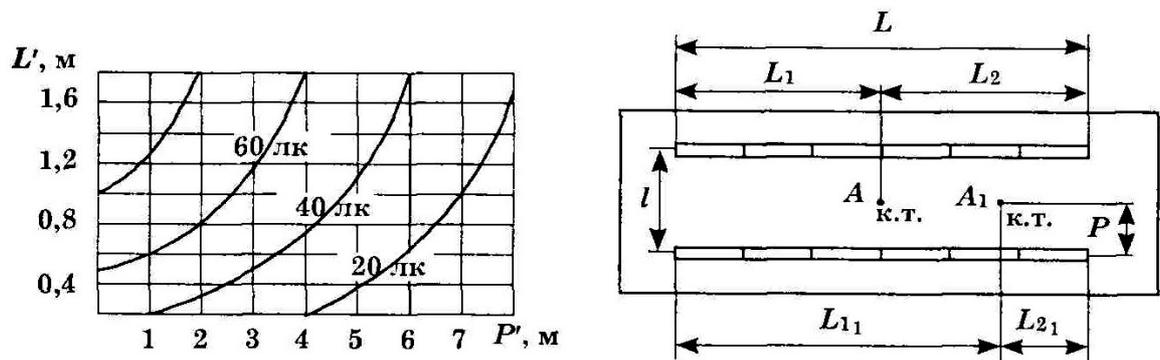


Рис. 3.10. Схема к определению относительной освещенности в контрольной точке:  $L$  — длина ряда светильников;  $P$  — расстояние от контрольной точки (к.т.) до проекции ряда на рабочую поверхность.

Суммарная относительная освещенность  $\sum \varepsilon$  в этой точке будет равна сумме от четырех ближайших светильников:

$$\sum \varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4$$

Для ориентировочных расчетов производственного освещения иногда используют метод удельной мощности (метод Ватт).

Мощность одной лампы  $P_n$  в этом случае рассчитывается по формуле:

$$P_n = \frac{P_y \cdot S_n \cdot K_3}{n}, \text{ Вт,}$$

где  $P_y$  — удельная мощность, Вт/м<sup>2</sup>;  $S_n$  — площадь помещения, м<sup>2</sup>;  $n$  — число ламп.

Удельная мощность  $P_y$  зависит от нормируемой освещенности  $E_n$ , площади помещения  $S_n$ , высоты подвеса  $h_c$ , типа светильника  $T_c$ , коэффициентов отражения потолка  $\rho_n$ , стен  $\rho_{cm}$  и коэффициента запаса  $K_3$ .

### 3.3 Психофизиологическое воздействие цвета

Важнейшим фактором улучшения зрительных условий труда и профилактики утомления является правильное цветовое оформление производственных помещений и их интерьера.

Установлено, что цвета могут воздействовать на человека по-разному: одни цвета успокаивают, а другие раздражают. Например, красный цвет — возбуждающий, горячий вызывает у человека условный рефлекс, направленный на самозащиту. Оранжевый воспринимается людьми так же как горячий, он согревает, бодрит, стимулирует к активной деятельности. Желтый — теплый,

весенний, располагает к хорошему настроению. Зеленый - цвет покоя и свежести, успокаивающе действует на нервную систему, а в сочетании с желтым благотворно влияет на настроение. Синий и голубой цвета свежи и прозрачны, кажутся легкими, воздушными. Под их воздействием уменьшается физическое напряжение, они могут регулировать ритм дыхания, успокаивать пульс. Черный цвет - мрачный и тяжелый, резко снижает настроение. Белый цвет - холодный, однообразный, способный вызвать апатию.

Разностороннее эмоциональное воздействие цвета на человека позволяет широко использовать его в гигиенических целях. Поэтому при оформлении интерьера производственного помещения цвет используют как композиционное средство, обеспечивающее гармоническое единство помещения и технологического оборудования, как фактор, создающий оптимальные условия зрительной работы и способствующий повышению работоспособности; как средство информации, ориентации и сигнализации для обеспечения безопасности труда.

Поддержание рациональной цветовой гаммы в производственных помещениях достигается правильным выбором осветительных установок, обеспечивающих необходимый световой спектр. В процессе эксплуатации осветительных установок необходимо предусматривать регулярную очистку от загрязнения светильников и остекленных проемов.

### **3.4 Защита от механических колебаний**

К механическим колебаниям относятся: вибрация, акустический шум, ультразвук и инфразвук.

Общим свойством этих физических процессов является то, что они связаны с переносом энергии. При определенной величине и частоте эта энергия может оказывать неблагоприятное воздействие на человека.

#### **3.4.1 Вибрация**

*Вибрация* — это колебательный процесс, при котором отдельные элементы механических и других систем периодически проходят через положение равновесия.

Основными физическими параметрами вибрации являются частота колебаний ( $f$ , Гц), амплитуда ( $A$ , м), виброскорость ( $V$ , м/с) и виброускорение

( $W$ , м/с<sup>2</sup>), находящиеся в следующей зависимости:

$$V = 2\pi f A, \text{ м/с}; \quad W = (2\pi f)^2 \cdot A, \text{ м/с}^2.$$

Причиной вибрации являются неуравновешенные силы воздействия. Вибрация может реализовываться в шести направлениях в соответствии с шестью степенями свободы (рис. 3.11).

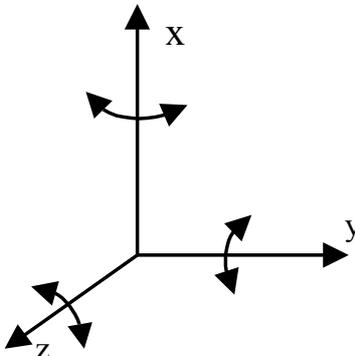


Рис. 3.11. Степени свободы.

Основными источниками вибраций являются электрические приводы, рабочие органы машин ударного действия, вращающиеся массы, подшипниковые узлы, зубчатые зацепления и т.д. Вибрация генерируется различным технологическим оборудованием: металло- и деревообрабатывающими станками, транспортными средствами, ручным электрифицированным инструментом и различными машинами. Кроме того, вибрация может использоваться для интенсификации некоторых технологических процессов.

По источнику возникновения вибрации, подразделяется на транспортную, возникающую в результате движения машин; транспортно-технологическую, когда одновременно с движением машина выполняет технологический процесс; технологическую, возникающую при работе стационарного оборудования и машин.

Ощущение вибрации воспринимается человеком посредством воздействия колебательных движений на кожный покров, нервно-мышечную и костную ткань.

Вибрация может оказывать двойное воздействие на организм. При высокой интенсивности и продолжительном воздействии, она может вызвать тяжелое заболевание. При небольших интенсивностях и продолжительности, вибрация может снизить утомляемость, повысить обмен веществ, тонус и т.п.

По способу передачи на человека вибрация подразделяется на общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего

человека, и локальную, передающуюся через руки человека.

Общие вибрации, воздействуя на нервную и сердечно-сосудистую системы, вызывают головные боли, тошноту, появление внутренних болей, ощущение тряски внутренних органов, расстройство аппетита, нарушение сна и др.

Местные (локальные) вибрации приводят к спазмам сосудов, которые развиваются с концевых фалангов пальцев и через кисть и предплечье охватывают сосуды сердца, ухудшают периферическое кровообращение (из-за спазмов сосудов конечностей), приводят к снижению болевой чувствительности, ограничению подвижности суставов (из-за окостенения сухожилий мышц и отложения солей в суставах), атрофии мышц, нарушению обмена веществ, возникновению новообразований (костных мозолей) и др.

Наибольшую опасность представляет общая вибрация, так как на частотах 6—9 Гц возможны разрывы внутренних органов из-за резонанса.

Весь комплекс возможных нарушений здоровья человека, вызванных действием вибрации, называется виброболезнью, лечение которой эффективно на ранних стадиях.

### **Нормирование и гигиеническая оценка вибраций**

Количественными характеристиками вибрации, определяющими ее воздействие на человека, являются среднеквадратичные значения виброскорости  $V$ , м/с, виброускорение ( $W$ , м/с<sup>2</sup>) и логарифмические уровни виброскорости  $L_v$ , дБ в октавных полосах частот со следующими среднегеометрическими частотами: 1, 2, 4, 8, 16, 31,5, 63, 125, 250, 500 и 1000 Гц. Логарифмические уровни виброскорости (октавные уровни виброскорости) определяются по формуле:

$$L_v = 10 \lg \frac{V^2}{V_o^2} = 20 \lg \frac{V}{V_o}, \text{ дБ,}$$

где  $V$ — среднеквадратичное значение виброскорости, м/с;  $V_o$  — опорная виброскорость ( $V_o = 5 \cdot 10^{-8}$ , м/с).

Нормированные значения виброскорости, виброускорения и октавных уровней виброскорости регламентируются нормами отдельно для каждого установленного направления (табл. 3.3, 3.4).

**Таблица 3.3**

### **Предельно допустимые значения общей вибрации рабочих мест**

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Допустимые значения по осям $X_o, Y_o, Z_o$			
	виброскорость		Виброускорение	
	м/с·10 <sup>-2</sup>	дБ	м/с <sup>2</sup>	дБ
	1/1 окт			
1	2	3	4	5
2,0	1,3	108	0,14	53
4,0	0,45	99	0,10	50
8,0	0,22	93	0,10	50
16,0	0,20	92	0,20	56
31,5	0,20	92	0,40	62
63	0,20	92	0,80	68
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	0,2	92	0,1	50

**Таблица 3.4.**

**Предельно допустимые значения локальной производственной вибрации**

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям $X_n, Y_n, Z_n$			
	Виброускорение		виброскорость	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	м/с·10 <sup>-2</sup>	дБ
1	2	3	4	5
8	1,4	73	2,8	115
16	1,4	73	1,4	109
31,5	2,7	79	1,4	109
63	5,4	85	1,4	109
125	10,7	91	1,4	109
250	21,3	97	1,4	109
500	42,5	103	1,4	109
1000	85,0	109	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	76	2,0	112

**Методы и средства обеспечения вибробезопасных условий труда**

Основным направлением по защите персонала от вибраций является автоматизация и механизация производственных процессов. Однако в тех случаях, когда автоматизация и механизация невозможны, используются следующие методы и средства борьбы с вибрациями.

*Снижение возможности виброгенерации в источнике.* Для этого при выборе кинематических и технических схем предпочтение должно отдаваться таким

схемам, где динамические воздействия и вызванные ими ускорения оказываются сниженными. С этой целью, например, заменяют: штамповку прессованием; клепку сваркой; ударную правку вальцовкой; кривошипно-шатунный механизм равномерно вращающимся; подшипники качения подшипниками скольжения; зубчатые (прямозубые) передачи специальными (например, косозубыми). Важным в данном случае является балансировка вращающихся масс, выбор рабочих режимов, числа оборотов, качество обработки поверхностей, наличие люфтов, зазоров, смазки и т.д.

*Снижение вибрации на путях ее распространения* эффективно применением вибропоглощения, исключением резонансных режимов, виброгашением, виброизоляцией и др.

*Вибропоглощение* (вибродемпфирование) реализуется путем использования материалов с большим внутренним сопротивлением (сплавы цветных металлов, полимерные и резиноподобные материалы), а также применением вибропоглощающих листовых и мастичных покрытий (с большим внутренним трением) вибрирующих поверхностей. Листовые покрытия выполняются из резинообразных материалов (винипор). Мастичные покрытия являются более прогрессивными.

*Исключение резонансных режимов* достигается путем изменения массы  $m$  или жесткости системы  $q$ :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{q}{m}}, \text{ Гц,}$$

где  $f_0$  — собственная частота системы.

*Виброгашение* реализуется путем установки машин и агрегатов на индивидуальные основания (фундаменты), увеличением жесткости системы (например, за счет ребер жесткости), установки на систему динамических виброгасителей (для дискретного спектра).

*Виброизоляция* достигается введением в колебательные системы упругой связи, препятствующей передаче вибраций от машин к основанию, смежным элементам конструкции или к человеку. С этой целью используются различные виброизоляторы — пружинные, резиновые, комбинированные, а также гибкие вставки в коммуникации воздухопроводов, разделение перекрытий и несущих конструкций гибкой связью и др.

Эффективность виброизоляции оценивается коэффициентом

эффективности ( $K_{эф}$ ), который представляет собой отношение виброскорости  $V$ , м/с, или уровня виброскорости  $L_v$ , дБ, к значению этих величин после ее введения  $V_3$  и  $L_{v_3}$ :

$$K_{эф} = v/v_3, \quad K_{эф} = L_v/L_{v_3}$$

В системах, генерирующих наиболее простые гармонические колебания, виброзащита считается достаточной, когда отношение частоты возбуждения  $\Omega$  к частоте собственных колебаний системы  $\omega_0$  более 1,41 ( $\Omega/\omega_0 > 1,41$ ). В этом случае  $K_{эф} > 1$ . При частоте возбуждения  $\Omega = 1,41 \omega_0$  колебания передаются без изменения ( $K_{эф} = 1$ ), а при  $\Omega/\omega_0 < 1,41$  система усиливает колебания ( $K_{эф} < 1$ ).

Для защиты от вибрации при работе с ручным механизированным электрическим и пневматическим инструментом применяются разнообразные индивидуальные средства защиты: виброзащитные рукоятки, виброзащитные рукавицы или перчатки и др. Для защиты работающих от вибрации, передаваемой через ноги, используется специальная виброзащитная обувь.

**Таблица 3.5**

Показатель превышения вибрационной нагрузки на оператора $\Delta$ , дБ	Тн, мин	Показатель превышения вибрационной нагрузки на оператора $\Delta$ , дБ	Тн, мин
1	381	7	95
2	308	8	76
3	240	9	60
4	191	10	48
5	151	11	38
6	120	12	30

Организационно-профилактические мероприятия включают в себя требования к персоналу (возраст, медицинское освидетельствование, инструктаж), ограничение времени работы с виброисточником (виброинструментом), проведение работ в помещении с температурой более 16 °С, теплые водные процедуры для рук, специальная производственная гимнастика, витаминпрофилактика (ежедневный прием витаминов В и С),

перерывы в работе (через каждый час 10—15 мин.) и др.

Важной мерой профилактики виброболезни работающих является ограничение времени воздействия вибрации, которое осуществляется путем установления для лиц виброопасных профессий внутрисменного режима труда. Режим труда устанавливается при превышении вибрационной нагрузки на оператора не менее 1 дБ (в 1,12 раза), но не более 12 дБ (4 раза).

При превышении более 12 дБ запрещается проводить работы и применять машины, генерирующие такую вибрацию.

Периодичность контроля вибрационной нагрузки на оператора при воздействии локальной вибрации должны быть не реже 2 раз в год, общей – не реже раза в год.

В таблице 3.5 приведено допустимое суммарное время непрерывного воздействия локальной вибрации на работающих за смену.

### **3.4.2 Акустический шум**

#### **Основные источники шума и его воздействие на организм человека**

Среди проблем оздоровления окружающей среды борьба с шумами является одной из актуальнейших. В крупных городах шум является одним из основных физических факторов, формирующих условия среды обитания.

Рост промышленного и жилищного строительства, бурное развитие различных видов транспорта, все большее применение в жилых и общественных зданиях сантехнического и инженерного оборудования, бытовой техники привели к тому, что уровни шума в селитебных зонах города стали сравнимы с уровнями шумов на производстве.

Шумовой режим крупных городов формируется главным образом автомобильным и рельсовым транспортом, составляющим 60-70% всех шумов. Заметное влияние на уровень шума оказывает увеличение интенсивности воздушных перевозок, появление новых мощных самолетов и вертолетов, а также железнодорожный транспорт, открытые линии метро и метро мелкого заложения.

Вместе с тем, в некоторых крупных городах, где предпринимаются меры по улучшению шумовой обстановки наблюдается снижение уровней шума. Так, в Минске в последние десятилетия уровень шума снижается примерно на 4 дБ в 5 лет. Это обусловлено такими причинами как обновление транспортного парка при

постоянном росте потоков грузовых и легковых перевозок, расширением сети метро и т.п.

Основными источниками производственных шумов, формирующих шумовой режим в рабочей зоне и оказывающих определенное влияние на уровни шума прилегающих жилых районов, являются металло- и деревообрабатывающее оборудование, энергетические и вентиляционные установки, внутризаводской транспорт и др.

Предполагается, что тенденция роста шума в ближайшие десятилетия сохранится, что обуславливается, прежде всего, ростом автомобильного и других видов транспорта, развитием промышленности, механизацией сельского хозяйства и т.п.

Акустический шум определяется как совокупность различных по силе и частоте звуков, возникающих в результате колебательного движения частиц в упругих средах (твердых, жидких, газообразных).

Звуковые ощущения возникают в органах слуха при воздействии на них звуковых волн в диапазоне от 16 Гц до 22 тыс. Гц. Звук распространяется в воздухе со скоростью 344 м/с.

Величина порога слышимости зависит от частоты ощущаемых звуков и равна  $10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup> ( $2 \cdot 10^{-5}$  Па) на частотах близких 1000 Гц. Верхней границей является порог болевого ощущения, который в меньшей степени зависит от частоты и лежит в пределах 130 – 140 дБ (на частоте 1000 Гц по интенсивности 10 Вт/м<sup>2</sup>, по звуковому давлению  $2 \cdot 10^2$  Па).

Основными количественными характеристиками шума являются интенсивность  $I$ (Вт/м<sup>2</sup>), звуковое давление  $P$ (Па), звуковая мощность  $W$ (Вт), логарифмические уровни интенсивности или силы звука  $L_I$ (дБ) и звукового давления  $L_P$ (дБ).

Соотношение уровня интенсивности и частоты определяет ощущение громкости звука, т.е. звуки, имеющие различную частоту и интенсивность, могут оцениваться человеком как равногромкие. Это явление иллюстрируется кривыми равной громкости (рис. 3.12).

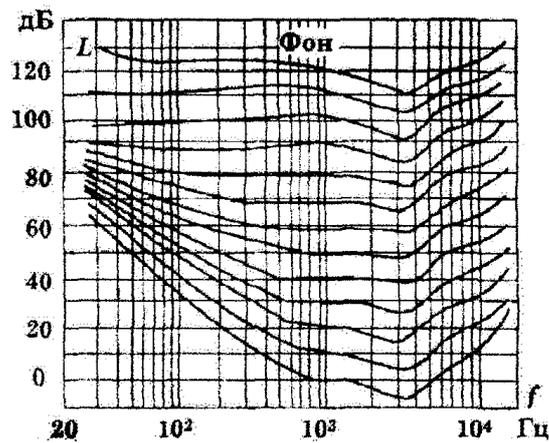


Рис 3.12. Кривые равной громкости

При восприятии звуковых сигналов на определенном акустическом фоне может наблюдаться эффект маскировки сигнала.

Эффект маскировки может отрицательно сказываться в акустических индикаторах и может быть использован для улучшения акустической обстановки (например, в случае маскировки высокочастотного тона низкочастотным, который менее вреден для человека).

С биологической точки зрения шумом может считаться любой нежелательный звук, мешающий восприятию полезных звуков в виде сигналов и речи.

*По происхождению шум может быть механическим, аэрогидродинамическим и электромагнитным.*

*Механический шум* возникает в результате ударов в сочленяющихся частях машин, их вибрации, что имеет место при механической обработке деталей, в зубчатых передачах, в подшипниках качения и т.п. Мощность звукового излучения поверхности, совершающей колебания, зависит от интенсивности колебаний вибрирующих поверхностей, из размеров, формы, способов крепления и др.

*Аэрогидродинамический шум* появляется в результате пульсации давления в газах при их движении в трубопроводах и каналах (турбомашины, насосные агрегаты, вентиляционные системы, компрессоры и т.п.).

*Электромагнитный шум* является результатом растяжения и изгиба ферромагнитных материалов при воздействии на них переменных электромагнитных полей (электрических машин, трансформаторов, дросселей и т.п.).

Воздействие шума на человека проявляется от субъективного раздражения до объективных патологических нарушений функции органов слуха, центральной

нервной системы, сердечно-сосудистой системы, внутренних органов.

Характер шумового воздействия обусловлен его физическими характеристиками (уровнем, спектральным составом и т.п.), длительностью воздействия и психо-физиологическим состоянием человека.

Под воздействием шума снижается внимание, работоспособность. Шум нарушает сон и отдых людей.

Все разнообразие невротических и кардиологических расстройств, нарушения функций желудочно-кишечного тракта, слуха и т.д., которые возникают под влиянием шума, объединяется в симптомокомплекс «шумовой болезни».

### Нормирование и гигиеническая оценка шумов

Слуховой анализатор человека способен воспринимать звуковые колебания в определенном диапазоне, как частот, так и интенсивностей, ограниченном верхним и нижним порогами, зависящими от звуковой частоты.

*Интенсивностью звука ( $I$ )* называется мощность ( $W$ ), создаваемая источником, приходящаяся на единицу площади, перпендикулярной к направлению распространения звука. Если источник шума находится в сфере радиуса  $R$ , то средняя интенсивность звука ( $I_{cp}$ ) на поверхности этой сферы равна:

$$I_{cp} = \frac{W}{4 \cdot \pi R^2}, \text{ Вт/м}^2,$$

где  $W$  - звуковая мощность источника, Вт;

Для гигиенической оценки шума в качестве количественных характеристик используются не абсолютные значения интенсивности или звукового давления, а логарифмические уровни этих величин, определяемые отношением их к условному нулевому уровню, соответствующему порогу слышимости на частоте 1000 Гц ( $I_o$  и  $P_o$ ).

Логарифмические уровни интенсивности или силы звука ( $L_I$ ) и звукового давления ( $L_P$ ) измеряются в децибелах и определяются соответственно по формулам:

$$L_I = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_o}, \text{ дБ},$$

$$L_P = 10 \cdot \lg \frac{P^2}{P_o^2} = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_o}, \text{ дБ},$$

где  $I$  и  $I_o$  – фактическая и пороговая интенсивности звука соответственно,

Вт/м<sup>2</sup> ( $I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>);  $P$  и  $P_0$  – фактическое и пороговое звуковое давление соответственно, Па. ( $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па).

Так как на слух действует квадрат звукового давления (квадратичное давление,  $P^2$ ), то интенсивность или сила звука ( $I$ ) связана с квадратичным звуковым давлением ( $P$ ) следующим соотношением:

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot c}, \text{ Вт/м}^2,$$

где  $\rho$  – плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;  $c$  – скорость прохождения звуковой волны, (344 м/с).

В связи с тем, что вредность шума зависит не только от его интенсивности, но и от частоты звуковых колебаний (высокочастотные шумы более вредны), при гигиенической оценке шума определяется не только общий уровень звукового давления, но и относительное распределение звуковой энергии по всей области звуковых частот.

Для этого спектр шума разбивается на отдельные частотные полосы, в каждой из которых определяется уровень звукового давления.

За ширину полосы принята октава, т.е. интервал частот, в котором высшая частота ( $f_v$ ) в два раза больше низшей частоты ( $f_n$ ).

Октавный уровень звукового давления определяется на среднегеометрической частоте, которая определяется по формуле:

$$f_{\text{ср.}} = \sqrt{f_v \cdot f_n}, \text{ Гц}$$

Весь звуковой диапазон разбит на восемь октав со следующими среднегеометрическими частотами 31,5; 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

Октавные уровни звукового давления оцениваются в дБ, а общий уровень – в дБ·А, измеряемый по шкале «А» шумомера. В этом случае к фактическому уровню автоматически вносится поправка (коррекция) в соответствии с частотной характеристикой чувствительности слухового анализатора.

По характеру спектра шумы подразделяются на *широкополосные*, с непрерывным спектром шириной более одной октавы и *тональные*, в спектре которых имеются слышимые дискретные тона, превышающие уровни в одной полосе, по сравнению с соседними, не менее чем на 10 дБ.

По временным характеристикам шумы делятся на *постоянные*, уровень звука на которых в течение рабочего дня изменяется не более чем на 5 дБ·А, и

*непостоянные*, уровень звука которых в течение рабочего дня изменяется более чем на 5 дБ·А.

Непостоянные шумы бывают: колеблющиеся, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени; прерывистые, уровень звука которых резко падает до уровня фонового шума, причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным и превышающим уровень фонового шума, составляет 1 с и более, а уровень звука на 5 дБ·А и более; импульсные, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука отличаются не менее чем на 7 дБ·А.

Допустимые уровни постоянных и непостоянных шумов регламентируются для производственных условий труда в зависимости от назначения производственного помещения или характера выполняемых работ и от характеристик шума, а для населенных мест – в зависимости от времени суток (ночное, дневное), места (внутри жилых комнат, в зоне отдыха) и вида жилого помещения.

Основным нормируемым параметром (характеристикой) постоянного шума на рабочем месте являются октавные уровни звуковых давлений в дБ. Правилами допускается использование уровня звука в дБА при ориентировочной оценке акустических условий.

Количественной характеристикой непостоянных шумов является интегральный критерий – эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА, определяемый по формуле:

$$L_{Aэкв} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T \left( \frac{P_A(t)}{P_o} \right)^2 dt ,$$

где  $P_A(t)$  – текущее значение среднего квадратического звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера, Па;  $P_o$  – исходное значение звукового давления (в воздухе  $P_o = 2 \cdot 10^{-5}$  Па);  $T$  – время действия шума, ч.

Допускается в качестве характеристики постоянного шума использовать дозу шума или относительную дозу шума.

Дополнительно для колеблющегося и прерывистого шума ограничивают максимальные уровни звука в дБА, измеренные на временной характеристике «медленно» ( $\leq 110$  дБА), а для импульсного шума – максимальный уровень звука в дБА, измеренный на временной характеристике «импульс» ( $\leq 125$  дБА).

Допустимые уровни для некоторых производств и жилой зоны представлены

соответственно в табл. 3.6, табл. 3.7 и табл. 3.8.

Гигиеническая оценка шума на рабочих местах или в жилой зоне осуществляется на основании измерения или акустического расчета (при прогнозировании шумовой обстановки) количественных характеристик шума в контрольных точках и сравнения их уровней с допустимыми.

Таблица 3.6

**Допустимые уровни звука**

Назначение района застройки, Территорий	Допустимые уровни звука $L$ , дБА	
	с 7 до 23 ч	с 23 до 7 ч
Курортные и лечебно-оздоровительные районы (зоны)	40	30
Территории больниц и санаториев (вне курортных районов)	45	35
Территории и зоны массового отдыха (вне курортных районов)	50	–
Новый проектируемый жилой район города (населенного пункта)	55	45
Реконструируемый жилой район, жилой район города (населенный пункт), со сложившейся застройкой	60	50
Промышленные районы или зоны, включающие жилую застройку	65	55

Расчет уровней шума (октавных уровней звукового давления) на рабочих местах при наличии одного источника осуществляется по следующим формулам:

а) в зоне прямого и отраженного звука:

$$L = L_w + 10 \lg \left( \frac{K \cdot \Phi}{S} + \frac{4 \cdot \Psi}{B} \right);$$

б) в зоне прямого звука:

$$L = L_w + 10 \lg \frac{K \cdot \Phi}{S};$$

в) в зоне отраженного звука:

$$L = L_w - 10 \lg \frac{\Psi}{B} + 6,$$

где  $L_w$  – октавный уровень звуковой мощности, дБ ( $L_w = 10 \lg \frac{w}{w_0}$ , дБ, где  $w$  –

звуковая мощность источника, Вт;  $w_0$  – опорная звуковая мощность, равная  $10^{-12}$  Вт);  $K$  – коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля (определяется по графику), зависит от расстояния между акустическим центром и контрольной точкой (местом измерения);  $S$  – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающей источник,  $m^2$ ;  $B$  – постоянная помещения,  $m^2$ , определяется в зависимости от объема помещения ( $V$ ), коэффициента отражения ограждающих поверхностей ( $\alpha$ ), ( $B = \alpha \cdot A$ ), где  $A$  – эквивалентная площадь звукопоглощения,  $m^2$ ,  $A = \alpha \cdot S$  или  $A = V/T$ , где  $S$  – площадь ограждающих поверхностей,  $\alpha$  – коэффициент звукопоглощения этих поверхностей,  $T$  – время реверберации данного помещения, с.  $\psi$  – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности поля;  $\Phi$  – фактор направленности

источника шума.  $\Phi = \frac{P_i^2}{P_{cp}^2}$ , где  $P_i$  – звуковое давление, измеренное на определенном расстоянии от источника в заданном направлении, Па;  $P_{cp}$  – звуковое давление, усредненное по всем направлениям на том же расстоянии,

$$P_{cp}^2 = \frac{P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2}{n}, \text{ где } n \text{ – количество измерений.}$$

При наличии в помещении нескольких ( $n$ ) источников шума с различными шумовыми характеристиками ( $L_w, \Phi, \Pi H$  – показатель направленности, определяемый как  $\Pi H = 10 \lg \Phi$ ) общий октавный уровень звукового давления ( $L_\Sigma$ ) определяется по формуле:

$$L_\Sigma = 10 \lg \left( 10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + \dots + 10^{0,1L_n} \right)$$

Если в помещении имеется  $n$  источников шума с одинаковыми шумовыми характеристиками, то суммарный октавный уровень звукового давления можно определить из выражения:

$$L_\Sigma = L_1 + 10 \lg n$$

Таблица 3.7

**Допустимые уровни звукового давления и эквивалентные уровни звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий**

№ п/п	Виды трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность; руководящая работа с повышенными требованиями; научная деятельность; конструирование и проектирование; преподавание и обучение; врачебная деятельность; рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро; расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

2	Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности; административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
---	--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Окончание табл. 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа; рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4	Работа, требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами; рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону; в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

	размещения шумных агрегатов вычислительных машин										
5	Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пп. 1-4 и аналогичных им) на постоянны рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблица 3.8

## Допустимые уровни звука

Назначение района застройки, территорий	Допустимые уровни звука L, дБА $A_{эв.дн.}$	
	с 7 до 23 ч	с 23 до 7 ч
<b>Учебно-оздоровительные учреждения</b>		
Палаты больниц, санаториев, операционные больниц	35	25
Кабинеты врачей больниц, санаториев, поликлиник, провизорские аптеки	35 45	35 35
Территории больниц и санаториев	40	30
Жилые помещения домов отдыха и пансионатов		
<b>Жилые здания</b>		
Жилые комнаты квартир	40	30
Жилые комнаты в общежитиях и гостиницах	45	35
Территории жилой застройки в 2 м от здания	55	45
<b>Места отдыха</b>		
Площади отдыха в микрорайоне, сады, парки(зоны тихого отдыха)	45	–
<b>Детские дошкольные и школьные учреждения</b>		
Спальные помещения в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах	40	30
Классы в школах	40	–
Игровые площадки детских дошкольных учреждений	45 50	– –
Пришкольные участки		
<b>Зрелищные учреждения</b>		
Зрительные залы концертных залов и театров	35	–
Зрительные залы кинотеатров	40	–
Фойе театров и кинотеатров	55	–
Летние кинотеатры	45	–
<b>Спортивные сооружения в микрорайонах и парках</b>		
Спортивные площадки	55	–
Спортивные залы	50	–
Стадионы	60	–
<b>Учебные заведения, проектные и научно-исследовательские учреждения, административные здания</b>		
Конференц-залы, аудитории	40	–
Помещения управлений и конструкторских бюро в административных зданиях	50	–
<b>Учреждения торговли и общественного питания</b>		
Залы кофе, рестораны, столовые	55	–
Торговые залы магазинов, летние кафе	60	–
<b>Учреждения обслуживающего назначения</b>		
Приемные пункты предприятий бытового обслуживания, парикмахерские	60	–

Примечания: 1. В зависимости от условий и места расположения объекта в нормативные показатели таблицы следует вносить поправки: курортный район – 5

дБА; новый проектируемый городской или жилой район –  $\pm 0,5$  дБА; жилая застройка, расположенная в существующей (сложившейся) застройке +5 дБА.

2. Эквивалентные уровни, дБА, для шума, создаваемого средствами транспорта (автомобильного, железнодорожного, воздушного) в 2 м от ограждающих конструкций зданий, обращенных в сторону источников шума, допускается принимать на 10 дБА выше уровней звука, указанных в таблице (для жилых зданий).

### **Принципы, методы и средства борьбы с шумами**

Для защиты от шума применяются следующие основные принципы: снижение шума в источнике, ослабление его на пути распространения и применение административных (организационных) мер.

Устранения или ослабления шума в источнике достигают применением ряда конструктивных и технологических методов, в том числе: заменой механизмов ударного действия безударными; возвратно-поступательных движений вращательными; подшипников качения подшипниками скольжения; металлических деталей деталями из пластмасс или других незвучных материалов; соблюдением минимальных допусков в сочленениях; балансировкой движущихся деталей и вращающихся масс, смазкой, заменой зубчатых передач клиноременными и гидравлическими и т.п.

Так, замена прямозубых шестерен шевронными дает снижение шума на 4-5 дБ, зубчатых и цепных передач клиноременными и зубчато-ременными – на 8-10 дБ, подшипников качения на подшипники скольжения – на 12-14 дБ. Применение текстолитовых или капроновых шестерен в паре со стальными позволяет снизить шум на 9-11 дБ.

Ослабление шума на пути распространения достигается звукоизоляцией, звукопоглощением и применением архитектурно-планировочных и строительно-акустических методов.

На производстве звукоизоляция реализуется устройством различных преград на пути распространения звуковых волн: кожухов, акустических экранов, кабин, выгородок, звукоизолирующих перегородок между помещениями и др. В жилой зоне с этой целью используют естественные или искусственные экраны.

Звукоизолирующая (ЗИ) способность преграды зависит от поверхностной плотности перегородки ( $G$ , кг/м<sup>2</sup>), частоты звука ( $f$ , Гц) и определяется по формуле:

$$ЗИ = 20 \lg (G \cdot f) - 47,5 \text{ дБ}$$

Звукопоглощение используется для снижения отражения звуковой энергии от

поверхностей преграды, а также увеличения звукопоглощающего фонда внутри производственных и других помещений и улучшения их акустических характеристик (сокращения времени реверберации).

Для звукопоглощения используются пористо-волокнистые материалы, звукопоглощающие свойства которых зависят от структуры материала, толщины слоя, частоты звука и наличия воздушного промежутка между слоем материала и отражающей стенкой.

В пористых материалах энергия звуковых волн частично переходит в тепловую за счет трения воздуха в порах и рассеивается. В качестве звукопоглощающих материалов и устройств применяют ультратонкое стекловолокно, капроновое волокно, минеральную вату, пористый поливинилхлорид, древесноволокнистые и минераловатные плиты на различных связках с окрашенной и перфорированной поверхностью.

Улучшения характеристик производственных и иных помещений добиваются увеличением их эквивалентной площади звукопоглощения путем размещения на их внутренних поверхностях звукопоглощающих облицовок, а также использованием штучных звукопоглотителей и кулис, представляющих собой объемные емкости различной формы, заполненные звукопоглощающим материалом, и подвешиваемых к потолку равномерно по помещению или над источниками шума (рис.3.13)

Наибольший эффект при акустической обработке помещений достигается в точках, расположенных в зоне отраженного звука, при этом акустически обработанная поверхность должна составлять не менее 60% от общей площади ограничивающих поверхностей.

В узких и высоких помещениях целесообразно облицовку размещать на стенах, оставляя нижние части стен (до 2 м высотой) необлицованными, либо проектировать конструкцию звукопоглощающего подвесного потолка.

Если площадь поверхностей, на которых возможно размещение звукопоглощающей облицовки мала (менее 60% от общей площади внутренних поверхностей), рекомендуется применять дополнительно штучные поглотители, подвешивая их как можно ближе к источнику шума, либо предусматривать устройство щитов в виде звукопоглощающих кулис.

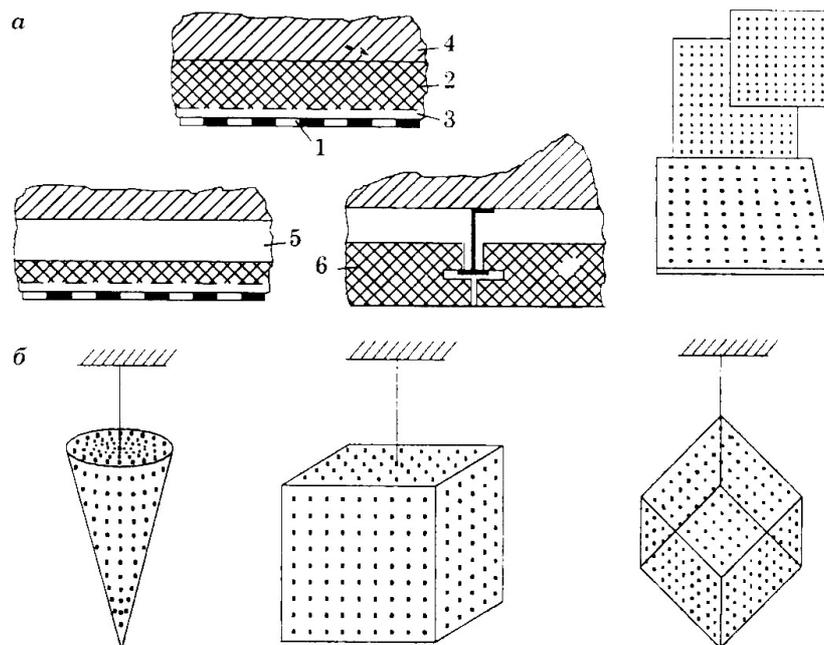


Рис. 3.13. Акустическая обработка помещений:

1 – защитный перфорированный слой; 2 – звукопоглощающий материал; 3 – защитная стеклоткань; 4 – стена или потолок; 5 – воздушный промежуток; 6 – плита из звукопоглощающего материала.

Эффективность акустической обработки помещения (в зоне отраженного звука) определяется по формуле:

$$\Delta L_{обл} = 10 \lg \frac{B_2}{B_1}, \text{ дБ},$$

где  $B_1$  и  $B_2$  – постоянные помещения до и после облицовки.  $B_1 = A_1(1 - \alpha_1)$ , где  $A_1$  – эквивалентная площадь звукопоглощения до проведения акустической обработки помещения,  $\text{м}^2$  и может быть определена по времени реверберации помещения ( $T$ , с):  $A = V/T$ , где  $V$  – объем помещения,  $\text{м}^3$ ;  $\alpha_1$  – средний коэффициент звукопоглощения.  $\alpha_1 = A_1/S_n$ , где  $S_n$  – площадь внутренних поверхностей помещения до облицовки.  $B_2 = A_2(1 - \alpha_2)$ ,  $\text{м}^2$ , где  $A_2$  – эквивалентная площадь звукопоглощения помещения после его акустической обработки, равная  $A_2 = \Delta A + A_1$ , где  $\Delta A$  – добавочное поглощение, вносимое акустической обработкой ( $\Delta A = \alpha_{обл} \cdot S_{обл}$ );  $\alpha_2$  – средний коэффициент звукопоглощения после обработки помещения ( $\alpha_2 = A_2/S_n$ ).

Архитектурно-планировочные меры, применяемые для улучшения шумового режима в жилых районах, включают в себя ряд градостроительных

приемов таких как: вынос из селитебных зон шумных промышленных объектов; использование территориальных разрывов между источниками шума и жилой застройкой; районирование и зонирование жилых территорий и объектов с учетом интенсивности источников шума; использование рельефа местности, специальных искусственных экранов-выемок, насыпей, экранов-стенок, экранов-зданий жилого и нежилого типа, озеленения и др.

*Строительно-акустические методы* включают в себя различные конструктивные и строительные средства: планировку помещений; использование звукопоглощающих конструкций (стен, перекрытий, окон и т.п.); снижение шума санитарно-технического оборудования и др.

*Административные меры* заключаются в регламентировании работ промышленных объектов, отдельных агрегатов, машин и оборудования, особой организации движения транспорта и т.п.

В качестве средств для временной защиты людей от шума и в случаях, когда применение других методов борьбы с шумами недостаточно, применяются индивидуальные средства. Они бывают внутреннего и наружного типов. К внутренним относятся вкладыши, закладываемые в слуховой канал уха, а к наружным – наушники, шлемы, каски.

Вкладыши бывают многократного (определенной формы и размеров) и однократного использования. Вкладыши многократного использования изготавливаются из эластичных материалов (литая или пористая резина, пластмассы, эбонит и др.), а для однократного – из рыхлых и легко деформируемых материалов (хлопковая вата, ультра- и супертонкое волокно и др.).

Вкладыши многократного использования более эффективны по сравнению с вкладышами однократного пользования, однако последние более удобны в эксплуатации – облегчают их подбор, не вызывают болевых ощущений и раздражений кожи наружного слухового прохода.

Противошумные наушники, шлемы и каски более эффективны, чем вкладыши. Они плотно прилегают к голове вокруг слуховых каналов (что достигается наличием эластичных уплотнительных валиков по краям чашек наушников), создают минимальное раздражающее действие. Однако применять их рекомендуется при высоких уровнях шума (более 120 дБ). Это вызвано тем, что использование их более двух часов может вызывать сильное раздражающее действие.

Основными методами борьбы с аэродинамическими шумами является установка глушителей в сечениях истечения газов и звукоизоляция источника, поскольку методы по их снижению в источнике образования малоэффективны.

Для снижения шума аэродинамических установок и устройств (вентиляционные установки, воздуховоды, пневмоинструмент, газотурбины, компрессоры и др.) применяются поглощающие (активные), отражающие (реактивные) и комбинированные глушители шума (рис. 3.14).

В глушителях активного типа снижение шума происходит за счет превращение звуковой энергии в тепловую в звукопоглощающем материале, размещенном во внутренних полостях. Наиболее распространенным элементом активных глушителей являются облицованные звукопоглощающим материалом каналы круглого и прямоугольного сечения.

Такие глушители называют трубчатыми. Чтобы достичь большей эффективности снижения звука в канале располагают звукопоглощающие

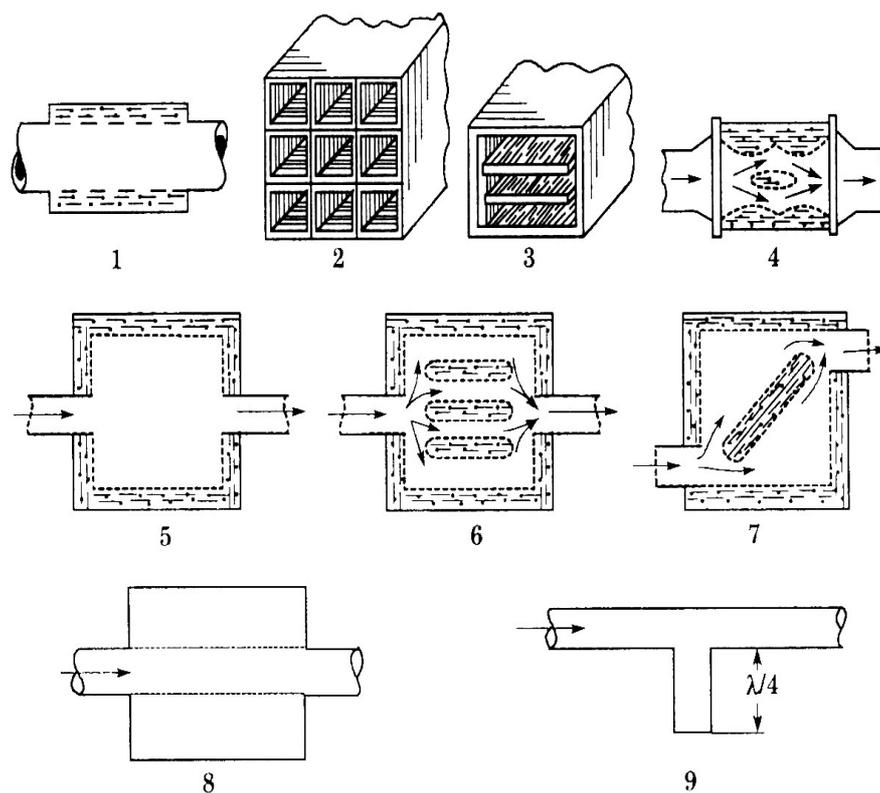


Рис. 3.14. Глушители шума: 1, 2, 3, 4 – соответственно трубчатые, соты, пластинчатые и цилиндрические глушители; 5, 6, 7 – камерные глушители; 8, 9 – резонансные глушители

пластины, цилиндры, соты. Такие глушители называют соответственно пластинчатыми, цилиндрическими и сотовыми. Если канал состоит из отдельных камер, то глушители называют камерными.

В глушителях реактивного типа шум снижается за счет отражения энергии

звуковых волн в системе расширительных и резонансных камер, соединенных между собой и с воздуховодом. Внутренние поверхности этих камер могут облицовываться звукопоглощающим материалом, тогда в низкочастотной области они работают как отражатели, а в высокочастотной – как поглотители звука. Таким образом, в комбинированных глушителях добиваются снижения шума как за счет поглощения, так и за счет отражения.

Борьба с шумами электромагнитного происхождения заключается в более плотной прессовке пакетов магнитопроводов (трансформаторов, дросселей и т.п.) и применении демпфирующих материалов.

### **3.4.3. Защита от ультра- и инфразвука**

Звуковые колебания с частотой более 16-20 кГц являются *ультразвуковыми*.

В последние десятилетия ультразвуковая энергия получила широкое применение в медицине для диагностики и лечения различных заболеваний, в промышленности для очистки деталей, прошивки мелких отверстий, сварки миниатюрных узлов, ускорения химических реакций и электролитических процессов, в сельском хозяйстве для обработки семян перед посевом и др.

Плотность энергии ультразвуковых колебаний и волн в миллионы раз больше плотности звуковой энергии слышимых звуков, поэтому они сильнее воздействуют на организм человека.

Систематическое воздействие на человека ультразвука больших уровней (100-120 дБ) может вызвать быструю утомляемость, боль в ушах, головную боль, функциональные нарушения нервной и сердечно-сосудистой систем, изменение давления, состава и свойств крови.

Ультразвук может действовать на человека, как через воздушную, так и через жидкую и твердую среды.

Допустимые уровни звукового давления в среднегеометрических частотах соответственно равны:

12 500 Гц	75 дБ
16 000 Гц	85 дБ
20 000 Гц и выше	110 дБ

Вредное воздействие ультразвука на организм человека может быть устранено или снижено путем повышения рабочих частот, исключения паразитного излучения звуковой энергии, применением звукоизолирующих

кожухов и экранов, механизацией и автоматизацией процессов, использованием дистанционного управления ультразвуковыми технологическими установками. Важное значение имеют организационно-планировочные мероприятия (обучение, инструктаж, рационализация режима труда и отдыха и др.).

Используемые для защиты от ультразвука кожухи и экраны изготавливаются из листовой стали, дюралюминия (толщиной 1 мм), текстолита или гетинакса (толщиной 5 мм). Эластичные кожухи могут быть изготовлены из нескольких слоев резины общей толщиной 3-5 мм. Экраны могут быть прозрачными.

Защита от действия ультразвука при контактном воздействии состоит в принятии мер, позволяющих исключить контакт работающего с источником. Так, загрузку и выгрузку изделий следует производить при выключенном источнике ультразвука, а в случаях, когда выключение установки нежелательно, применяют специальные приспособления и индивидуальные средства защиты (ручки с виброизолирующим покрытием, резиновые перчатки и т.п.).

*Инфразвук* – это упругие волны, аналогичные звуковым, но с частотами ниже области слышимых человеком частот. За верхнюю границу инфразвуковой области принимают частоты 16-20 Гц.

Инфразвуковые колебания в природе генерируются землетрясениями, извержениями вулканов, морскими бурями и штормами. Они содержатся в шуме атмосферы и леса. Их источниками являются также грозовые разряды, взрывы и орудийные выстрелы. В сфере производства источниками инфразвука являются крупногабаритные машины и механизмы (турбины, компрессоры, промышленные вентиляционные установки, холодновысадочное и штамповочное оборудование, кузнечное производство и др.).

Инфразвуковые колебания ввиду их большой длины волны характеризуются незначительным поглощением. Поэтому инфразвуковые волны в воздухе, в воде и в земной коре могут распространяться на большие расстояния, что используется как предвестник стихийных бедствий. В конце 60-х годов прошлого столетия французский исследователь Гавро обнаружил, что инфразвук определенных частот может вызвать у человека тревожность и беспокойства. Слабые инфразвуки действуют на вестибулярный аппарат и вызывают ощущение морской болезни.

Длительное воздействие инфразвуковых колебаний на организм человека

приводит к появлению утомляемости, головокружению, нарушению сна, психическим расстройствам, нарушению периферического кровообращения, функции центральной нервной системы и пищеварения. Колебания, с уровнем звукового давления более 120-130 дБ в диапазоне частот от 2 до 10 Гц могут приводить к резонансным явлениям в организме.

Для органов дыхания опасны колебания с частотой 1-3 Гц, для сердца – 3-5 Гц, для биотоков мозга – 8 Гц, для желудка – 5-9 Гц.

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц должны быть не более 105 дБ, а в полосе с частотой 32 Гц – не более 102 дБ.

Снижение неблагоприятного воздействия инфразвука достигается комплексом инженерно-технических и медицинских мероприятий, основными из которых являются: устранение причин генерации инфразвука в источнике образования (повышение жесткости конструкций больших размеров), устранение низкочастотных вибраций, применение глушителей реактивного типа (резонансных и камерных), применение индивидуальных средств защиты (специальные противошумы) и проведение медицинской профилактики (предварительных и периодических медицинских осмотров).

Первостепенное значение в борьбе с инфразвуком имеют методы, снижающие его возникновение и ослабление в источнике, так как методы, использующие звукоизоляцию и звукопоглощение малоэффективны.

### **3.5 Защита от неионизирующих электромагнитных излучений**

#### ***3.5.1 Естественные и искусственные источники***

Одним из биологически значимых физических факторов, формирующих условия труда и определяющих экологическую ситуацию на Земле, являются электромагнитные излучения различного происхождения и различных диапазонов частот.

Электромагнитное поле (ЭМП) представляет собой особую форму материи. Всякая электрически заряженная частица окружена электромагнитным полем, составляющим с ней единое целое. ЭМП может существовать и в свободном, отделенном от заряженных частиц состоянии в виде движущихся со скоростью близкой к  $3 \cdot 10^8$  км/с фотонов или в виде излучений движущихся с этой скоростью

электромагнитных волн.

Спектр электромагнитных колебаний по частоте охватывает свыше 20 порядков, от  $5 \cdot 10^{-3}$  до  $10^{21}$  Гц. В зависимости от энергии фотонов его подразделяют на область неионизирующих и ионизирующих излучений. В гигиенической практике к неионизирующим излучениям относят также электрические и магнитные поля.

Движущееся ЭМП (электромагнитное излучение – ЭМИ) характеризуется векторами напряженности электрического  $E$  и магнитного  $H$  полей, которые отражают силовые свойства ЭМП.

В электромагнитной волне векторы  $E$  и  $H$  всегда взаимно перпендикулярны. В вакууме и в воздухе  $E=377 H$ . Длина волны  $\lambda$ , частота колебаний  $f$  и скорость распространения электромагнитных волн в воздухе  $c$  связаны соотношением:

$$c = \lambda \cdot f$$

Около источника ЭМП выделяют ближнюю зону, или зону индукции, которая находится на расстоянии  $r \leq \lambda/2\pi$ , и дальнюю зону, или зону излучения, в которой  $r > \lambda/2\pi$ . В зоне индукции электрическое и магнитное поля можно считать независимыми друг от друга. Поэтому количественными характеристиками поля в этой зоне являются напряженность электрической  $E$  и магнитной  $H$  составляющих. В зоне излучения (волновой зоне), где уже сформировалась бегущая электромагнитная волна, наиболее важным параметром является плотность потока энергии (интенсивность), которая в общем виде определяется векторным произведением  $E$  и  $H$ , а для сферических волн при распространении в воздухе может быть выражена в следующем виде:

$$ППЭ(P) = \frac{P_{ист}}{4\pi \cdot r^2}, \text{ Вт/м}^2,$$

где  $P_{ист}$  – мощность излучения;  $r$  – расстояние от источника.

Многие тысячелетия электромагнитный фон Земли формировался, главным образом, естественными источниками, основными из которых являются геоэлектрическое и геомагнитное поля, излучения космического, солнечного и околоземного происхождения, а также излучения живых организмов.

Электрическое поле Земли направлено перпендикулярно к земной поверхности, заряженной отрицательно относительно верхних слоев атмосферы.

У поверхности Земли напряженность его составляет порядка  $130 \frac{B}{M}$  и с высотой убывает приблизительно по экспоненциальному закону. На высоте около  $9 \text{ км}$  напряженность уменьшается до  $5 \frac{B}{M}$ .

Годовые изменения электрического поля Земли сходны по характеру на всем земном шаре и достигают максимума в январе – феврале (до  $150\text{-}250 \frac{B}{M}$ ) и минимума в июне – июле ( $100\text{-}120 \frac{B}{M}$ ). Суточные вариации, обусловлены в основном грозовой деятельностью как по земному шару, так и местной грозовой активностью.

Частотный спектр атмосферного электричества простирается в диапазоне от сотен  $\Gamma\text{ц}$  до десятков  $M\Gamma\text{ц}$ . Максимум интенсивности (напряженности) находится вблизи  $10 \text{ к}\Gamma\text{ц}$  и убывает с частотой. Интенсивность грозовой деятельности всегда и везде минимальна в утренние часы и повышается к ночи. В холодное время максимум отмечается среди ночи, в теплое – в 15-18 часов. Во время вспышек на Солнце интенсивность грозовой деятельности усиливается.

Магнитное поле Земли характеризуется двумя параметрами – горизонтальной и вертикальной составляющими.

Горизонтальная составляющая имеет максимальную напряженность у экватора ( $20\text{-}30 \frac{A}{M}$ ), которая убывает к полюсам до единиц  $\frac{A}{M}$ .

Вертикальная составляющая у полюсов имеет напряженность порядка  $50\text{-}60 \frac{A}{M}$ , уменьшаясь у экватора до пренебрежительно малой величины.

При высокой солнечной активности к Земле могут подходить высокоэнергетические частицы солнечной плазмы. Они вызывают магнитные бури, нарушающие структуру геомагнитного поля (магнитосферу).

Спектр космического и солнечного излучения занимает область приблизительно от  $10 M\Gamma\text{ц}$  до  $10 \text{ П}\Gamma\text{ц}$ . В «спокойном» состоянии интенсивности (плотность истока энергии) солнечного излучения находится в пределах  $10^{-10} - 10^{-8} \frac{Bm}{M^2}$ . Во время вспышек излучение усиливается в несколько раз.

Спектр и интенсивность излучения галактик близки к спектру и интенсивности

солнечного излучения.

Электромагнитная энергия различных диапазонов частот в настоящее время широко применяется в промышленности, науке, быту. Высокие и ультравысокие частоты используются в радиосвязи, радиовещании, телевидении, в промышленных установках и технологических процессах для нагрева, закалки иковки металла, термической обработки диэлектриков и полупроводников. Сверхвысокие частоты применяются в радиолокации различного назначения, ядерной физике, медицине, промышленности, быту, в системах наземной и спутниковой связи и других коммуникационных системах (сотовая связь и др.).

В связи с этим значительное воздействие на электромагнитный фон Земли стали оказывать искусственные источники электромагнитного поля (ЭМП). В результате уже в настоящее время практически все население земного шара в большей или меньшей степени подвергается воздействию надфоновых уровней ЭМП.

В процессе эволюционного развития все живые существа на Земле приспособились к определенным изменениям природных электромагнитных полей и, по мнению большинства исследователей, вынуждены были выработать по отношению к ним не только защитные механизмы, но и в какой-то степени включить их в свою жизнедеятельность. Поэтому увеличение или уменьшение параметров ЭМП, значительно отличающихся от адекватных, могут вызывать в организмах функциональные сдвиги, в ряде случаев перерастающих в патологические.

О биологической значимости ЭМП свидетельствуют как давние наблюдения, так и экспериментальные исследования на различном уровне организации биологических систем. При этом установлено, что воздействие искусственных ЭМП на биообъекты обусловлено не только энергетическими, но и информационными его характеристиками, вызывая тепловое и нетепловое действие.

Тепловой механизм воздействия современная теория признает при относительно высоких уровнях (к примеру, в диапазоне сверхвысоких частот это более  $1 \text{ мВт/см}^2$ ). Информационные биоэффекты проявляются при более низких уровнях ЭМП. В этом случае механизмы воздействия ЭМП еще мало изучены, хотя достоверно установлено, что на биологическую реакцию, в таких случаях кроме интенсивности, влияют частота и комбинация частот излучения, продолжительность облучения, модуляция сигнала, периодичность действия и др.

Сочетание этих параметров может привести к существенно различающимся реакциям и последствиям облучаемого организма.

Многочисленные исследования позволили установить также, что наиболее чувствительными к действию ЭМП является нервная, сердечно-сосудистая, иммунная и эндокринная системы, при этом выявлена повышенная опасность ЭМП для растущих организмов, а также людей с заболеваниями указанных критических систем организма.

При хроническом облучении более ранние и более выраженные реакции обнаруживаются со стороны нервной системы, на уровне нервной клетки и структурных образований по передаче нервных импульсов. Изменяется проницаемость гемато-энцефалического барьера, угнетается высшая нервная деятельность. Психоневрологические симптомы проявляются в виде постоянной головной боли, повышенной утомляемости, слабости, нарушении сна, повышенной раздражительности, ослаблении памяти и внимания, могут развиваться стрессовые реакции. При многолетнем облучении биоэффекты могут накапливаться, в результате чего, возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы в центральной нервной системе, опухоли мозга, лейкозы, гормональные заболевания и др.

Нарушение функции сердечно-сосудистой системы чаще всего проявляется в виде нейроциркуляторной дистонии, склонности к гипотонии, болей в области сердца и др. Возможны фазовые изменения и состав периферической крови с последующим развитием умеренной лейкопении, нейropении и эритроцитопении.

В развитии информационных (нетепловых) реакций организма важную роль играют некоторые формы модуляции, возможность возникновения так называемых резонансных эффектов, наличие частотных и амплитудных окон, обладающих высокой биологической активностью на клеточном уровне, при воздействии ЭМП на центральную нервную и иммунную системы.

Воздействие ЭМП незначительных интенсивностей на фоне действия физических и химических факторов усугубляет негативные последствия, а при некоторых их сочетаниях могут развиваться ярко выраженные патологические реакции.

При длительном воздействии СВЧ-излучений могут иметь место изменения в крови, помутнение хрусталика (катаракта), трофические нарушения (выпадение волос, похудение, ломкость ногтей) и др.

Таким образом, признанная биологическая значимость ЭМП, все

возрастающая роль искусственных источников ЭМП в формировании электромагнитной обстановки в производственной и окружающей среде являются важной предпосылкой для освоения будущими специалистами и руководителями производств методик гигиенической оценки и прогнозирования электромагнитных полей в рабочей зоне и жилой территории, определения санитарно – защитных зон и применения других инженерно – технических способов и средств по снижению вредного воздействия ЭМП на организм человека.

### **3.5.2 Гигиеническая оценка и нормирование ЭМП радиочастотного диапазона в производственных условиях**

Гигиеническая оценка электромагнитного поля заключается в измерении или расчете (при прогнозировании) ожидаемых уровней нормируемых энергетических характеристик поля (напряженностей электрической  $E$ , В/м и магнитной  $H$ , А/м составляющих в диапазонах высоких (30 кГц – 30 МГц) и ультра высоких (30 – 300 МГц) частот и плотности потока энергии ППЭ, Вт/м<sup>2</sup> (мкВт/см<sup>2</sup>) в диапазоне сверхвысоких частот (300 МГц – 300 ГГц)) и сравнении их фактических значений на рабочих местах (в рабочей зоне) с предельно допустимыми  $E_{ПД}$ ,  $H_{ПД}$ ,  $ППЭ_{ПД}$  в зависимости от продолжительности воздействия.

Достоверная оценка опасности и вредности электромагнитного поля на производстве позволяет определить необходимость проведения профилактических мероприятий против их вредного воздействия на организм людей и применения способов и средств защиты.

Рассчитанные значения нормируемых энергетических характеристик поля допускается использовать для гигиенической оценки его на планируемых производствах или объектах с источниками электромагнитных излучений, то есть для прогнозирования электромагнитной обстановки в том или ином производственном помещении или жилой зоне.

Расчетные формулы для определения  $E, H, ППЭ$  представлены в таблице 3.9.

**Таблица 3.9**

#### **Формулы для определения E, H, ППЭ**

Частота ЭМП	Формулы для расчета нормируемых параметров	Обозначения
-------------	--	-------------

1	2	3
от 30 кГц до 300 МГц	$E = \frac{I \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \varpi \cdot r^3}, \text{ В/м}$ $H = \frac{I \cdot L}{4 \cdot \pi \cdot r^2}, \text{ А/м}$	$I$ , А - ток в проводнике (антенне); $L$ , м - длина проводника (антенны); $\varepsilon$ , Ф/м - диэлектрическая проницаемость среды; $\varpi$ , рад/с – круговая частота поля.
от 300 МГц до 300 ГГц	$ППЭ \approx \frac{P_{изл}}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \cdot \Phi_3,$ $ППЭ \approx \frac{P_{изл} \cdot g}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \cdot \Phi_3,$	$P_{изл}$ , Вт – излучаемая мощность; $r$ , м – расстояние до излучателя; $g$ - коэффициент усиления антенны; $\Phi_3$ - фактор земли, зависящий от типа передатчика и характеристики трассы.

Для одиночного прямолинейного проводника с током напряженность магнитного поля  $H$  можно определить по закону полного тока  $H = I / (2\pi \cdot r)$ , где  $I$  – ток, А;  $r$  – расстояние от проводника до рассматриваемой точки, м. (Например, при токе в однофазной сети, равном 3А, и при условии, что обратный провод находится на достаточно большом расстоянии, чтобы его полем можно пренебречь, на расстоянии 0,05м напряженность будет равна  $H = 3 / (2\pi \cdot 0,05) \approx 10 \text{ А/м}$ ; что при длительном воздействии, как считается в настоящее время представляется небезвредным).

Для излучений промышленной частоты (50 – 60 Гц) предельно допустимое значение электрической составляющей ( $E_{пэ}$ ) установлено не более 5 кВ/м в течение всего рабочего дня. В интервале свыше 5 кВ/м до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания  $t_{пд}$  определяется по формуле:

$$t_{пд} = 50 / E - 2,$$

где  $E$  – напряженность воздействующего электрического поля в контролируемой зоне, кВ/м.

При нахождении персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью электрического поля допустимое время пребывания вычисляется

по формуле  $t_{пд} \leq \left( \frac{t_1}{t_{пд_1}} + \frac{t_2}{t_{пд_2}} + \dots + \frac{t_n}{t_{пд_n}} \right)$ , где  $t_1, t_2, t_n, t_{пд_1}, t_{пд_2}, t_{пд_n}$  –

фактическое и допустимое время пребывания в зонах с напряженностью  $E_1, E_2, E_n$ . При необходимости определения напряженности электрического поля при заданном времени пребывания в нем уровень напряженности в кВ/м вычисляется по формуле:

$$E \leq 50 / (t + 2),$$

где  $t$  – время пребывания в электрическом поле, ч. Предельно допустимое значение напряженности электрического поля внутри зданий  $E_{пд} \leq 0,5 \text{ кВ/м}$ , а на территории зоны жилой застройки –  $1000 \text{ В/м}$ .

В диапазоне частот 300 Гц – 30 кГц устанавливаются фиксированные значения предельно допустимых уровней, равные их электрической составляющей 1000 В/м (для условий шахт – 500 В/м), по магнитной составляющей – 25 А/м.

Для персонала предельно допустимое значение  $E$  и  $H$  в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц на рабочем месте следует определять исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени воздействия по формулам:

$$E_{пд} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}H_{E_{пд}}}{T}}, \quad H_{пд} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}H_{H_{пд}}}{T}},$$

где  $T$ , ч – время воздействия;  $\mathcal{E}H_{E_{пд}}$ ,  $(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$  и  $\mathcal{E}H_{H_{пд}}$ ,  $(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$  – предельно допустимое значение энергетической нагрузки в течение рабочего дня (таблица 3.7).

**Таблица 3.10**

**Предельно допустимые значения энергетической нагрузки**

Параметр	Предельные значения в диапазоне частот, МГц		
	от 0,03 до 3,0	свыше 3 до 30	свыше 30 до 300
$\mathcal{E}H_{E_{пд}}$ , $(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$	20000	7000	800
$\mathcal{E}H_{H_{пд}}$ , $(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$	200	-	-

Для диапазона 30 кГц – 300 ГГц при воздействии на персонал ЭМП от

нескольких источников, работающих в частотных диапазонах, для которых установлены единые предельно допустимые уровни, следует определять суммарную нагрузку при равных ПДУ по формулам:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}H_{E_1} + \mathcal{E}H_{E_2} + \dots + \mathcal{E}H_{E_n} &\leq \mathcal{E}H_{E_{\text{пд}}} , \\ \mathcal{E}H_{H_1} + \mathcal{E}H_{H_2} + \dots + \mathcal{E}H_{H_n} &\leq \mathcal{E}H_{H_{\text{пд}}} , \\ \mathcal{E}H_{\text{ППЭ}_1} + \mathcal{E}H_{\text{ППЭ}_2} + \dots + \mathcal{E}H_{\text{ППЭ}_n} &\leq \mathcal{E}H_{\text{ППЭ}_{\text{пд}}} \end{aligned}$$

При наличии источников, работающих в частотных диапазонах, для которых установлены разные значения ПДУ, безопасность воздействия ЭМП оценивается суммой отношений энергетических нагрузок, создаваемых каждым источником и соответствующим предельно допустимым значениям параметра:

$$\frac{\mathcal{E}H_{E_1}}{\mathcal{E}H_{E_{\text{пд}1}}} + \frac{\mathcal{E}H_{E_2}}{\mathcal{E}H_{E_{\text{пд}2}}} + \dots + \frac{\mathcal{E}H_{E_n}}{\mathcal{E}H_{E_{\text{пд}n}}} \leq 1$$

При воздействии на персонал ЭМП с различными нормируемыми параметрами безопасность воздействия оценивается по критерию:

$$\begin{aligned} \frac{\mathcal{E}H_{\text{ППЭ}}}{\mathcal{E}H_{\text{ППЭ}_{\text{пд}}}} + \frac{\mathcal{E}H_E}{\mathcal{E}H_{E_{\text{пд}}}} &\leq 1 , \\ \frac{\mathcal{E}H_{\text{ППЭ}}}{\mathcal{E}H_{\text{ППЭ}_{\text{пд}}}} + \frac{\mathcal{E}H_H}{\mathcal{E}H_{H_{\text{пд}}}} &\leq 1 \end{aligned}$$

Одновременное воздействие электрического и магнитного полей в диапазоне от 0,03 до 3,0 МГц следует считать допустимыми при условии:

$$\frac{\mathcal{E}H_H}{\mathcal{E}H_{H_{\text{пд}}}} + \frac{\mathcal{E}H_E}{\mathcal{E}H_{E_{\text{пд}}}} \leq 1$$

Предельно допустимые значения  $\text{ППЭ}$  в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц следует определять исходя из допустимой энергетической нагрузки ( $\mathcal{E}H_{\text{ППЭ}_{\text{пд}}}$ , равной  $2 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$  или  $200 \text{ мкВт}\cdot\text{ч}/\text{см}^2$ ) и времени воздействия ( $T$ , ч) по формуле

$$\text{ППЭ}_{\text{пд}} = K \cdot \frac{\mathcal{E}H_{\text{ППЭ}_{\text{пд}}}}{T} ,$$

где  $K$  - коэффициент ослабления биологической активности, равной 1 (единице) для всех случаев воздействия, исключая облучение от вращающихся и сканирующих антенн и 10 (десяти) – для случаев облучения от вращающихся и сканирующих антенн с частотой вращения или сканирования не более 1 Гц и скважностью не менее 50.

При этом максимально допустимое значение  $\text{ППЭ}_{\text{пд}}$  установлено равным

1000 мкВт/см<sup>2</sup> для персонала и 10мкВт/см<sup>2</sup> для населения (непрофессиональное воздействие).

В связи с широким распространением в настоящее время систем сотовой радиосвязи для пользователей мобильных телефонов ППЭ<sub>гд</sub> установлено равной 100мкВт/см<sup>2</sup>.

Для электрического поля промышленной частоты (50 – 60 Гц) предельно допустимый уровень напряженности электрического поля, пребывание в котором не допускается без применения средств защиты, равен 25 кВ/м. При напряженности свыше 20 кВ/м время пребывания персонала в поле не должно превышать 10 мин. Допускается пребывание персонала без средств защиты в течение всего рабочего дня в электрическом поле напряженностью до 5 кВ/м.

### ***3.5.3 Способы и средства защиты***

При выборе защиты персонала от электромагнитных излучений необходимо учитывать особенности производства, условия эксплуатации оборудования, рабочий диапазон частот, характер выполняемых работ, интенсивность поля, продолжительность облучения и др.

Для снижения интенсивности поля в рабочей зоне рекомендуется применять различные инженерно-технические способы и средства, а также организационные и лечебно-профилактические мероприятия.

В качестве инженерно-технических методов и средств применяются: экранирование излучателей, помещений и рабочих мест; уменьшение напряженности и плотности потока энергии в рабочей зоне за счет уменьшения мощности источника (если позволяют технические условия) и использование ослабителей (аттенюаторов) мощности и согласованных нагрузок (например, эквивалентов антенн); применение средств индивидуальной защиты.

При экранировании используются такие явления как поглощение электромагнитной энергии (ЭМЭ) материалом экрана и ее отражение от поверхности экрана. Поглощение обуславливается тепловыми потерями ЭМЭ в толще материала экрана за счет индукционных токов и зависит от электромагнитных свойств материала экрана (электрической проводимости, магнитной проницаемости и др.). Отражение обуславливается несоответствием электромагнитных свойств воздуха (или другой среды, в которой распространяется электромагнитная энергия) и материала экрана (главным образом, волновых сопротивлений).

Толщина экрана ( $d$ ) из металлического листа выбирается исходя из соображений механической прочности, но не менее 0,5 мм, и должна быть больше глубины проникновения ЭМ волны в толщу экрана ( $\chi$ ):

$$d \geq r = \frac{1}{\sqrt{\frac{\omega \cdot \mu \cdot \sigma}{2}}},$$

где  $\omega$  – круговая частота, рад/с ( $\omega = 2\pi f$ , где  $f$  – частота, Гц);  $\mu$  – магнитная проницаемость материала, Г/м;  $\sigma$  – электрическая проводимость среды, См/м. Глубина проникновения ЭМП высоких и сверхвысоких частот очень мала (например, для меди она составляет десятые и сотые доли миллиметра), поэтому толщину экрана выбирают по конструктивным соображениям.

Большая отражательная способность металлов, обусловленная значительным несоответствием волновых сопротивлений воздуха и металла, в ряде случаев может оказаться нежелательной, т.к. в результате образования стоячих волн может увеличиваться интенсивность поля в рабочей зоне и влиять на режим работы генератора (излучателя). Поэтому в подобных ситуациях следует применять экраны, преимущественно с малым коэффициентом отражения (1-3%), т.е. поглощающие экраны. С этой целью используются радиопоглощающие материалы в виде тонких резиновых коврик с проводящими добавками, гибких или жестких листов поролон, пропитанного соответствующим составом, ферромагнитные пластины и др.

Металлические сетки, применяемые для экранирования, обладают худшими экранирующими свойствами по сравнению с листовыми. Их, обычно, применяют в тех случаях, когда необходимо производить осмотр и наблюдение экранированных установок, вентиляцию и освещение экранированного пространства. Экранирующая эффективность сеток не превышает 20-30 дБ.

Требуемое ослабление поля ( $L_{TP}$ ) и эффективность экранирования ( $\mathcal{E}_{ЭКР}$ ) определяются по формулам:

$$L_{TP} = \frac{E_P}{E_{ПД}} = \frac{H_P}{H_{ПД}},$$

$$\mathcal{E}_{ЭКР} = \left| \frac{E_2}{E_1} \right|, \quad \mathcal{E}_{ЭКР} = \left| \frac{H_2}{H_1} \right|, \quad \mathcal{E}_{ЭКР} = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}, \text{ дБ или}$$

$$\mathcal{E}_{ЭКР} = 20 \lg \frac{E_2}{E_1} = 20 \lg \frac{H_2}{H_1}, \text{ дБ,}$$

где  $E_P$ ,  $E_{ПД}$ ,  $H_P$ ,  $H_{ПД}$  – соответственно, напряженность электрического

и магнитного поля на рабочем месте (или жилой зоне) и предельно допустимые их значения;  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $H_1$ ,  $H_2$  - соответственно, напряженность электрического и магнитного поля до и после экранирования;  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  - плотность потока энергии до и после применения экрана.

На расстоянии, равном длине волны ( $\lambda$ ), ЭМП в проводящей среде почти полностью затухает, поэтому для эффективного экранирования толщина стенки экрана должна быть примерно равна длине волны в металле.

Металлические экраны за счет отражения и поглощения практически непроницаемы для ЭМ энергии радиочастотного диапазона (при  $d > \lambda$ , где  $\lambda$  - длина волны).

Применение поглощающих нагрузок и аттенюаторов позволяет ослабить интенсивность излучения электромагнитной энергии в окружающее пространство на 60 дБ и более.

Для защиты от ЭМП при работе в антенном поле, проведении испытательных и регулировочных работ на объектах, устранении аварийных ситуаций и ремонте рекомендуется использование индивидуальных средств защиты. Для защиты всего тела применяются комбинезоны, халаты и капюшоны. Их изготавливают из трех слоев ткани. Внутренний и наружный слои делают из хлопчатобумажной ткани (диагональ, ситец), а средний, защитный слой – из радиотехнической ткани, имеющей проводящую сетку. Для защиты глаз используют специальные радиозащитные очки из стекла, покрытого полупроводниковым оловом. Эффективность таких очков составляет 20 – 22 дБ.

Организационные мероприятия включают в себя: требования к персоналу (возраст, медицинское освидетельствование, обучение, инструктаж и т.п.), выбор рационального взаимного размещения в рабочем помещении оборудования, излучающего ЭМ энергию, и рабочих мест; установление рационального режима работы оборудования и обслуживающего персонала; ограничение работы оборудования во времени (например, за счет сокращения времени на проведение наладочных и ремонтных работ); защита расстоянием (удаление рабочего места от источника ЭМП, когда имеется возможность использовать дистанционное управление оборудованием); применение средств предупреждающей сигнализации (световой, звуковой и т.п.) и др.

Защита расстоянием применяется в тех случаях, когда невозможно ослабить облучение другими мерами, в том числе и сокращением времени пребывания людей в опасной зоне. В этом случае увеличение расстояния между источниками

излучения и персоналом позволяет снизить уровень излучения, что видно из ниже приведенных выражений. Для расчета напряженности электрической и магнитной составляющих в ближней зоне, т.е. на расстоянии  $r \leq \lambda/2\pi$ , где  $\lambda$  – длина волны излучения, равная

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f \sqrt{\varepsilon \cdot \mu}}, \quad E = \frac{I \cdot l}{2\pi \cdot \varepsilon \cdot \omega \cdot r^3}, \quad H = \frac{I \cdot l}{4\pi \cdot r^2}$$

В дальней зоне ( $r \gg \lambda/2\pi$ ) при увеличении рассматриваемого расстояния уменьшается плотность потока энергии, как видно из следующей формулы:

$$ППЭ = \frac{P \cdot G}{2\pi r^2},$$

где  $P$  – мощность излучения, Вт;  $G$  – коэффициент усиления антенны.

Лечебно-профилактические мероприятия направлены на предупреждение заболевания, которое может быть вызвано воздействием ЭМП, а также на своевременное лечение работающих при обнаружении заболеваний.

Для предупреждения профессиональных заболеваний у лиц, работающих в условиях ЭМП, применяются такие меры как предварительный (для поступающих на работу) и периодический (не реже одного раза в год) медицинский контроль за состоянием здоровья, а также ряд мер, способствующих повышению устойчивости организма человека к действию ЭМП (регулярные физические упражнения, рационализация труда, отдыха, а также использование некоторых лекарственных препаратов и общеукрепляющих витаминных комплексов).

### **Электрогерметичные помещения и замкнутые экраны**

Для локализации ЭМП внутренних источников применяются электрогерметичные помещения, аппаратные и кабины, представляющие собой замкнутые электромагнитные экраны. В таких помещениях экранируются стены, потолок, пол, оконные и дверные проемы и вентиляционные системы. Такие помещения и кабины могут использоваться и для защиты от внешних полей.

Монтаж экранов в больших помещениях производится прикреплением металлических листов (стальных, дюралюминиевых и т.п.) непосредственно к поверхности помещения. Размеры листов обшивки и их толщина определяются сортаментом проката. Для достижения электромагнитной герметичности рекомендуется листы соединять внахлест, встык или в фалец.

Для достижения высокой эффективности экранирования при длине волны

$\lambda \leq 5$  м рекомендуется элементы конструкции экрана сваривать непрерывным швом или применять другие сплошные соединения.

На более низких частотах непрерывная сварка может быть заменена точечной или креплением листов винтами. При этом среднее число контактных точек  $n$  на 1 м длины контакта для обеспечения требуемой эффективности экранирования  $\mathcal{E}$  определяется формулой:

$$n = 10,6 \cdot \left( \frac{\mathcal{E}}{\lambda} \right)^{0,25},$$

где  $\lambda$ , м - длина волны ЭМП.

В ряде случаев во избежание отражения энергии, образования стоячих волн, зон, где плотность ЭМ излучения может оказаться больше первоначальной плотности потока энергии, создаваемой источником, стены и другие отражающие конструкции таких помещений должны быть покрыты поглощающими материалами. В случае направленного излучения допускается применение поглощающего покрытия только тех стен, на которые направлено излучение.

При защите помещений от внешних излучений применяется оклеивание стен специальными металлизированными обоями, засетчивание окон, использование специальных металлизированных драпировок, штор и т.п. Для изготовления экранных штор, драпировок, чехлов и других защитных изделий, так же как и для изготовления защитной одежды (комбинезонов, халатов, капюшонов и т.п.) применяются радиотехнические ткани.

В качестве экранирующего материала, для световых приемов, приборных панелей, смотровых окон, также как и для защитных очков применяется оптически прозрачное стекло, покрытое полупроводниковой двуокисью олова. Световые проемы или смотровые окна на более низких частотах могут так же экранироваться металлической сеткой.

При конструировании замкнутых экранов в диапазоне СВЧ иногда возникает необходимость предусматривать в них различного рода отверстия (вентиляционные окна, отверстия для проводов питания, ручек управления т.п.), которые не должны нарушать электромагнитную герметичность экрана и снижать его эффективность.

По условиям проникновения электромагнитной энергии СВЧ – диапазона за пределы экрана подобные отверстия в экранах могут быть разделены на три основных типа излучателей:

- малые отверстия различной формы без металлических выводов через

них (например, смотровые и вентиляционные окна) представляют собой открытые концы волноводов;

- малые отверстия, через которые проходят провода электропитания или металлические ручки управления можно рассматривать как открытые концы коаксиальных линий;

- щели, продольные размеры которых больше длины волны (периметр дверей, вентиляционные жалюзи и т.п.), являются щелевыми излучателями.

Для ослабления излучаемой энергии через отверстия различной формы без металлических выводов через них применяются трубки предельных волноводов (по форме отверстия в экране), длина которых определяется в зависимости от необходимой величины ослабления энергии и ослабляющей способности трубки.

Для трубок круглого сечения ослабление на один сантиметр длины рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{кр} = 32 / D, \text{ дБ/см},$$

где  $D$ , см – диаметр трубки.

Для трубок прямоугольной формы ослабление на один сантиметр длины рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_n = 27 / d, \text{ дБ/см},$$

где  $d$ , см – размер стороны квадрата или большей стороны прямоугольника.

Коаксиальные отверстия практически беспрепятственно излучают высокочастотную энергию в любом диапазоне. Одним из способов ослабления излучения в коаксиальных выводах является заполнение пространства между центральным и наружным проводниками поглощающим материалом (карбонильным железом, графитом и т.п.). Излучение высокочастотной энергии через коаксиальные отверстия можно уменьшить также путем применения специальных фильтров, простейшим из которых является фильтр, основанный на соединении встык двух коаксиальных линий с резко отличающимися волновыми сопротивлениями. Одна такая стыковка отрезков кабелей обеспечивает затухание по мощности более 10 дБ.

Ослабления излучения щелевыми излучателями добиваются конструированием специальных четвертьволновых фильтров, представляющих собой канавки глубиной  $\lambda/4$ . Такие фильтры обеспечивают уменьшение проникновения СВЧ – энергии более 10 дБ (недостаток – узкополосность по диапазону).

Более эффективным способом экранирования щелей в широком диапазоне

частот является применение поглощающих прокладок по всей ширине щели, либо обеспечение плотного электрического контакта по всему периметру щели.

### **Защита при промышленной электротермии**

В высокочастотных установках диэлектрического и индукционного нагрева применяется либо общее экранирование установок, либо экранирование отдельных блоков.

При поблочном экранировании отдельные высокочастотные элементы (конденсаторы, трансформаторы, индукторы и др.) экранируются отдельно.

Экран конденсатора выполняется в виде замкнутой камеры из металлических листов или сетки.

Экран трансформатора представляет собой металлический кожух, который во избежание перегрева устанавливается от наружной поверхности трансформатора на расстоянии не менее одного его радиуса.

Экран плавильного или закалочного индуктора выполняется либо в виде подвижной металлической камеры, опускающейся на время нагрева и поднимающейся после его окончания, либо в виде неподвижной камеры с открывающейся дверью.

В установках диэлектрического нагрева экранированию подлежат пластины рабочего конденсатора и фидеры, подводящие к ним высокочастотную энергию. Экран может выполняться в виде металлической камеры, шкафа, короба и т.п.

Смотровые окна в экранирующих камерах и генераторных устройствах экранируются с помощью мелкоячеистой металлической сетки с плотным контактом по периметру окон.

Линии питания технологических элементов высокочастотной энергии должны быть выполнены коаксиальными кабелями или заключены в металлические экраны. Экраны комплектуются электроблокировкой, исключающей подачу высокочастотной энергии при открытии или снятии экрана.

### ***3.5.4 Постоянные и переменные магнитные поля***

#### **Источники постоянных и переменных магнитных полей. Их влияние на организм человека**

Магнитные поля (МП) могут быть постоянными, импульсными и переменными.

Источниками постоянного магнитного поля на производстве являются

технологическое оборудование и процессы, в которых используются электромагниты постоянного тока, литые и металлокерамические магниты, а переменного магнитного поля промышленной частотой (50 Гц) – линии электропередач (ЛЭП), различные силовые установки, токоведущие части мощного технологического оборудования и линии электропитания.

Магнитные поля промышленной частоты возникают вокруг любых электроустановок и токопроводов. Чем больше ток в проводе, тем выше интенсивность магнитного поля.

Интенсивность магнитных полей характеризуется магнитной индукцией  $B$ , Тл (тесла), потоком магнитной индукции  $\Phi$ , Вб (вебер) и напряженностью  $H$ ,  $\text{A}/\text{m}$  (ампер на метр).

Магнитная индукция характеризует направление действия магнитной силы и ее значение в данной точке поля. *Магнитная индукция* – это векторная величина, которая численно равна силе, с которой магнитное поле действует на проводник длиной в 1 м с протекающим по нему током в 1 А и определяется:

$$B = \frac{F}{I \cdot l},$$

где  $B$  – магнитная индукция, Тл;  $F$  – сила, действующая на проводник с током, Н;  $I$  – сила тока в проводнике, А;  $l$  – длина проводника, м.

*Поток магнитной индукции* – это физическая величина, характеризующая количество магнитной индукции, воздействующее на единицу площади поверхности. Поток магнитной индукции  $\Phi$  определяется по формуле:

$$\Phi = S \cdot \cos \alpha,$$

где  $S$  – площадь поверхности,  $\text{m}^2$ ;  $\alpha$  – угол между направлением действия магнитной индукции и нормалью к поверхности.

Напряженность постоянного и переменного магнитного поля – это физическая величина, характеризующая магнитное поле и определяемая по формуле:

$$H = \frac{B}{\mu_a},$$

где  $\mu_a$  – абсолютная магнитная проницаемость, равная  $\mu_a = \mu_0 \cdot \mu$ , где  $\mu_0$  – магнитная постоянная ( $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн}/\text{м}$ );  $\mu$  – магнитная проницаемость среды.

Соотношение между значением напряженности магнитного поля и магнитной индукцией следующее:

$$1\text{мТл} = 800\text{А/м}; 1\text{А/м} = 1,25\text{ мкТл}$$

Негативное воздействие магнитных колебаний выражается в нарушении функции ЦНС, сердечно-сосудистой системы и других систем организма, что способствует снижению работоспособности, ухудшению психофизиологического состояния и угнетению общей активности.

В последнее время появляются публикации о возможном влиянии неинтенсивных магнитных полей на возникновение злокачественных заболеваний. В частности, ученые Швеции обнаружили у детей до 15 лет, проживающих около ЛЭП, что при магнитной индукции 0,2 мкТл они заболевают лейкемией в 2,7 раза чаще, чем в контрольной группе, удаленной от ЛЭП, и в 3,8 раза чаще, если индукция выше 0,3 мкТл, то есть при напряженности магнитного поля около 0,24 А/м.

Существует большое количество гипотез, объясняющих биологическое действие магнитных полей. В основном они сводятся к индуцированию токов в живых тканях и непосредственному влиянию поля на клеточном уровне.

Относительно безвредными для человека в течение длительного времени следует признать МП, имеющее порядок геомагнитного поля и его аномалий, т.е. напряженности МП не более 0,15-0,20 кА/м. При более высоких напряженностях МП начинает проявляться реакция на уровне организма. Характерной чертой этих реакций является длительная задержка относительно начала действия МП, а также ярко выраженный кумулятивный эффект при длительном действии МП. В частности, эксперименты, проведенные на людях, показали, что человек начинает ощущать МП, если оно действует не менее 3-7 с. Это ощущение сохраняется некоторое время (около 10 с.) и после окончания действия МП.

### **Нормирование и гигиеническая оценка магнитных полей**

Нормируемыми параметрами магнитных полей являются напряженность поля и магнитная индукция, предельно допустимые значения, которых для постоянного поля представлены в таблице 3.11, а для переменного – в таблицах 3.12 и 3.13.

**Таблица 3.11**

#### **Предельно допустимые значения напряженности и магнитной индукции для постоянного магнитного поля.**

Время воздействия за рабочий день,	Область воздействия	
	Все тело	Локальное (конечности)

час	Напряженность, кА/м	Магнитная индукция, мТл	Напряженность, кА/м	Магнитная индукция, мТл
8,0	8,0	10,0	8,0	10,0
1,0	16,0	20,0	24,0	30,0

Таблица 3.12

**Предельно допустимые значения магнитной индукции ( $B_{гд}$ ) и напряженности ( $H_{гд}$ ) переменных магнитных полей при импульсном воздействии.**

Продолжительность воздействия, час	Длительность пауз между импульсами $t_n \leq 2c$				Длительность пауз между импульсами $t_n > 2c$	
	Длительность импульса $\tau_u$				Длительность импульса $\tau_u$	
	$\tau_u \geq 0,02$		$1,0c \leq \tau_u \leq 60$		$0,02c \leq \tau_u \leq 1,0c$	
	с	с	с	с	с	с
	H, А/м	B, мкТл	H, А/м	B, мкТл	H, А/м	B, мкТл
<1,0	6000	7500	8000	10000	10000	12500
2,0	4900	6125	6900	8625	8900	11125
3,0	4000	5000	6000	7500	8000	10000
4,0	3200	4000	5200	6500	7200	9000
6,0	2000	2500	4000	5000	6000	7500
7,0	1600	2000	3600	4500	5600	7000
8,0	1400	1750	3400	4250	5400	16750

Таблица 3.13

**Предельно допустимые уровни магнитной индукции ( $B_{гд}$ ) и напряженности ( $H_{гд}$ ) переменного магнитного поля при непрерывном действии.**

Продолжительность воздействия, час	Область воздействия			
	Все тело		Локальное (конечности)	
	H, А/м	B, мкТл	H, А/м	B, мкТл
1,0	400	500	1600	2000
8,0	80	100	800	1000

### **Способы и средства защиты от магнитных полей**

При защите от магнитных полей применяются организационно–планировочные и технические способы и средства.

К работе с источниками магнитных полей (магнитными материалами, оборудованием) допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный и периодический осмотры не реже одного раза в год.

Источники магнитных полей, располагаемые в общих производственных

помещениях должны выделяться в отдельные участки с разрывом от других на расстояние 1,5–2,0 м. Установки, являющиеся источниками магнитных полей, должны быть удалены друг от друга и других рабочих мест не менее чем на 1,5–2,0 м

«Магнитомягкие» материалы (трансформаторное железо, кремниевая сталь и др.) должны располагаться на расстоянии не менее 1,0 м от установок–источников магнитного поля, так как они могут стать дополнительными источниками магнитного поля.

Намагниченные материалы должны храниться в специальных приспособлениях («Ярмах»), которые частично или полностью замыкают магнитные поля.

Для защиты от переменных магнитных полей могут использоваться экраны из ферромагнитных материалов различной конструкции.

### ***3.5.5 Ультрафиолетовые излучения***

#### **Источники и биоэффекты ультрафиолетового излучения**

Ультрафиолетовые излучения занимают спектральную область, лежащую между самыми длинными волнами рентгеновского излучения и самыми короткими волнами видимого спектра, то есть от 0,2 до 0,4 мкм.

В зависимости от биоэффектов, вызываемых ультрафиолетовым излучением, указанный диапазон разделяется на три основные части:

- длинноволновой (ближнее излучение) с длиной волны от 0,4 до 0,32 мкм;
- средневолновой (эритемное излучение) с длиной волны от 0,32 до 0,28 мкм;
- коротковолновой (бактерицидное излучение) с длиной волны менее 0,28 мкм.

Мощнейшим естественным источником ультрафиолетового излучения (УФИ) является солнечная радиация, которая, благодаря стратосферному озоновому слою на пути к Земле значительно ослабляется в диапазоне от 0,25 до 0,35 мкм. Определенное влияние на ослабление УФ-излучения оказывают также облака и загрязненность атмосферы пылегазовоздушными отходами производства.

Искусственными источниками УФ-излучения являются лампы накаливания, газоразрядные лампы и, особенно, сварочные аппараты, плазменные горелки и лазеры.

Ультрафиолетовое излучение характеризуется двояким действием на организм: с одной стороны, опасностью переоблучения, а с другой — его

необходимостью для нормального функционирования организма человека, поскольку УФ-лучи являются важным стимулятором некоторых биологических процессов, в том числе синтеза ряда биологически активных веществ (например, витамина Д).

Облучение людей УФ-лучами может вызвать у них эритемное и канцерогенное действие. Эритемное проявляется в покраснении и пигментации («загар») кожи (при  $\lambda \leq 0,32$  мкм), а канцерогенное — в наклонных раковых заболеваниях (при  $\lambda = 0,23-0,32$  мкм). Пигментация кожи является нормальной фотохимической реакцией и не влечет за собой никаких осложнений. Она становится заметной у европейцев при величине УФ-излучения равным около  $0,03 \frac{\text{Дж}}{\text{см}^2}$ .

Под воздействием УФ-излучения с длиной волны около 0,288 мкм могут наблюдаться фотоаллергические реакции, а облучение глаз значительными уровнями – воспаления конъюнктивы (конъюнктивит) и роговой оболочки (кератит).

## Нормирование и оценка ультрафиолетового излучения.

### Способы и средства защиты

Так как ультрафиолетовое излучение вызывает двойное действие на людей, то при нормировании допустимых значений учитывается, необходимость ограничения его при больших интенсивностях и обеспечение необходимых уровней для предотвращения ультрафиолетовой недостаточности.

Нормируемым параметром ультрафиолетового излучения является эритемная доза (ЭД) в эр. По мощности один эр ( $\lambda = 0,29$  мкм) равен одному Вт.

Предельно допустимое значение эритемной дозы  $\frac{\text{ЭД}_{\text{пд}}}{\text{см}^2}$  равно  $600-900 \frac{\text{мкЭр} \cdot \text{мин}}{\text{см}^2}$ .

Для профилактики ультрафиолетовой недостаточности необходима примерно десятая часть  $\frac{\text{ЭД}_{\text{пд}}}{\text{см}^2}$ , т.е. порядка  $60-90 \frac{\text{мкЭр} \cdot \text{мин}}{\text{см}^2}$ .

Оценка бактерицидного действия УФ-излучения производится в бактах (б).

Для обеспечения бактерицидного эффекта УФ-излучения его уровень должен быть не менее  $50 \frac{\text{мкб} \cdot \text{мин}}{\text{см}^2}$ .

Фактические мощности УФ-излучения на расстоянии 5-30 см от экрана

дисплея не должны превышать  $10 \frac{Вт}{м^2}$ .

Защита от УФ-излучения заключается в применении спецодежды и защитных очков (например, при сварке) с различной степенью прозрачности в области УФ-излучения. Специальными светофильтрами, не пропускающими ЭМИ ультрафиолетового диапазона снабжаются смотровые окна установок, внутри которых возникает излучение УФ-диапазона. Полную защиту от ультрафиолетового излучения по всему спектру обеспечивает плексиглаз и тяжелое стекло, содержащее окись свинца, толщиной два и более мм.

### **3.5.6 Инфракрасные излучения**

#### **Источники и биоэффекты инфракрасного излучения**

Инфракрасное (тепловое) излучение (ИК) излучается любым нагретым телом, температура которого превышает значение абсолютного нуля. Его диапазон простирается от 0,75 мкм до 1000 мкм. Нагретые тела, имеющие температуру выше 100 °С являются источниками коротковолнового излучения ( $\lambda \approx 0,7 - 0,9$  мкм). С уменьшением температуры нагретого тела от 100 до 50 °С ИК-излучение характеризуется в основном длинноволновым спектром.

На производстве источниками ИК-излучения являются нагретые поверхности оборудования, обрабатываемых деталей и заготовок, различные виды сварки, плазменной обработки и др.

Основным биоэффектом ИК-излучения является тепловой, так как излучения с длиной волны более 1,5 мкм почти полностью поглощаются биологическими тканями. Поэтому при длительном пребывании человека в зоне излучения возможно нарушение механизма терморегуляции, водно-солевого режима и т.п.

Воздействие интенсивного коротковолнового ИК-излучения ( $\lambda < 1,5$  мкм) на открытые участки тела человека проявляются в виде ожога кожи, расширении просвета капилляров и увеличения пигментации кожи. Результатом воздействия его на глаза может явиться ожог кожи век (эритема и образование пузырей). Повторное воздействие ИК-излучения на глаза может привести к хроническому воспалению век, помутнению хрусталика, спазму зрачка, ожогу сетчатки и др.

#### **Нормирование и оценка инфракрасного излучения. Способы и средства защиты**

Опасность облучения ИК-лучами оценивается по величине интенсивности или плотности потока энергии (ППЭ), которая не должна превышать значений, приведенных в табл. 3.14. Таблица 3.14

**Предельно допустимые значения интенсивности  
инфракрасного облучения персонала**

Облучаемая поверхность тела, %	ППЭ <sub>пд</sub> , Вт/м <sup>2</sup>
50 и более	35
50-25	70
не более 25	100

Кроме допустимых значений плотности потока энергии, ограничивается также и температура нагретых поверхностей. Если температура источника ( $t_{ист}$ ) тепла не превышает 100 °С, то поверхность оборудования должна иметь температуру ( $t_{пд}$ ), не превышающую 35 °С, а при  $t_{ист} > 100$  °С —  $t_{пд} \leq 45$  °С.

Основными способами и средствами защиты от ИК-излучений являются: снижение интенсивности излучения источника; теплоизоляция рабочих поверхностей источников излучения теплоты; экранирование источников или рабочих мест; воздушное душирование рабочих мест; создание водяных завес; использование средств индивидуальной защиты; применение общеобменной вентиляции помещений, кондиционирование воздуха, лечебно-профилактические мероприятия.

Наиболее распространенными средствами защиты от ИК - излучения являются оградительные устройства, то есть конструкции, отражающие или поглощающие ИК-излучения. Конструктивно экраны могут выполняться из одной или нескольких параллельно размещенных с зазором пластин. Охлаждение пластин может осуществляться естественным или принудительным способом.

Отражающие устройства изготавливаются из листового алюминия, белой жести, алюминиевой фольги, укрепленной на несущем материале (картоне, сетке). С этой целью может использоваться силикатное закаленное стекло с пленочным окисло-оловянным покрытием и легированными добавками, превосходящем по своим отражательным способностям экраны из сталинита.

Для теплопоглощения могут использоваться металлические сетки, армированное стекло, водяные завесы.

Для предотвращения ожогов при прикосновении к нагретым поверхностям

применяется их теплоизоляция с помощью различных материалов и конструкций (минеральная вата, стекловата, асбест, войлок и т.п.).

Конструктивно теплоизоляция может быть мастичной, оберточной, засыпной и т.п.

В качестве средств индивидуальной защиты применяются фибровые и дюралевые каски, защитные очки, наголовные маски с откидными экранами и др.

Лечебно-профилактические мероприятия включают предварительные и периодические медицинские осмотры в целях предупреждения и ранней диагностики заболеваний у работающих.

### **3.5.7 Лазерные излучения**

#### **Источники и биоэффекты лазерных излучений**

Оптические квантовые генераторы (ОКГ) или лазеры оцениваются как одно из самых перспективных достижений науки и техники двадцатого века.

В лазерной технике, как части квантовой электроники, для генерации, преобразования и усиления электромагнитных колебаний используются квантовые явления.

Слово «лазер» – аббревиатура слов английского выражения «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation» – усиление света вынужденным излучением.

Широкое применение ОКГ в промышленности для обработки материалов (резка, точечная сварка, сверление отверстий, закалка), медицине (диагностика, хирургия глаза, нейрохирургия), военном деле, науке и других областях ставит вопрос о защите работающих от опасных и вредных факторов лазеров и лазерных технологических установок.

При работе с источниками лазерных излучений (ЛИ) персонал может подвергаться воздействию излучения высокой интенсивности в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном диапазонах, воздействию рентгеновского и радиочастотного излучения, воздействию высокого электрического напряжения (в несколько кВ), а также загазованности и запыленности воздуха при обработке лазерным лучом синтетических материалов (стеклотекстолит и др.). Однако основным поражающим фактором является интенсивность лазерного излучения - прямого, отраженного и рассеянного.

Лазерное излучение может генерироваться в диапазоне длин волн от 0,2 до

1000 мкм, который в соответствии с биологическим действием, разбивается на следующие области спектра:

- ультрафиолетовая – от 0,2 до 0,4 мкм;
- видимая – от 0,4 до 0,75 мкм;
- ближняя инфракрасная – от 0,75 до 1,4 мкм;
- дальняя инфракрасная – более 1,4 мкм.

Биологическое воздействие лазерного излучения зависит от его интенсивности (энергетической экспозиции в импульсе  $H$  или энергетической освещенности  $E$ ); длины волны излучения  $\lambda$ ; длительности импульса  $\tau$ ; частоты следования импульсов  $f$ ; продолжительности воздействия  $t$ ; площади облучаемого участка  $S$ ; биологических и физико-химических особенностей облучаемых тканей и органов.

Биологические эффекты ЛИ делятся на две группы: первичные, возникающие в результате термического воздействия, – органические изменения в облучаемых тканях, и вторичные, возникающие в результате нетеплового воздействия на весь организм (функциональные нарушения в центральной нервной системе, сердечно-сосудистой системе и др.). Первичные эффекты обуславливаются главным образом энергетическими характеристиками излучения, а вторичные – его качественными параметрами ( $\lambda$ ,  $\tau$ ,  $f$  и др.).

Основными критическими органами при облучении лазерным излучением являются глаза и открытые участки тела (кожа). Наибольшую опасность ЛИ представляют для глаз. Роговица и хрусталик легко повреждаются и теряют прозрачность под действием излучений различных диапазонов. В диапазоне 0,4–1,4 мкм опасность для зрения резко возрастает, так как для этих длин волн оптическая среда глаза является прозрачной и фокусирует попадающие во входной зрачок глаза излучения на плоскость сетчатки. Это может привести к тому, что освещенность сетчатки превысит освещенность роговицы во много раз. В результате возможно разрушение и термокоагуляция тканей и потеря зрения. Вероятность поражения зрения увеличивается при большем диаметре зрачка, что имеет место в темных или слабо освещенных помещениях.

Интенсивное облучение кожи может вызывать в ней различные изменения – от легких функциональных, сопровождающихся покраснением, до тяжелых патологических, включая омертвление. При этом возможно повреждение не только кожи, но и внутренних тканей и органов, особенно, когда луч ОКГ фокусируется внутри облучаемой ткани.

По степени опасности генерируемого излучения лазеры подразделяются на четыре класса. Определение класса лазера основано на сравнении его выходной энергии (мощности) и предельно допустимых уровней при однократном воздействии генерируемого излучения.

К лазерам I класса (безопасные) относятся полностью безопасные лазеры, то есть такие лазеры, выходное прямое (поллимированное) излучение которых не представляет опасности при облучении глаз и кожи.

Лазеры II класса (малоопасные) – это лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении кожи или глаз человека только прямым излучением (поллимированным пучком).

К лазерам III класса (опасные) относятся лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым и диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и при облучении кожи только прямым излучением. Этот класс распространяется только на лазеры, генерирующие излучение с длиной волны от 0,4 до 1,4 мкм.

Четвертый класс (высокоопасные) включает такие лазеры, диффузно отраженное излучение, которых представляет опасность для глаз и кожи на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Класс опасности лазерного изделия (технологической установки) определяется классом используемого в нем лазера.

Класс опасности лазера устанавливается предприятием–изготовителем по выходным характеристикам излучения расчетным методом.

### **Нормирование и гигиеническая оценка лазерных излучений**

Нормируемыми параметрами лазерного излучения являются энергетическая экспозиция ( $H$ , Дж/м<sup>2</sup>) и освещенность ( $E$ , Вт/м<sup>2</sup>), а также энергия  $W$  (Дж) и мощность  $P$  (Вт) излучения, которые связаны соотношениями:

$$H = \frac{W}{S_a}; \quad E = \frac{P}{S_a},$$

где  $S_a$  – площадь ограничивающей апертуры, через которую проходит лазерный луч, м<sup>2</sup>.

Предельно допустимые уровни лазерного излучения ( $H_{пду}$ ,  $E_{пду}$ ,  $W_{пду}$ ,  $P_{пду}$ ) устанавливаются при воздействии на глаза и кожу при однократном и хроническом облучении для трех диапазонов длин волн (0,2–0,4 мкм; 0,4–1,4 мкм и свыше 1,4 мкм).

Гигиеническая оценка лазерного излучения или дозиметрический его контроль заключается в сопоставлении нормируемых характеристик лазерного излучения на рабочем месте или рабочей зоне с предельно допустимыми их значениями.

Различают две формы дозиметрического контроля – предупредительный (оперативный) дозиметрический контроль и индивидуальный дозиметрический контроль.

Предупредительный дозиметрический контроль заключается в определении максимальных уровней нормируемых энергетических характеристик лазерного излучения в точках на границе рабочей зоны, а индивидуальный – в изучении этих параметров излучения, воздействующего на глаза (кожу) конкретного работающего в течение рабочего дня.

Предупредительный дозиметрический контроль лазерного излучения должен проводиться не реже одного раза в год.

Количественные значения характеристик и поправочных коэффициентов, используемых для расчета ПДУ, указаны в таблице 3.15.

**Таблица 3.15**

**Предельно допустимые уровни лазерного излучения**

Длина волны, мкм	ПДУ, Дж·см <sup>2</sup>
0,200... 0,210	$1 \cdot 10^{-8}$
0,210...0,215	$1 \cdot 10^{-7}$
0,215... 0,290	$1 \cdot 10^{-6}$
0,290... 0,300	$1 \cdot 10^{-5}$
0,300...0,370	$1 \cdot 10^{-4}$
Св. 0,370	$2 \cdot 10^{-3}$

Зависимость диаметра зрачка  $d_3$  глаза от фоновой освещенности роговицы глаза  $\Phi_p$ , измеряемой при работающем лазере, приводится ниже.

$\Phi_p, \text{лк}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-1}$	$8 \cdot 10^0$	$1 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$
$d_3, \text{см}$	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2

Формулы расчета значений предельно допустимых уровней лазерного излучения с учетом перечисленных характеристик приведены в таблице 3.16.

**Таблица 3.16**

**Формулы расчета**

Предельно допустимые уровни (ПДУ) лазерного	Длительность импульса, с	ПДУ, Дж·см <sup>2</sup>	Примечание
		Воздействие на	

излучения.		кожу	роговицу	
Длина волны, мкм	2	3		4
0,2...0,4	Более 10-1	$H_{уф} = f(\lambda)$		$H_{уф}$ – ПДУ энергетической экспозиции на роговице глаза и при облучении в течение рабочего дня.
0,2... 0,4	Менее 10-1	$H^u_{уф} = \frac{H_{уф}}{ft}$		$H^u_{уф}$ – ПДУ импульсного облучения; $f$ – частота повторения импульсов, Гц; $t$ – длительность воздействия, с. $H_n$ – ПДУ, не вызывающий первичных эффектов; $H_1$ – энергетическая экспозиция в зависимости от длительности воздействия и углового размера источника, $K_1$ – поправочный коэффициент. $H_\epsilon$ – ПДУ, не вызывающий вторичных эффектов, $H_2$ – энергетическая
0,4...0,75	Более 10-1	$H_n = H_1 K_1$		
0,4...0,75	То же	$H_\epsilon = 10^{-1} H_2 \Phi_0$		Экспозиция $\Phi_0$ – фоновая освещенность, лк. В качестве ПДУ принимается наименьшее из значений $H_n$ и $H_\epsilon$ .
0,4...0,75	Менее 10-1	$H^u_n = H_n K_2$		$K_2$ – коэффициент, учитывающий частоту повторения импульсов и длительность их воздействия. В качестве ПДУ принимается наименьшее из значений $H_n$ и $H_\epsilon$ . $H$ – ПДУ; $t$ – длительность импульса; $\lambda$ – длина волны
0,4... 0,75	Менее 10-1	$H^u_\epsilon = \frac{H_\epsilon}{ft}$		
0,4... 1,4	Более 10-1	$H = f(r, \lambda)$		
0,4... 1,4	Менее 10-1	$H = H K_2$		
0,75...1,4	Более 10-1	$H_n = H_1 K_1$		
0,75...1,4	Менее 10-1	$H_n = H_1 K_1$		
0,75...1,4	Менее 10-1	$H_n = H_1 K_1$		

Окончание таблицы 3.16

1	2	3	4
1,4...20	Более 10-1	$H = f(r, \lambda)$	H – ПДУ в зависимости от длительности импульса $r$ и длины волны $\lambda$
1,4...20	Менее 10-1	Ни=Н К2	Ни – ПДУ импульсного облучения; К2 – коэффициент, учитывающий повторения импульсов $f$ и длительность их воздействия $t$

Таблица 3.17

**Энергетическая экспозиция  $H_t$  на роговице глаза в зависимости от длительности воздействия  $r$  и углового размера источника излучения  $\alpha$  при максимальном диаметре зрачка глаза**

R, с	$\alpha$ , рад			
	$5 \cdot 10^{-2} \dots 10^{-1}$	$10^{-1} \dots 5 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-1} \dots 1$	1...2.5
$10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$6,6 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$
$10^{-7}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$
$10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$6,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$3,8 \cdot 10^{-2}$
$10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$
$10^{-1}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$6,6 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-1}$	$3,8 \cdot 10^{-1}$
1	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$3,0 \cdot 10^{-1}$	$7,04 \cdot 10^{-1}$
$10^2$	$9,8 \cdot 10^{-2}$	$3,9 \cdot 10^1$	$9,8 \cdot 10^{-1}$	2,3
$10^4$	$3,0 \cdot 10^{-1}$	1,2	3,0	7,0
$3 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^{-1}$	1,6	4,0	$1,2 \cdot 10$

Таблица 3.18

**Поправочный коэффициент  $K_1$  на длину волны лазерного излучения и диаметр зрачка  $d_3$ ,**

$d_3$ , см	$\lambda$ , мкм						
	0,40... 0,42	0,42... 0,45	0,45... 0,9	0,9... 1,10	1,10... 1,20	1,20... 1,30	1,30... 1,40
0,8	2,3	1,4	0,8	1,0	2,3	7,0	$2,3 \cdot 10$
0,7	3,0	1,8	1,0	1,3	3,0	9,1	$3,0 \cdot 10$
0,6	4,1	2,5	1,4	1,8	4,1	1,3	$4,1 \cdot 10$
0,5	6,0	3,6	2,1	2,6	6,0	$1,8 \cdot 10$	$6,0 \cdot 10$
0,4	9,2	5,6	3,2	4,0	9,2	$2,8 \cdot 10$	$9,2 \cdot 10$
0,3	$1,6 \cdot 10^1$	9,9	5,7	7,1	$1,6 \cdot 10$	$5,0 \cdot 10$	$1,6 \cdot 10^2$
0,2	$3,7 \cdot 10^1$	$2,2 \cdot 10$	$1,3 \cdot 10$	$1,6 \cdot 10$	$4,7 \cdot 10$	$1,1 \cdot 10$	$3,7 \cdot 10^2$

Таблица 3.19

**Энергетическая экспозиция  $H_2$  на роговице глаза в зависимости от длины волны излучения и диаметра зрачка**

dз, см	$\lambda$ , мкм						
	0,4... 0,44	0,44... 0,48	0,48... 0,62	0,62... 0,67	0,67... 0,71	0,71... 0,73	0,73... 0,75
0,8	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$6,5 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$6,2 \cdot 10^{-1}$	2,6
0,7	$3,6 \cdot 10^{-2}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-4}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$8,1 \cdot 10^{-1}$	3,4
0,6	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$8,3 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-2}$	1,1	4,7
0,5	$7,3 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-3}$	$9,9 \cdot 10^{-2}$	1,6	6,8
0,4	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	2,5	$1,6 \cdot 10$
0,3	$2,0 \cdot 10^{-1}$	$3,3 \cdot 10^{-2}$	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-1}$	4,4	$1,8 \cdot 10$
0,2	$4,5 \cdot 10^{-1}$	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$6,1 \cdot 10^{-1}$	9,9	$4,2 \cdot 10$

Таблица 3.20

**Поправочный коэффициент  $K_3$  на частоту повторения импульсов  $f$  и длительность воздействия серии импульсов  $t$**

t, с	Частота $f$ , Гц					
	до 10	св. 10	св. 50	св. 100	св. 250	св. 500
		до 50	до 100	до 250	до 500	до 1000
$10^{-1}$	$3,6 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$	$8,3 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$8,7 \cdot 10^{-3}$
1	$3,2 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$7,3 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$7,7 \cdot 10^{-3}$
$10^1$	$2,4 \cdot 10^{-1}$	$9,2 \cdot 10^{-2}$	$5,4 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$
$10^2$	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$6,4 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$
$10^3$	$5,3 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
$10^4$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$9,1 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$
$3 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$

Таблица 3.21

**Поправочный коэффициент  $K_2$  на частоту повторения импульсов  $f$  и длительность воздействия серии импульсов  $t$**

t, с	Частота $f$ , Гц					
	до 10	св. 10 до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 500	св. 500 до 1000
$10^{-1}$	$5,7 \cdot 10^{-1}$	$3,9 \cdot 10^{-1}$	$2,9 \cdot 10^{-1}$	$1,6 \cdot 10^{-1}$	$8,4 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-2}$
1	$3,8 \cdot 10^{-1}$	$2,6 \cdot 10^{-1}$	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$
$10^1$	$1,8 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$9,2 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
$10^2$	$6,9 \cdot 10^{-2}$	$4,6 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-3}$
$10^3$	$2,3 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
$10^4$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$
$3 \cdot 10^4$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$6,4 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$

Таблица 3.22

Значения ПУ энергетической экспозиции роговицы глаза при лазерном излучении с длиной волны свыше 0,4 мкм в зависимости от длины волны  $\lambda$  и длительности импульса  $t$

t, с	$\lambda$ , мкм				
	от 0,4	св. 0,73	св. 2,4	св. 5,6	св. 9,3
	до 0,73	до 2,4	до 5,6	до 9,3	до 20
1	2	3	4	5	6
$10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-5}$
$10^{-8}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-5}$
$10^{-7}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$
$10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$
$10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-4}$
$10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-1}$	$6 \cdot 10^{-1}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
$10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-1}$	2	$2 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$
$10^{-2}$	1	5	$5 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
$10^{-1}$	4	2	2	$2 \cdot 10^{-1}$	$8 \cdot 10^{-2}$
1	10	$6 \cdot 10$	6	$6 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-1}$
10	$4 \cdot 10$	$2 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10$	2	$8 \cdot 10^{-1}$
1	2	3	4	5	6
$10^2$	$2 \cdot 10^2$	$10^3$	$10^2$	10	4
$10^3$	$8 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10$
$10^4$	$4 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10$
$3 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$

### Способы и средства защиты от лазерных излучений

Для защиты от лазерных излучений применяются коллективные и индивидуальные способы защиты, которые принципиально можно разделить на организационно-планировочные и инженерно-технические.

Организационно-планировочные включают в себя:

- рациональное с точки зрения безопасности размещение рабочих мест и лазерного оборудования;
- допуск к работе лиц, прошедших специальное обучение, медицинское освидетельствование, инструктаж и др.;
- обязательное выделение или ограждение лазероопасной зоны дисциплинарными барьерами;
- размещение в помещении не более одного лазера (если два, то их следует помещать в лазеронепроницаемые боксы);
- направление луча лазера на огнестойкую и неотражающую стенку;
- окраска поверхностей помещения в цвета с малым коэффициентом отражения (темные матовые цвета, мишень – в светлый цвет);
- обеспечение в помещении достаточно интенсивного естественного (коэффициент естественной освещенности не менее 1,5%) и искусственного (освещенность рабочих поверхностей не менее 150лк) освещения;
- предупредительный дозиметрический контроль лазерного излучения.

Инженерно-технические способы и средства включают в себя:

- уменьшение мощности источника (если позволяет технология);
- укрытие генератора и лампы накачки светонепроницаемым экраном;
- устройство блокировки, исключающей работу генератора при открытом или снятом кожухе, а также блокировки входных дверей в помещение участка или боксов;
- для снижения уровня отраженного излучения предметов, устанавливаемых на пути луча, могут использоваться бленды;
- для защиты от отраженного излучения от объекта (мишени) применяются диафрагмы с отверстием, немного превышающим диаметр луча;
- передача лазерного луча к мишени по световодам или по ограниченному непрозрачным экраном пространству;
- применение дистанционного управления, и сигнальных устройств.

К индивидуальным средствам защиты, применяемым при проведении пуско-наладочных и ремонтных работ с открытыми лазерными установками, относятся средства защиты глаз и лица (защитные очки, щитки, насадки), средства защиты

рук, специальная одежда (халаты, перчатки). Халаты изготавливаются из х/б ткани светло-зеленого или голубого цвета.

При использовании средств индивидуальной защиты необходимо учитывать длину волны излучения и оптическую плотность светофильтров.

Оптическая плотность светофильтров, применяемых в защитных очках ( $D_\lambda$ ), должна удовлетворять условию:

$$D_\lambda \geq 10 \lg \frac{H_{\text{макс}}(E_{\text{макс}})}{H_{\text{ПДУ}}(E_{\text{ПДУ}})}, \text{ дБ},$$

а для излучения с длиной волны ( $\lambda$ ) от 0,4 до 1,4 мкм и выше :

$$D_\lambda \geq 10 \lg \frac{W_{\text{макс}}(P_{\text{макс}})}{W_{\text{ПДУ}}(P_{\text{ПДУ}})}, \text{ дБ},$$

где  $H_{\text{макс}}$ ,  $E_{\text{макс}}$ ,  $W_{\text{макс}}$ ,  $P_{\text{макс}}$  – максимальные значения нормируемых параметров лазерного излучения в рабочей зоне;  $H_{\text{ПДУ}}$ ,  $E_{\text{ПДУ}}$ ,  $W_{\text{ПДУ}}$ ,  $P_{\text{ПДУ}}$  – предельно-допустимые значения этих параметров при хроническом облучении.

Защитные лицевые щитки применяются в тех случаях, когда лазерное излучение представляет опасность не только для глаз, но и для кожи лица. Перечень некоторых защитных очков, щитков и насадок приведен в таблице 3.23

При наладке резонаторов газовых лазеров, работающих в видимой области спектра (0,4-0,75 мкм), для защиты глаз применяются защитные насадки (ЗН).

**Таблица 3.23**

**Некоторые марки защитных очков, щитков и насадок, рекомендуемых для защиты глаз и кожи лица.**

	Марки очков	Марка светофильтров	Диапазон защиты, мкм	Оптическая плотность
1.	ЗН22-72-СЗС22	СЗС22	0,63-0,68; 0,68-1,2-1,4	3;6;3
	ЗНД4-72-СЗС22-	СЗС22	0,63-0,68; 0,68-1,2-1,4	3;6;3
	СС23-1	ОС23-1	0,4-0,53	6
	ЗН62-Л17	Л17	0,6-1,1	4
	ЗН62-ОЖ	ОЖ	0,2-0,51	3
2.	Марка щитка	Марка светофильтра	Диапазон защиты, мкм	Оптическая плотность
	НФП2	Л17	10,6	2

	Марка насадки	Длина волны, мкм (тип лазера)	Максимальная мощность, Вт
3.	ЗН-0,441	441 (гелий-кадмиевый)	3-4
	ЗН-0,488	488 (аргоновый)	3-4
	ЗН-0,51(0,58)	0,51 и 0,58 (на парах меди)	3-4

Уменьшение действующего на оператора излучения ( $H_{оп}$ ) при использовании халатов, перчаток и других средств защиты из ткани может быть рассчитано по следующей формуле:

$$H_{оп} = H \cdot K^m,$$

где  $K$  – коэффициент пропускания ткани (для тканей белого цвета  $K=0,06-0,08$ );  $m$  – число слоев ткани.

## РАЗДЕЛ 4

# ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.

---

Производственная безопасность – это система организационных и технических мероприятий, технических принципов, методов и средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных производственных факторов, с целью снижения риска травмирования работающих.

Для достижения своей цели производственная безопасность использует организационные и технические мероприятия, технические принципы, методы и средства защиты от поражения электрическим током, защиту от механического травмирования движущимися механизмами, подъемно-транспортными средствами, обеспечение безопасности систем высокого давления, пожарной безопасности и др.

Технические принципы, методы и средства, обеспечивающие производственную безопасность, относятся к технике безопасности.

### **4.1 Основные причины несчастных случаев на производстве**

Условно их можно разделить на организационные, технологические, санитарно-гигиенические и психофизиологические причины.

*Организационные причины* включают в себя низкий уровень образования, профессиональной подготовки работника, отсутствие достаточного опыта и навыков в работе, пренебрежение требованиями безопасности, недисциплинированность, безответственность (нарушение инструкций, технических указаний, правил эксплуатации и т.п.)

*Технологические причины* – это низкий технический уровень оборудования и технологий, несоответствие их характеристик мировым стандартам, неисправность оборудования и нарушение технологических процессов, низкий уровень эффективности защитных мер, неисправность средств защиты и приспособлений.

*Санитарно-гигиенические причины* включают в себя несоответствие требованиям санитарных норм (правил, стандартов), характеристик

производственной среды (освещение, микроклимат, шумы, вибрация, различные излучения и т.п.). Эти причины способствуют более быстрому снижению работоспособности, ведут к утомлению и как следствие – нарушению координации движения, снижению внимания и повышению вероятности травмирования.

*Психофизиологические причины* – это физические и нервно-психические перегрузки, состояние утомления и другие психические состояния, возникающие в результате внешних воздействий или присущих данной личности, способствующие утомлению.

## **4.2 Защита от поражения электрическим током**

Современное производство немислимо без широкого использования электрической энергии. Повышая производительность труда и культуру производства, электрический ток в то же время представляет большую опасность для жизни и здоровья людей. В отличие от других опасностей электрический ток невозможно обнаружить дистанционно без приборов.

Поражение человека электрическим током возможно при замыкании электрической цепи через его тело, что может иметь место при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках (например, при двухфазном включении в сеть; однофазном включении в сеть, стоя на земле или касаясь каких-либо заземленных конструкций; при контакте с нетоковедущими частями оборудования, случайно оказавшимися под напряжением из-за нарушения изоляции проводов электропитания оборудования или электрифицированного инструмента и др.).

Защита от поражения электрическим током или *электробезопасность* включает в себя систему организационных и технических мероприятий, технических способов и средств, обеспечивающих безопасные условия труда работающих с технологическим оборудованием и ручным инструментом, использующим электрическую энергию, с целью сокращения электротравматизма до приемлемого (и ниже) уровня риска.

Статистика несчастных случаев по причинам электропоражения показывает, что общее число травм, вызванных электрическим током с потерей трудоспособности, невелико и составляет приблизительно 0,5-1,0% (в энергетике 3-3,5%) от общей численности несчастных случаев на производстве. Однако со смертельным исходом такие случаи на производстве составляют 30-

40%, а в энергетике до 60%. Согласно статистике 75-80% смертельных поражений электрическим током происходит в установках, электропитание которых осуществляется напряжением 380/220 и 220/127В.

#### **4.2.1 Действие электрического тока на организм человека**

Проходя через организм, электрический ток может вызывать термическое, электролитическое и биологическое действие.

*Термическое действие* выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов и нервных волокон.

*Электролитическое действие* выражается в разложении крови и других органических жидкостей, вызывая значительные нарушения их физико-химических составов.

*Биологическое действие* проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что может сопровождаться непроизвольным судорожным сокращением мышц, в том числе мышц сердца и легких. В результате могут возникнуть различные нарушения в организме, в том числе нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения.

Раздражающее действие тока на ткани может быть *прямым*, когда ток проходит непосредственно по этим тканям, и *рефлекторным*, то есть через центральную нервную систему, когда путь тока лежит вне этих органов.

Все многообразие действия электрического тока приводит к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

*Электрические травмы* – это четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дугой (электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения).

*Электрический удар* – это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольным судорожным сокращением мышц.

Различают четыре степени электрических ударов:

I степень – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II степень – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;

III степень – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или

дыхания (либо того и другого вместе);

IV степень – клиническая смерть, то есть отсутствие дыхания и кровообращения.

Причинами смерти от электрического тока могут быть остановка сердца, прекращение дыхания и электрический шок.

Остановка сердца или его фибрилляция (то есть быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон (фибрилл) сердечной мышцы, при которых сердце перестаёт работать как насос, в результате чего в организме прекращается кровообращение) может наступить при прямом или рефлекторном действии электрического тока.

Прекращение дыхания как первопричина смерти от электрического тока вызывается непосредственным или рефлекторным воздействием тока на мышцы грудной клетки, участвующих в процессе дыхания, в результате – асфиксия (удушье по причине недостатка кислорода и избытка углекислоты в организме).

Электрический шок – это тяжелая реакция организма в ответ на сильное электрическое раздражение, сопровождающаяся опасными расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ и т.п. Такое состояние может продолжаться от нескольких минут до суток.

#### ***4.2.2 Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током***

Исход воздействия электрического тока на организм человека зависит от ряда факторов, основными из которых являются: величина электрического тока; величина напряжения, воздействующего на организм; электрическое сопротивление тела человека; длительность воздействия тока на организм; род и частота тока; путь протекания тока в теле; психофизиологическое состояние организма, его индивидуальные свойства; состояние и характеристика окружающей среды (производственного помещения) – температура, влажность, загазованность и запыленность воздуха и др.

#### ***4.2.3 Меры первой помощи пострадавшим от электрического тока***

Первая доврачебная помощь при несчастных случаях от поражения электрическим током состоит из двух этапов:

1. освобождение пострадавшего от действия тока;

## 2. оказание пострадавшему медицинской помощи.

Так как исход поражения зависит от длительности воздействия тока, важно быстрее освободить пострадавшего от дальнейшего действия тока. Очень важно также быстрее начать оказание пострадавшему медицинской помощи, так как период клинической смерти продолжается не более 7-8 минут. Заключение о смерти пострадавшего может вынести только врач.

При невозможности быстрого отключения установки необходимо отделить пострадавшего от токоведущих частей, которых он касается. При этом оказывающий помощь должен принять меры, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью или телом пострадавшего.

Меры первой помощи зависят от состояния пострадавшего после освобождения его от действия тока.

Если пострадавший находится в сознании, но до этого был в состоянии обморока, его следует уложить на подстилку и до прибытия врача обеспечить полный покой и наблюдать за пульсом и дыханием.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но с сохранившимися дыханием и пульсом, то его следует уложить на подстилку, обеспечить приток свежего воздуха, поднести к носу вату, смоченную в нашатырный спирт, обрызгивать лицо холодной водой.

При плохом дыхании пострадавшего (очень редко, судорожно) необходимо делать искусственное дыхание и массаж сердца.

Если у пострадавшего отсутствуют признаки жизни (дыхание и пульс), надо считать его в состоянии клинической смерти и немедленно приступить к его реанимации, то есть производству искусственного дыхания и массажа сердца.

Искусственное дыхание выполняется с целью насыщения крови кислородом, необходимым для функционирования всех органов и систем. Кроме того, искусственное дыхание вызывает рефлекторное возбуждение дыхательного центра головного мозга, что обеспечивает восстановление самостоятельного (естественного) дыхания пострадавшего.

Наиболее эффективным из ручных способов искусственного дыхания является способ “изо рта в рот” или “изо рта в нос”. Он заключается во вдувании воздуха из легких оказывающего помощь в легкие пострадавшего через его рот или нос.

Массаж сердца – это искусственные ритмические сжатия сердца пострадавшего, имитирующие его самостоятельные сокращения, с целью искусственного поддержания кровообращения в организме пострадавшего и восстановления нормальных естественных сокращений сердца. При поражении электрическим током производится непрямой массаж сердца, состоящий из ритмического надавливания на переднюю стенку грудной клетки пострадавшего.

При оживлении организма причиной длительного отсутствия пульса у пострадавшего при появлении других признаков реанимации (восстановление самостоятельного дыхания, сужение зрачков) может явиться фибрилляция сердца. В таких случаях должна быть произведена дефибрилляция сердца с помощью дефибриллятора прибывшими медицинскими работниками, а до этого момента должны непрерывно производиться искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.

#### **4.2.4 Оценка опасности поражения электрическим током**

Оценка опасности электропоражения заключается в расчете (или измерении) протекающего через человека тока  $I_h$  или напряжения прикосновения  $U_{np}$  и сравнении эти величин с предельно допустимыми их значениями ( $I_{h_{III}}$  и  $U_{np_{III}}$ ) в зависимости от продолжительности воздействия тока.

Оценка электропоражения проводится в нормальном режиме работы электроустановки и в аварийном, то есть в режиме, при котором могут возникнуть опасные ситуации, приводящие к электротравмированию людей, взаимодействующих с установкой (например, при замыкании электропитания установки на её корпус или другие электропроводящие части в результате нарушения изоляции).

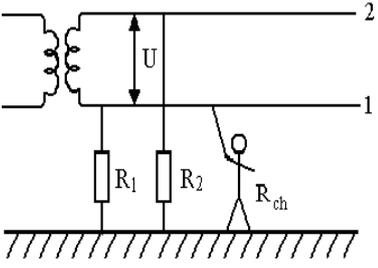
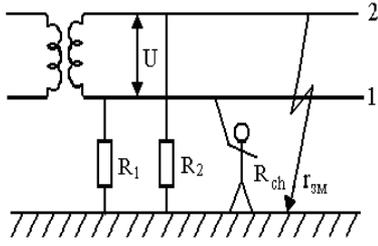
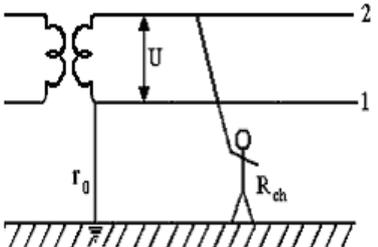
Оценка опасности в таких случаях позволяет определить необходимость применения способов и средств защиты, а максимально возможные (или фактические) и предельно допустимые значения тока через тело человека или допустимые напряжения прикосновения служат исходными данными для их проектирования и расчета.

Максимально возможные значения тока, протекающего через тело

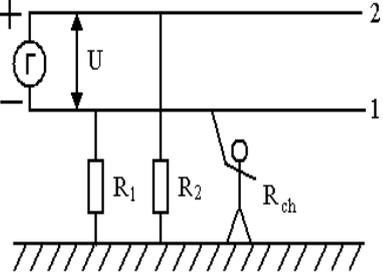
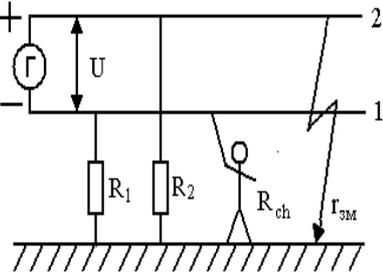
человека при однофазном, однопроводном или однополюсном прикосновении могут быть рассчитаны по формулам, представленным, соответственно, в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

**Формулы для расчета электрического тока, проходящего через тело человека ( $I_h$ ) при однопроводном прикосновении в двухпроводных сетях переменного (50 Гц) и постоянного тока**

№ п/п	Характеристика сети	Схема включения человека в электрическую сеть	Формула для расчета тока
1	2	3	4
1	Двухпроводная сеть переменного тока, изолированная от земли в нормальном режиме работы.		$I_h = \frac{UR_1}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_{ch} + R_2 \cdot R_{ch}}$ <p>При <math>R_1 = R_2 = R</math> и <math>C_1 = C_2 = C \rightarrow 0</math></p> $I_h \approx \frac{U}{2 \cdot R_{ch} + R}$
2	Двухпроводная сеть переменного тока, изолированная от земли в аварийном режиме работы.		$I_h = \frac{UR_1}{R_1 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_{ch} + R_3 \cdot R_{ch}},$ <p>где <math>R_3 = \frac{R_2 \cdot r_{3m}}{R_2 + r_{3m}}</math>, – эквивалентное сопротивление</p>
3	Двухпроводная сеть переменного тока с заземленным проводом (прикосновение к незаземленному проводу)		$I_h = \frac{U}{R_{ch} + r_0};$ <p>т.к. <math>R_{ch} \gg r_0</math>, то</p> $I_h = \frac{U}{R_{ch}}$

Окончание табл.4.1

1	2	3	4
4	Двухпроводная сеть постоянного тока в нормальном режиме работы.		<p>В установившемся режиме:</p> $I_h = \frac{U \cdot R_1}{R_{ch} \cdot (R_1 + R_2) + R_1 \cdot R_2}$ <p>при <math>R_1 = R_2 = R</math></p> $I_h = \frac{U}{2 \cdot R_{ch} + R};$
5	Двухпроводная сеть постоянного тока в аварийном режиме работы (провод 2 замкнут на землю через сопротивление замыкания $r_{зм}$ )		<p>В установившемся режиме:</p> <p>При <math>r_{зм} \ll R_1, R_2</math></p> $I_h = \frac{U}{R_{ch} + r_{зм}}$

Как видно из таблицы 4.1, более безопасной трехфазной сетью при нормальном режиме ее работы (то есть при сопротивлении фазных проводов относительно земли не менее 500 кОм) при однофазном прикосновении является трехфазная сеть с изолированной от земли нейтралью, а в аварийном режиме, то есть при замыкании одной из фаз на землю через сопротивление, значительно меньше требуемого сопротивления изоляции ( $r_{зм} \ll Z$ ), является трехфазная сеть с заземленной нейтралью. Напряжение прикосновения  $U_{np}$  при однофазном прикосновении к исправной фазе равно линейному напряжению сети ( $U_{np} = U_{л}$ ), а в сети с заземленной нейтралью при тех же условиях – напряжение прикосновения всегда меньше линейного хотя и больше фазного ( $U_{л} > U_{np} > U_{ф}$ ).

При выборе схемы трехфазной сети (по количеству проводов) и режима ее нейтрали относительно земли (изолирована либо заземлена) руководствуются двумя требованиями: степенью опасности той или иной сети, а так же ее технологичностью, то есть удобством эксплуатации потребителем электрической энергии.

По безопасности предпочтительнее трехфазная сеть в заземленной нейтралью, т.к. она менее опасна в аварийном режиме работы, а по технологичности – четырехпроводная сеть, т.к. в этом случае к сети можно

подключать как трехфазные, так и однофазные потребители энергии.

Исходя из вышеизложенного, на практике применяются следующие электрические сети:

- трехфазная трехпроводная сеть с изолированной нейтралью (обычно в небольших лабораториях, производственных участках, где используются только трехфазные потребители и когда обеспечивается сопротивление изоляции фазных проводов такой сети по отношению к земле не менее 500 кОм);
- трехфазная четырехпроводная сеть с заземленной нейтральностью (практически на всех предприятиях, жилых и общественных помещениях);
- трехфазная четырехпроводная сеть с изолированной нейтралью, как исключение, в передвижных установках.

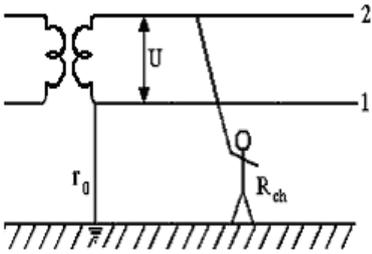
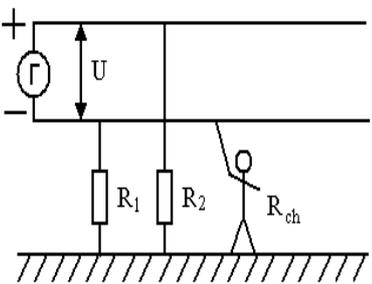
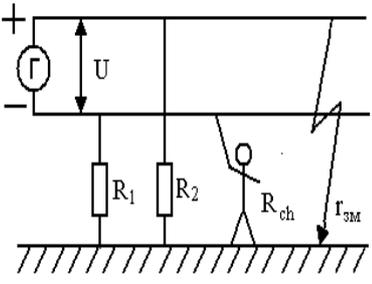
**Таблица 4.2**

**Формулы для расчета электрического тока, проходящего через тело человека ( $I_h$ ) при однопроводном прикосновении в двухпроводных сетях переменного (50 Гц) и постоянного тока**

№ п/п	Характеристика сети	Схема включения человека в электрическую сеть	Формула для расчета тока
1	2	3	4
1	Двухпроводная сеть переменного тока, изолированная от земли в нормальном режиме работы.		$I_h = \frac{UR_1}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_{ch} + R_2 \cdot R_{ch}}$ <p>При <math>R_1 = R_2 = R</math> и <math>C_1 = C_2 = C \rightarrow 0</math></p> $I_h \approx \frac{U}{2 \cdot R_{ch} + R}$
2	Двухпроводная сеть переменного тока, изолированная от земли в аварийном режиме работы.		$I_h = \frac{UR_1}{R_1 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_{ch} + R_3 \cdot R_{ch}}$ <p>где <math>R_3 = \frac{R_2 \cdot r_{3m}}{R_2 + r_{3m}}</math>, - эквивалентное сопротивление</p>

**Окончание табл.4.2.**

1	2	3	4
---	---	---	---

3	<p>Двухпроводная сеть переменного тока <sup>С</sup> заземленным проводом (прикосновение к незаземленному проводу)</p>		$I_h = \frac{U}{R_{ch} + r_0};$ <p>т.к. <math>R_{ch} \gg r_0</math>, то</p> $I_h = \frac{U}{R_{ch}}$
4	<p>Двухпроводная сеть постоянного тока <sup>В</sup> в нормальном режиме работы.</p>		<p>В установившемся режиме:</p> $I_h = \frac{U \cdot R_1}{R_{ch} \cdot (R_1 + R_2) + R_1 \cdot R_2}$ <p>при <math>R_1 = R_2 = R</math></p> $I_h = \frac{U}{2 \cdot R_{ch} + R};$
5	<p>Двухпроводная сеть постоянного тока в аварийном режиме работы (провод 2 замкнут на землю через сопротивление замыкания <math>r_{зм}</math>)</p>		<p>В установившемся режиме:</p> <p>При <math>r_{зм} \ll R_1, R_2</math></p> $I_h = \frac{U}{R_{ch} + r_{зм}}$

Примечание: в таблицах 4.1 и 4.2 приняты следующие обозначения:  $R_1, R_2, R_3$  - активное сопротивление изоляции фазных проводов по отношению к земле;  $C_1, C_2, C_3$  - электрическая емкость фазных проводов по отношению к земле;  $Z$  - реактивное сопротивление фазных проводов по отношению к земле ( $Z = R + \frac{1}{j\omega}$ , где  $\omega = 2\pi f$  - круговая частота);  $U_\phi$  - фазное напряжение;  $U_\lambda$  - линейное напряжение ( $U_\lambda = \sqrt{3} \cdot U_\phi$ );  $R_{ch}$  - полное сопротивление в цепи тела человека;  $U$  - напряжение двухпроводных сетей переменного или постоянного тока.

При расчетах  $I_h$  по формулам, приведенным в таблицах 4.1 и 4.2,

необходимо принимать  $Z$  и  $R$  при нормальном режиме работы электрических сетей напряжением до 1000 В равными 500 кОм. Сопротивление заземления нейтралями источника тока в трехфазных сетях  $r_0$  принимается равным 2, 4 или 8 Ом в зависимости от напряжения сети (соответственно 660/380, 380/220 и 220/127 В). При расчете полного сопротивления в цепи тела человека  $R_{ch}$ , которое включает в себя сумму сопротивлений тела человека  $R_h$ , обуви  $R_{об}$  и основания (пола или грунта), на котором стоит человек  $R_{ос}$ , сопротивление собственного тела человека следует принимать равным 1 кОм при напряжении прикосновения  $U_{пр} \geq 50$  В и 6 кОм при  $U_{пр} \leq 50$  В.

Предельно допустимые (наибольшие допустимые) значения напряжения прикосновения и токов через тело человека для нормального (неаварийного) и аварийного режимов работы электроустановок приведены в таблицах 4.3 и 4.4.

**Таблица 4.3**

**Предельно допустимые значения напряжения прикосновения  $U_{пр\text{нн}}$  и тока через тело человека  $I_{h\text{нн}}$  при нормальном (неаварийном) режиме работы установок.**

Род и частота Тока	Наибольшие допустимые значения (нормальный режим)	
	$U_{пр\text{нн}}$ , В	$I_{h\text{нн}}$ , мА
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	8	1,0

Примечание: настоящие нормы (табл. 4.3) соответствуют продолжительности воздействия тока на человека не более 10 мин в сутки. Для лиц, выполняющих работу в условиях высокой температуры (более 25°C) и влажности воздуха (относительная влажность более 75%), приведенные нормы должны быть уменьшены в три раза.

**Таблица 4.4**

**Предельно допустимые значения напряжения прикосновения  $U_{пр\text{ав}}$  и тока через тело человека  $I_{h\text{ав}}$  при аварийном режиме работы установок.**

Род и частота тока	Нормируемая величина	Наибольшие допустимые значения при продолжительности воздействия, с						
		0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	Более 1,0
Переменный, 50 Гц	$U_{фид}$ , В	500	250	125	85	65	50	42
	$I_{фид}$ , мА	500	250	125	85	65	50	6
Переменный, 400 Гц	$U_{фид}$ , В	500	500	250	170	130	100	42
	$I_{фид}$ , мА	500	500	250	170	130	100	8
Постоянный	$U_{фид}$ , В	500	400	300	240	220	210	50
	$I_{фид}$ , мА	500	400	300	240	220	210	15

Для оценки опасности электропоражения может быть определена вероятность возникновения электротравмы в конкретных производственных условиях.

Поражение человека электрическим током наступает при совпадении двух факторов:  $P(A)$  – вероятности того, что при прикосновении к электроустановке человек попал под напряжение, и  $P(B)$  – вероятности того, что ток, проходящий через человека, превысит (с учётом времени воздействия) допустимое значение.

Фактор  $B$  зависит от фактора  $A$ , поэтому вероятность поражения током равна:

$$P = P(B / A) \cdot P(A)$$

Вероятность появления фактора  $A$  равна:

$$P(A) = P(G) \cdot P(D),$$

где  $P(G)$  – вероятность прикосновения человека к электроустановке;  $P(D)$  – вероятность появления на установке напряжения.

Таким образом, вероятность поражения человека током:

$$P = P(G) \cdot P(D) + P(B / A).$$

Это выражение позволяет количественно оценить опасность электропоражения для данного типа электроустановок, определить эффективные пути снижения электротравматизма.

Вероятность появления факторов  $G$  и  $D$  для конкретных типов электроустановок можно определить путем анализа надежности и условий эксплуатации, хронометрии производственного процесса. При этом учитываются только те отказы (аварии) в электроустановках, которые ведут к возникновению условий поражения.

Для нахождения вероятности реализации фактора  $B$  определяется ток, проходящий через человека, и его значение сравнивается в допустимым. От значения  $I_n$ , зависит также выбор средств защиты и определение их характеристик.

#### **4.2.5 Способы и средства обеспечения электробезопасности**

Электробезопасность персонала обеспечивается конструкцией электроустановок, организационными и техническими мероприятиями, а также техническими способами, средствами и приспособлениями.

Требования электробезопасности к конструкции и устройству электроустановок устанавливаются нормативными документами (стандарты, правила, нормы и др.) и технологическими условиями на электротехнические изделия (выбор материалов, размещение деталей, обработка и т.п.).

Организационные мероприятия включают в себя: требования к персоналу (возраст, медицинское освидетельствование, обучение, проверка знаний и др.); назначение лиц, ответственных за организацию и производство работ; оформление наряда (распоряжения) на производство работ; осуществление допуска к проведению работ; организацию надзора за проведением работ и др.

Технические мероприятия в действующих установках со снятым напряжением при работах в электроустановках или вблизи их – это отключение установки (или ее части) от источника; механическое запираание приводов отключающих коммутационных аппаратов; снятие предохранителей; отсоединение концов питающих линий; установка знаков безопасности и ограждений; применение заземления и др.

Технические мероприятия при выполнении работ под напряжением включают в себя применение изолирующих, ограждающих и вспомогательных защитных средств.

Изолирующие защитные средства служат для изоляции персонала от частей электрооборудования или проводов сети, находящихся под напряжением, а также для изоляции человека от земли (рис. 4.1).

Изолирующие средства делятся на основные и дополнительные.

К основным средствам относятся такие средства, изоляция которых надежно выдерживает рабочее напряжение электроустановок и при помощи которых допускаются работы в электроустановках под напряжением и изолируют главным образом руки работающих от токоведущих частей или частей,

оказавшихся под напряжением (рис. 4.2).

К ним относятся (в электроустановках напряжением до 1000В) электрические перчатки, инструмент с изолированными рукоятками, указатели напряжения (токоискатели) и др.

К дополнительным защитным изолирующим средствам относятся средства, которые сами по себе не могут обеспечить электробезопасность и лишь дополняют защитную роль основных изолирующих средств, изолируя ноги работающих от земли (рис. 4.1). К дополнительным защитным изолирующим средствам относятся диэлектрические галоши, диэлектрические резиновые коврики, изолирующие подставки и т.п.

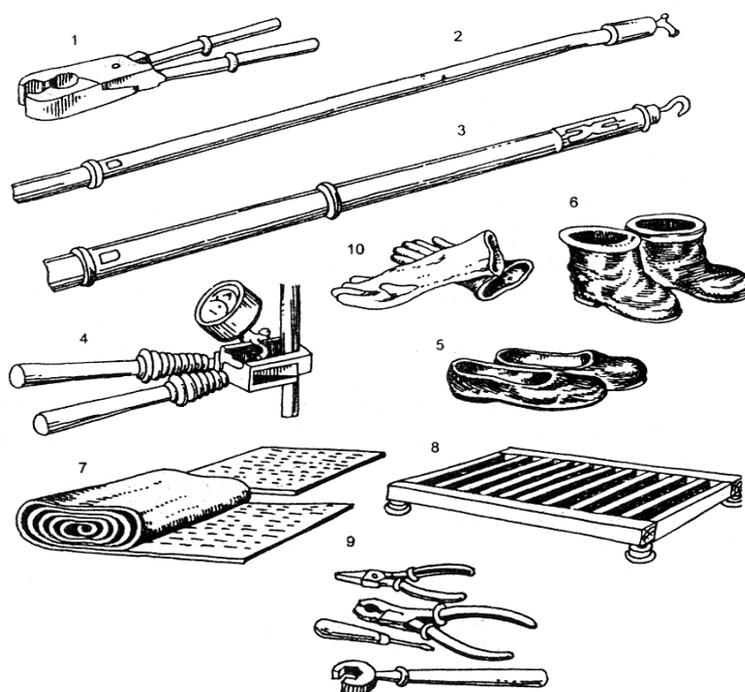


Рис. 4.1. Основные и дополнительные защитные средства, применяемые для работы в электроустановках (1 – изолирующие клещи, 2 – изолирующая штанга, 3 – указатель напряжения, 4 – токоизмерительные клещи, 5 – диэлектрические галоши, 6 – диэлектрические боты, 7 – диэлектрические коврики, 8 – изолирующая подставка, 9 – слесарно-монтажный инструмент с изолирующими ручками, 10 - диэлектрические перчатки).

Основные изолирующие средства должны применяться совместно с дополнительными. В этом случае сопротивление в цепи тела человека резко увеличивается, снижая опасность электропоражения.

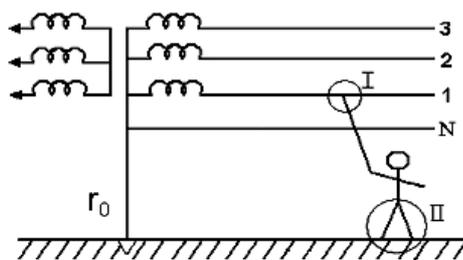


Рис. 4.2. Использование основных (I) и дополнительных (II) изолирующих средств.

Ограждающие защитные средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей и защиты персонала от прикосновения к токоведущим частям оборудования. К ним относятся временные переносные ограждения (щиты, ограждения–клетки и т.п.), изолирующие накладки, кожухи, предупредительные плакаты и др.

При работах на отключенном оборудовании во избежание электропоражения при ошибочной подаче на него напряжения или появлении наведенного напряжения применяются временные переносные заземления и закоротки.

Предупредительные плакаты служат для предупреждения персонала об опасности, напоминания о принятых мерах безопасности, запрещения подачи напряжения и т.п.

Вспомогательные защитные средства служат для защиты персонала от сопутствующих опасностей и вредностей при работе в электроустановках. К ним относятся: приспособления, предохраняющие от падения с высоты (предохранительные пояса, страхующие канаты и т.п.); приспособления для безопасного подъема на высоту (стремянки, лестницы, монтерские когти и т.п.); устройства, защищающие работающих от световых, тепловых, электромагнитных, механических и химических воздействий (защитные очки, респираторы, противогазы, рукавицы и др.).

Для защиты от поражения электрическим током при эксплуатации различного технологического оборудования, использующего электрическую энергию, применяется ряд технических методов (способов), основными из которых являются: применение малых напряжений для электропитания технических установок, оборудования и ручного инструмента; электрическое разделение сетей; защитное заземление; зануление; устройства защитного отклонения (УЗО) и др.

*Применение малых напряжений* в пределах наибольших допустимых значений для электропитания приборов, электрифицированного ручного

инструмента и установок является наиболее эффективным способом обеспечения электробезопасности. Поэтому в тех случаях, где это возможно, необходимо использовать более низкие напряжения, не превышающие  $U_{гр\ гц}$ .

С этой целью для электропитания переносных установок и ручного инструмента (электрические дрели, гайковерты, электрические паяльники и др.) допускаются следующие *максимальные* значения напряжения в зависимости от места работы (вид помещения по опасности поражения электрическим током, наружные условия и др.):

- 220 В (50 Гц) при использовании установок в помещениях без признаков повышенной и особой опасности поражения электрическим током;

- 42 В (50 Гц) в помещениях с наличием признаков повышенной опасности поражения электрическим током и при работах в наружных условиях. В таких условиях работы допускается использовать инструмент (переносные установки) до 220 В, но с обязательным применением основных и дополнительных изолирующих средств;

- 42 В (50 Гц) в помещениях с наличием признаков особой опасности с обязательным применением основных и дополнительных изолирующих средств.

Для электропитания переносных светильников допускаются следующие максимальные значения напряжений:

- 42 В (50 Гц) в помещениях с наличием признаков повышенной и особой опасности;

- 12 В (50 Гц) – при работах в особо опасных и неблагоприятных условиях.

К признакам повышенной опасности поражения электрическим током в производственных помещениях относятся: наличие в помещении токопроводящих полов (земляные, металлические, железобетонные, кирпичные и т.п.); поддержание в помещении длительное время (более 2 часов) температуры воздуха равной или более 25°C и относительной влажности равной или более 75%; наличие в воздухе токопроводящей пыли; наличие возможности одновременного прикосновения к корпусам и другим частям оборудования, на которых может оказаться напряжение, с одной стороны, и к каким-либо заземленным конструкциям здания, другого оборудования, с другой.

К признакам особой опасности помещений относятся: наличие в помещении двух или более признаков повышенной опасности; наличие в воздухе

помещения химически агрессивной среды; поддержание в помещении высокой относительной влажности, близкой к 100%.

В качестве источников малого (низкого) напряжения применяются гальванические элементы, выпрямители, преобразователи частоты (для уменьшения массы ручного инструмента на частоте 200 или 400 Гц), понижающие трансформаторы и др. Использование с этой целью автотрансформаторов не допускается, т.к. в этом случае сохраняется гальваническая связь автотрансформатора с электрической сетью, а значит и опасность электропоражения при замыкании («пробое») напряжения электропитания на корпуса или другие части таких устройств.

*Электрическое разделение сетей* заключается в использовании разделительных трансформаторов с помощью которых сети большой протяженности или сети, имеющие большое количество ответвлений разделяются на отдельные небольшие сети того же напряжения (рис. 4.3.). Электрическое разделение сетей позволяет обеспечить сопротивление фазных проводов по отношению к земле достаточно большим ( $\geq 500$  кОм в сетях до 1000 В) и тем самым обеспечить их безопасность при однофазном прикосновении.

Для разделения сетей могут применяться также преобразователи частоты и выпрямительные установки.

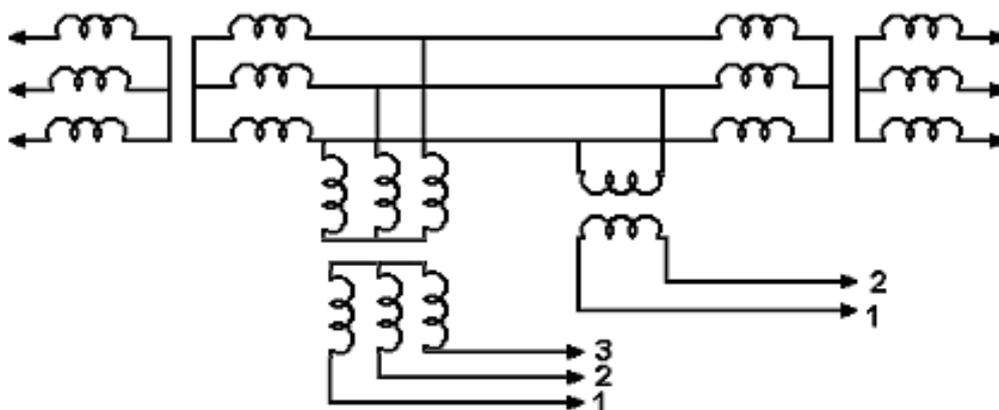


Рис. 4.3. Электрическое разделение сетей

*Защитное заземление* представляет собой преднамеренное электрическое соединение металлических частей оборудования (например, корпусов), которые могут оказаться под напряжением в результате нарушения изоляции токоведущих частей оборудования (и по другим причинам), с землей посредством заземляющего устройства (рис. 4.4.).

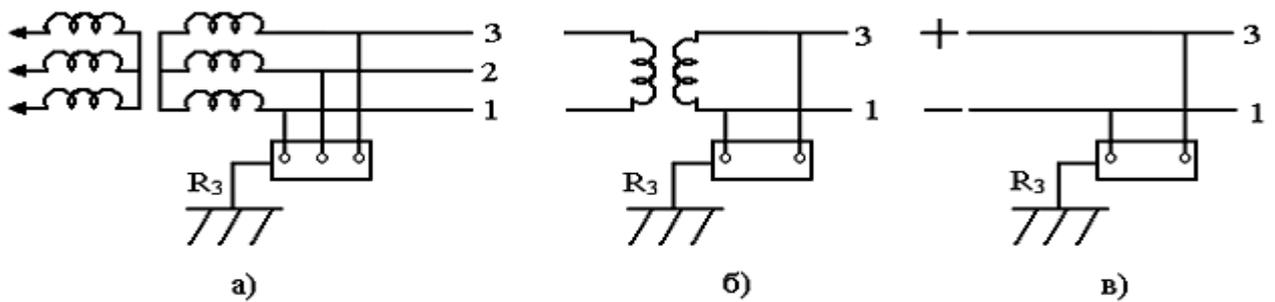


Рис. 4.4. Электрическая схема заземления при электропитании установки от трехфазной сети (а) и двухпроводных сетей переменного (б) и постоянного (в) тока.  $R_3$  – сопротивление заземляющего устройства (заземления).

Принцип действия защитного заземления заключается в уменьшении опасности электропоражения за счет снижения напряжения на заземленном корпусе (или других частях) при замыкании на него (или другие части оборудования) питающего напряжения) до значения  $U_K = I_3 \cdot R_3$  (где  $I_3$  – ток, протекающий через заземлитель;  $R_3$  – сопротивление защитного заземления) и выравнивания или снижения разности потенциалов между корпусом установки и землей за счет подъема потенциала земли (основания, на котором стоит человек), возникшего в результате растекания в нем тока.

Таким образом, напряжение, действующее на человека в данном случае (напряжение прикосновения) будет равно разности потенциалов на корпусе установки (потенциал рук,  $\varphi_p$ ) и на основании (потенциал ног,  $\varphi_n$ ):

$$U_{np} = \varphi_p - \varphi_n = \varphi_p \left(1 - \frac{\varphi_n}{\varphi_p}\right)$$

Так как потенциал рук равен напряжению на корпусе, т.е.  $\varphi_p = U_K = I_3 \cdot R_3$ , то напряжение прикосновения при заземленном корпусе станет равно:

$$U_{np} = I_3 \cdot R_3 \cdot \alpha,$$

где  $\alpha$  – коэффициент напряжения прикосновения, равный  $1 - \frac{\varphi_n}{\varphi_p}$ . Он зависит от разности потенциалов на корпусе установки и основании (земле).

В связи с тем, что потенциал на поверхности грунта уменьшается в зависимости от расстояния до заземлителя (места стекания тока в землю) по гиперболическому закону (рис. 4.5), то по мере удаления от места заземления разность потенциалов между корпусом и основанием будет увеличиваться и в зоне электротехнической земли (расстояние равно около 15–20 м), где потенциал на основании (поверхности грунта) приблизительно равен нулю, она станет равной напряжению на корпусе. В этом случае коэффициент напряжения

прикосновения  $\alpha_1=1$ , а напряжение прикосновения равно:

$$U_{np} = U_{\kappa} \cdot \alpha_1 = I_3 \cdot R_3$$

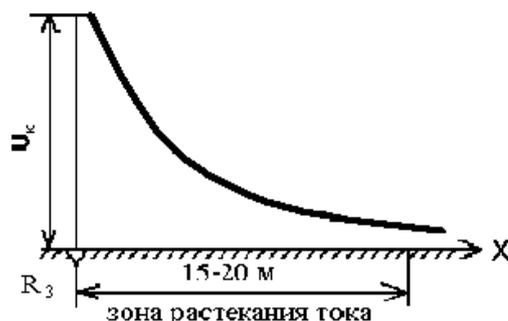


Рис. 4.5. Гиперболический закон распределения потенциала на основании земли в зависимости от расстояния (X) до заземлителя.

Зона, в пределах которой потенциалы на поверхности грунта не равны нулю, называется *зоной растекания тока* (рис. 4.5.).

Для того, чтобы обеспечить достаточно безопасное значение напряжения прикосновения, т.е. не более 42 В, при длительности воздействия

$t \geq 1$ с, необходимо, как видно из выражения  $U_{np} = I_3 \cdot R_3$ , уменьшать значение сопротивления заземляющего устройства  $R_3$  ( $R_{з.у.}$ ). Так как ток, протекающий

через заземлитель  $I_3$ , не может быть более 10 А в сетях напряжением до 1000 В, то  $R_3$  должно быть не более 4 Ом. Допускается 10 Ом при суммарной мощности источников напряжения сети до 100 кВ·А.

Чтобы получить заземление, обеспечивающее безопасность, т.е. напряжение прикосновения не более 42 В, применяют сложные групповые заземлители.

Если расстояние между отдельными электродами (одиночными заземлителями) меньше 20 м, то их поля растекания накладываются, то есть они экранируют друг друга (рис. 4.6), что выражается величиной коэффициента экранирования  $\eta$ .

Общее сопротивление группового заземлителя определяется как сопротивление всех параллельно соединенных одиночных заземлителей с учетом коэффициента экранирования по формуле:

$$R_{з.у.} = \frac{R_{\omega.з.}}{n \cdot \eta},$$

где  $R_{\omega.з.}$  – сопротивление одиночного заземлителя;  $n$  – количество одиночных

заземлителей.

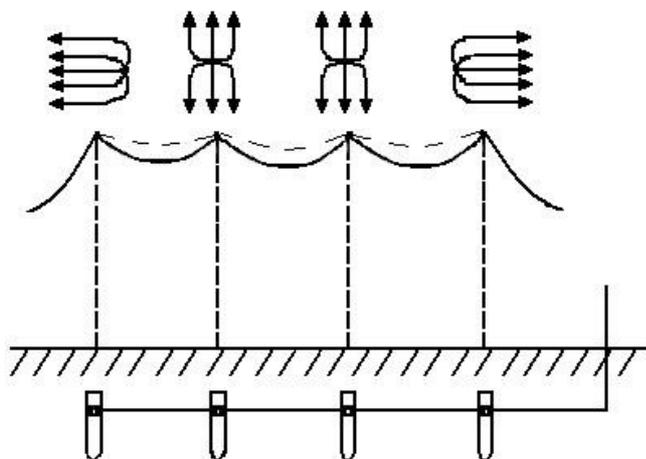


Рис. 4.6. Экранирование одиночных заземлителей группового заземляющего устройства.

Заземляющие устройства (заземления) бывают двух типов – выносные и контурные (распределенные) или выполненные в ряд.

Выносные заземления устраиваются при отсутствии возможности разместить заземлитель в пределах защищаемой площадки, высоком сопротивлении грунта на этой территории и наличии сравнительно на небольшом удалении мест с повышенной проводимостью, а также при рассредоточенном размещении заземляемого оборудования.

При выносном заземлителе коэффициент напряжения прикосновения ( $\alpha$ ) близок или равен единице, то есть заземление защищает в данном случае только за счет малого сопротивления заземления. Поэтому этот тип заземлителя чаще всего применяется при малых токах замыкания на землю ( $I_z$ ).

К достоинству выносных заземлений можно отнести возможность выбора места размещения электродов с наименьшим сопротивлением грунта.

Контурное (распределенное) заземляющее устройство применяется в случаях, когда необходимо выровнять потенциал на защищаемой площадке с возможными потенциалами заземленных частей оборудования и тем самым уменьшить напряжение прикосновения (и напряжение шага) до безопасных значений.

Для заземления электроустановок в первую очередь должны использоваться естественные заземлители — водопроводные и другие трубопроводы, проложенные в земле (за исключением трубопроводов горючих

жидкостей, горючих или взрывоопасных газов и смесей), металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей, свинцовые оболочки кабелей, проложенные в земле, нулевые (нейтральные) провода воздушных линий напряжением до 1000 В, рельсовые пути магистральных неэлектрифицированных железных дорог и др.

Защитное заземление применяется в сетях, изолированных от земли (трехфазные трехпроводные сети с изолированной от земли нейтралью, двухпроводные сети переменного и постоянного тока с изолированными от земли проводами или полюсами).

Заземлению подлежат корпуса и другие части электрооборудования, на которых может оказаться напряжение, во всех случаях при величине номинального напряжения электропитания 380 В переменного тока и 440 В постоянного тока и выше; при номинальных напряжениях равных и выше 42 В (50 Гц) и 110 В помещениях с признаками повышенной и особой опасности и в наружных условиях; во взрывоопасных помещениях при любых значениях постоянного и переменного напряжения.

Конструктивно заземляющее устройство состоит из вертикальных электродов, которые соединяются между собой горизонтальным электродом (полосой).

В качестве вертикальных электродов обычно используют стальные стержни диаметром 10–16 мм и длиной до 10 м, угловую сталь от 40×40 до 60×60 мм и, как исключение, стальные трубы диаметром 50–60 мм с толщиной стенок не менее 3,5 мм длиной 2,5–3,0 м. Для электрического соединения вертикальных электродов применяют полосовую сталь шириной 20–40 мм и толщиной 4 мм, а также сталь круглого сечения диаметром 10–12 мм.

Для установки вертикальных заземлителей предварительно роют траншеи глубиной 0,7 – 0,8 м, после чего их заглубляют специальными механизмами (копры, гидропрессы, вибраторы и т.п.). Расстояние между соседними вертикальными электродами (если позволяют размеры, отведенные под заземление площадки) берут не менее 2,5 м. Для заземлителей, расположенных в ряд, отношение этого расстояния к длине электрода предпочтительно выбирать равным 2–3, а при расположении электродов по контуру – равным 3.

Расчет защитного заземления в установках до 1000 В выполняется по допустимому сопротивлению заземляющего устройства растеканию тока (4 или 10

Ом). При расчете определяют количество, размеры и схему размещения электродов в земле.

Если на территории проектируемого заземляющего устройства имеются естественные заземлители, которые можно использовать, то общее сопротивление заземляющего устройства  $R_{з.у.}$  будет складываться из сопротивления естественных  $R_{ест.}$  и искусственных  $R_{иск.}$  заземлителей:

$$R_{з.у.} = \frac{R_{ест.} \cdot R_{иск.}}{R_{ест.} + R_{иск.}} < R_{з.у.доп.},$$

где  $R_{з.у.доп.}$  – требуемое (допустимое) значение сопротивления заземляющего устройства.

**Зануление** представляет собой преднамеренное электрическое соединение к неоднократно заземленному защитному проводнику сети нетокопроводящих частей оборудования (например, металлического корпуса), которые могут оказаться под напряжением в результате замыкания электропитания на эти части или корпус (рис. 4.7).

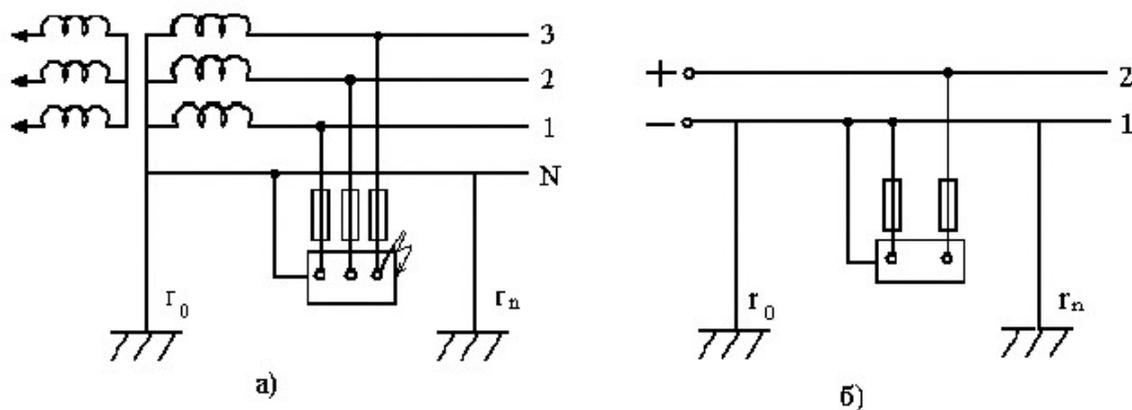


Рис. 4.7. Электрическая схема зануления:

- а) в трехфазной трехпроводной сети с заземленной нейтралью;
- б) в двухпроводной сети постоянного тока с заземленным полюсом.

При наличии зануления опасность электропоражения при прикосновении к зануленным частям (корпусу) оборудования и при замыкании на них питающего напряжения сети устраняется отключением оборудования от сети в результате срабатывания отключающего устройства (например, перегорания плавкой вставки предохранителя), вызванного большим током короткого замыкания.

Так, при замыкании фазы 3 (рис. 4.7а) на зануленный корпус установки образуется цепь короткого замыкания третьей фазы, а возникший большой ток в этой цепи приведет к перегоранию плавкой вставки и отключит поврежденную

установку от сети.

Так как плавкие предохранители и автоматические выключатели с тепловой защитой срабатывают в течение нескольких секунд, то для снижения напряжения, действующего на человека в течение этого времени, обязательно применение повторного заземления защитного проводника  $r_{повт}$ . При этом напряжение прикосновения уменьшится до значения:

$$U_{пр} = I_{r_{повт}} \cdot r_{повт} \cdot \alpha_1$$

где  $I_{r_{повт}}$  – ток, протекающий через повторное заземление;  $\alpha_1$  – коэффициент напряжения прикосновения.

Для надежной работы зануления необходимо обеспечить следующие требования:

а) Ток короткого замыкания  $I_{кз}$  должен в несколько раз превышать номинальный ток  $I_n$  срабатывания защиты, т.е.

$$I_{кз} \geq k \cdot I_n$$

где  $k$  – коэффициент кратности.

Для плавких предохранителей он выбирается равным 3 (во взрывоопасных помещениях 4). При использовании автоматических выключателей  $k \geq 1,25$  (для автоматов с номинальным током до 100 А  $k \geq 1,4$ ).

б) Полная проводимость защитного проводника должна составлять не менее 50% проводимости фазных проводов.

в) Чтобы обеспечить непрерывность цепи зануления, запрещается установка в зануляемый проводник предохранителей и выключателей.

г) Для уменьшения опасности поражения персонала током, возникающей при обрыве защитного проводника, обязательно применение повторного его заземления.

Сопротивление току растекания повторных заземлений не должно превышать 5, 10 или 20 Ом при напряжениях в сети соответственно 660/380, 380/220 и 220/127 В.

д) Зануление однофазных потребителей должно осуществляться специальным проводником (или жилой кабеля), который не может одновременно служить проводником для рабочего тока. Его сопротивление, как и заземляющего проводника при защитном заземлении не должно превышать 0,1 Ома.

Зануление применяется только в сетях с заземленной нейтралью (или заземленным полюсом и проводом в двухпроводных сетях), т.к. в противном

случае при аварийном режиме работы сети, когда одна из фаз сети замыкает на землю через незначительное сопротивление ( $r_{3M}$ ), человек, касающийся корпуса зануленной установки окажется под фазным (в трехфазных сетях), а при пробое питающего напряжения (одной фазы) на корпус (до срабатывания защиты) – под линейным напряжением (рис. 4.8)

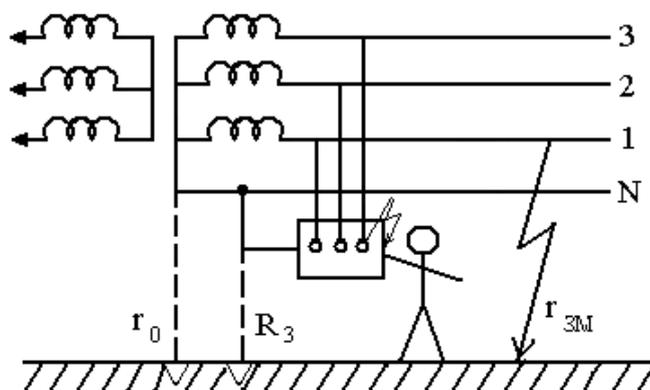


Рис. 4.8. Схема зануления в трехфазной сети с изолированной нейтралью.

При заземленной же нейтрали в аварийном состоянии сети и нормальном режиме установки, напряжение, действующее на человека ( $U_{np}$ ) без учета повторного заземления будет равно:

$$U_{np} = I_{r_0} \cdot r_0 = \frac{U_{\phi}}{r_{3M} + r_0} \cdot r_0,$$

что значительно ниже  $U_{\phi}$ .

Применение защитного заземления в сетях с заземленной нейтралью (заземленным полюсом или проводом в двухпроводных сетях) малоэффективно, так как при замыкании питающего напряжения (одной фазы в трехфазных сетях) на корпус напряжение на нем по отношению к земле достигнет значения превышающего или равного половине фазного (в трехфазных сетях при  $R_3 = r_0$ ):

$$U = I_3 \cdot R_3 = \frac{U_{\phi}}{R_3 + r_0} \cdot R_3$$

В этом случае ток замыкания на землю ( $I_3$ ) через защитное заземление ( $R_3$ ) будет недостаточен для срабатывания защиты (рис. 4.7).

Для определения условия надежной работы зануления производится расчет его на отключающую способность и на безопасность прикосновения к корпусу при замыкании фазы на землю (в этом случае производится расчет заземления нейтрали) и замыкания на корпус (в этом случае производится расчет

повторного заземления нулевого провода – защитного проводника).

Расчет заземлений осуществляется по методике, аналогичной расчету защитного заземления.

Расчет на отключающую способность заключается в проверке правильного выбора проводимости защитного проводника (нейтрали) и всей петли «фаза-ноль», то есть соблюдения условия надежности срабатывания защиты:

$$I_{кз} \geq k \cdot I_n$$

Значение  $I_{кз}$  зависит от  $U_\phi$  и сопротивления цепи «фаза-ноль» и определяется следующим выражением:

$$\dot{I}_{кз} = \frac{U_\phi}{\dot{Z}_{мп}/3 + \dot{Z}_\phi + \dot{Z}_n + j \cdot X_n},$$

где  $\dot{Z}_{мп}$  – полное сопротивление трансформатора;  $\dot{Z}_\phi$  – полное сопротивление фазного проводника;  $\dot{Z}_n$  – полное сопротивление нулевого защитного проводника (нейтрали);  $X_n$  – внешнее индуктивное сопротивление петли (контура) «фаза-ноль».

Комплексное значение полного сопротивления петли «фаза-ноль» ( $\dot{Z}_n$ ) равно:

$$\dot{Z}_n = \dot{Z}_\phi + \dot{Z}_n + j \cdot X_n$$

Модульное значение этого сопротивления определяется по формуле:

$$|Z_n| = \sqrt{(R_\phi + R_n)^2 + (X_\phi + X_n + X_n)^2},$$

где  $R$  и  $X$  – соответственно активные и индуктивные значения сопротивлений фазного и нулевого проводников.

Теперь ток короткого замыкания можно рассчитать по формуле:

$$I_{кз} = \frac{U_\phi}{Z_{мп}/3 + \sqrt{(R_\phi + R_n)^2 + (X_\phi + X_n + X_n)^2}}$$

Сопротивление трансформатора ( $Z_{мп}$ ) зависит от его мощности, напряжения в сети и схемы соединения его обмоток, а также конструктивного его исполнения (выбирается из технических характеристик трансформатора).

Сопротивление  $R_\phi$  и  $R_n$  определяется по сечению ( $S$ ), длине ( $l$ ) и материалу проводников. Для цветных металлов по формуле  $R = \rho \frac{l}{S}$ , а для стальных проводников – по справочнику (где  $\rho$  – удельное сопротивление

металла). Значения  $X_\phi$  и  $X_n$  для медных и алюминиевых проводников сравнительно малы (около 0,0156 Ом/км) и ими можно пренебречь.

Для стальных проводников  $X_\phi$  и  $X_n$  можно определить по справочникам.

Значение  $X_n$  можно рассчитать по известной в электротехнике формуле:

$$X_n = \omega L = \omega \frac{\mu \cdot \mu_0}{\pi} l \cdot \ln \frac{2D}{d},$$

где  $\omega$  – угловая частота ( $2\pi f$ ), рад/с;  $L$  – индуктивность линии, Г;  $\mu$  – относительная магнитная проницаемость среды;  $\mu_0$  – магнитная постоянная ( $4\pi \cdot 10^{-7}$  Г/м);  $l$  – длина линии, м;  $D$  – расстояние между проводами линии, м;  $d$  – диаметр проводника, м.

Для воздушной линии длиной 1 км ( $\mu=1$ ) при частоте  $f=50$  Гц ( $\omega=314$  рад/с):

$$X_n = 314 \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{\pi} \cdot 10^3 \ln \frac{2D}{d} = 0,1256 \ln \frac{2D}{d}$$

Из этого выражения следует, что  $X_n$  в основном зависит от  $D$  (расстояния между проводами сети). Поэтому защитные проводники прокладываются совместно или в непосредственной близости от фазных проводников.

При малых значениях  $D$ , соизмеримых с  $d$ , сопротивлением  $X_n$  можно пренебречь, так как оно в этом случае не превышает 0,1 Ом/км.

*Защитное отключение* представляет собой устройство, автоматически отключающее установку или участок электрической сети при возникновении в них опасности поражения человека электрическим током.

Такая опасность может возникнуть при замыкании электропитания установки на ее корпус, снижении сопротивления изоляции проводов электрической сети относительно земли ниже допустимого значения, появления в сети более высокого напряжения, при прикосновении человека к токоведущим частям при выполнении работ под напряжением и т.п. При этом происходит изменение некоторых электрических параметров сети или электроустановки. Например, могут измениться напряжение корпуса установки относительно земли, ток замыкания с корпуса на землю, напряжение фаз относительно земли и т.п.

Эти изменения параметров используются в устройствах защитного отключения (УЗО) как входные сигналы, вызывающие срабатывание этих устройств и автоматическое отключение установки или опасного участка

электрической сети от питающего напряжения. Эти сигналы называются уставкой.

В зависимости от того, что является уставкой применяются следующие схемы УЗО:

- на напряжении корпуса относительно земли;
- на токе замыкания на землю;
- на токе нулевой последовательности;
- на напряжении нулевой последовательности и др.

Схема УЗО на напряжении корпуса относительно земли показана на рис.4.9.

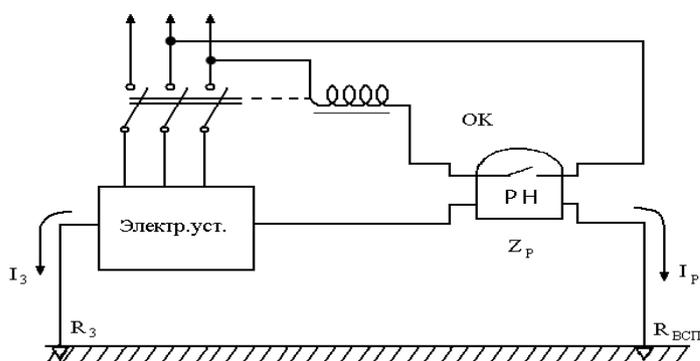


Рис. 4.9. Упрощенная электрическая схема УЗО на напряжении корпуса относительно земли. Обозначения  $I_z$  – ток, протекающий через защитное заземление;  $R_z$  – сопротивление защитного заземления;  $R_{всп}$  – сопротивление вспомогательного заземления;  $PH$  – реле напряжения;  $Z$  – полное сопротивление РН;  $OK$  – отключающая катушка автоматического выключателя.

Данное УЗО предназначено для устранения опасности электропоражения при возникновении на заземленном корпусе повышенного напряжения и представляет собой дополнительную меру к защитному заземлению.

Уставкой здесь является напряжение срабатывания реле напряжения (РН):

$$U_{уст} = I_p \cdot Z_p',$$

где  $I_p$  – ток, протекающий по обмотке реле;  $Z_p$  – полное сопротивление обмотки реле.

Ток реле может определяться предельно допустимым напряжением на корпусе относительно земли в зависимости от быстродействия реле, то есть:

$$I_p = \frac{U_{прд}}{Z_p + R_{всп}};$$

где  $R_{всп}$  – сопротивление вспомогательного заземления.

Тогда

$$U_{уст} = \frac{U_{нр\ нд}}{Z_p + R_{зсн}} \cdot Z_p$$

Если напряжение на корпусе относительно земли окажется равным или более  $U_{уст}$ , заранее установленного в зависимости от  $U_{нр\ нд}$ , то реле напряжения сработает и включит в сеть электромагнитный расцепитель (контактор) и тем самым отключит установку от сети.

Эта схема УЗО пригодна для применения в сетях с изолированной нейтралью как дополнительная мера защиты к защитному заземлению.

Схема УЗО на токе замыкания на землю показана на рис. 4.10.

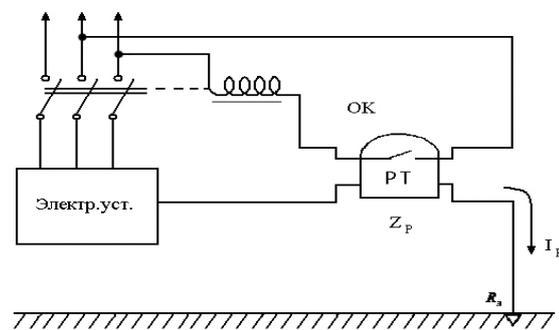


Рис. 4.10. Упрощенная электрическая схема УЗО на токе замыкания на землю.  
Обозначения:  $PT$  – реле тока;  $Z_p$  – полное сопротивление реле тока;  $R_z$  – сопротивление защитного заземления;  $OK$  – отключающая катушка автоматического

Уставкой в этой схеме УЗО является величина тока, при которой срабатывает реле тока (РТ) и отключает установку от сети.

Значение уставки определяется величиной допустимого напряжения между корпусом установки и землей, то есть:

$$I_{уст} = \frac{U_{нр\ нд}}{Z_p + R_z},$$

где  $R_z$  - сопротивление защитного заземления, в разрыв электрической цепи которого включается РТ.

УЗО на токе замыкания на землю применяется как в сетях с изолированной нейтралью, так и в сетях с заземленной нейтралью. В последнем случае реле тока включается в цепь зануления.

В обоих случаях это УЗО является дополнительной мерой защиты к защитному заземлению и занулению.

На рис. 4.11. представлена схема УЗО на токе нулевой последовательности.

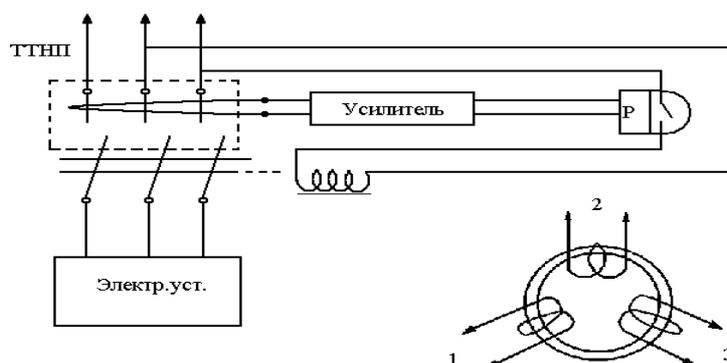


Рис.4.11. Принципиальная схема УЗО на токе нулевой последовательности.

Датчиком в схеме УЗО этого типа служит трансформатор тока нулевой последовательности (*ТТНП*). Наибольшее распространение получила конструкция *ТТНП* с магнитопроводом тороидальной формы. Первичными обмотками трансформатора служат фазные проводники (1, 2, 3), пропущенные через окно магнитопровода, вторичная обмотка равномерно расположена на магнитопроводе и нагружена на входное сопротивление преобразователя и усилителя.

УЗО на токе нулевой последовательности используется в сетях с различным режимом нейтрали относительно земли для защиты персонала как в случае прикосновения к корпусу электроустановки, оказавшемуся под напряжением, так и при прикосновении непосредственно к фазе сети.

Обозначения:

*ТТНП* – трансформатор тока нулевой последовательности; *Р* - выходное реле.

Ток уставки этого типа УЗО может регулироваться с помощью усилителя от 10мА до 1,0А.

Устройства защитного отключения применяются, главным образом, в передвижных установках и для ручного электрифицированного инструмента, а также в других случаях, где условия эксплуатации оборудования не позволяют обеспечить безопасность защитным заземлением, занулением и другими способами защиты.

### 4.3 Защита от статического электричества

#### 4.3.1 Условия возникновения и накопления электростатических зарядов

Статическая электризация веществ имеет сложную природу. Существует несколько механизмов образования статического электричества: контактная

электризация, электрохимический механизм, асимметричное зарядение в результате индукции в сильном электростатическом поле и др. Образование электростатических зарядов при контактной электризации происходит при разделении контактирующих поверхностей (разрыве контакта). Величина образовавшегося заряда определяется зарядами двойного слоя, электрическим сопротивлением материала и скоростью отрыва поверхностей (интенсивностью технологического процесса). В обычных условиях при контакте двух материалов на их поверхностях вследствие действия внутриатомных электрических сил образуется двойной электрический слой. На поверхностях одного материала в месте контакта преобладают отрицательные заряды, на поверхности другого – положительные. При сохранении контакта суммарный заряд контактирующих материалов равен нулю. Образовавшиеся заряды при контактной электризации могут оставаться на поверхностях после их разделения, если время разрушения контакта окажется меньше времени релаксации (рассеивания) зарядов (рис. 4.12). Последнее в значительной степени определяет величину зарядов на разделительных поверхностях, то есть чем выше скорость отрыва (чем интенсивнее ведется процесс), тем больший заряд остается на поверхностях. Толщина двойного электрического слоя, то есть пространственного разделения электрических зарядов на границах соприкосновения двух фаз (поверхностей) соответствует диаметру иона, равного  $10^{-10}$  м. При контактной электризации положительные заряды возникают на материале, имеющем большее значение диэлектрической постоянной.

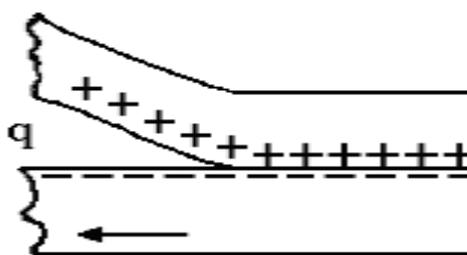


Рис.4.12. Образование электростатических зарядов в результате контактной электризации.

Возникновение электрического заряда на материале сопровождается появлением электрического поля, каждая точка которого характеризуется потенциалом. Величина заряда прямо пропорциональна электрической емкости заряженных материалов и потенциалу поля, т.е.

$$q = C \cdot \varphi,$$

где  $Q$  – заряд на поверхности материала, К;  $C$  – электрическая емкость заряженных потенциалов, Ф;  $\varphi$  – потенциал, В.

По мере разделения поверхностей увеличивается разность потенциалов  $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$  между двумя равномерно заряженными поверхностями, что может привести к разряду, если напряженность поля превысит электрическую прочность воздуха, равную 30 кВ/см для однородного электрического поля.

Если при контактной электризации соприкасающиеся поверхности электропроводны, то возникающие заряды практически мгновенно релаксируют (рассеиваются), и электрические заряды на этих поверхностях не накапливаются.

Наиболее сильно электризуются материалы, имеющие удельное электрическое сопротивление  $10^8$  Ом·см и более (диэлектрики). Материалы, имеющие удельное сопротивление не более  $10^5$  Ом·см, являются электропроводниками статического электричества, в силу чего на них заряды не накапливаются.

Заряды статического электричества в производственных условиях могут накапливаться на теле работающих и их одежде при выполнении ручных операций при промывке, чистке, протирке, проклеивании с применением этилового эфира, бензина, ацетона, непроводящих резиновых клеев, изготовлении упаковочной тары (пакетов, мешков) из синтетических пленок, на аппаратах, трубопроводах, воздуховодах при движении по ним порошков, пылегазовоздушных смесей, сжатых и сжиженных газов, а также при работе ременных передач и резиновых транспортеров, при окрасочных работах с применением пульверизаторов и др.

Увеличение электростатического заряда и разности потенциалов на разделенных поверхностях может привести к электрическому пробоем разделяющей среды. Возникновение искрового разряда и высоких потенциалов представляет собою наиболее опасное проявление статического электричества.

Разряд статического электричества возникает тогда, когда напряженность электрического поля над поверхностью диэлектрика или проводника, обусловленная накоплением на них зарядов, достигает пробивной величины.

При достижении энергией искрового разряда величины энергии воспламенения пылегазовоздушных и других взрыво- и пожароопасных смесей возникает опасность взрыва и пожара. Электростатическая искробезопасность объекта достигается при выполнении следующего условия безопасности:

$$W_p \leq k \cdot W_{min} ,$$

где  $W_p$  – максимальная энергия зарядов, которые могут возникнуть внутри объекта или на его поверхности, Дж;  $k$  – коэффициент безопасности, выбираемый из условий допустимой (безопасной) вероятности зажигания ( $k < 1,0$ );  $W_{min}$  – минимальная энергия зажигания веществ и материалов, Дж.

Энергия искрового заряда с заряженной проводящей поверхности определяется по формуле

$$W_p = 0,5C \cdot \varphi^2 , \text{ Дж},$$

где  $C$  – электрическая емкость проводящего объекта относительно земли, Ф;  $\varphi$  – потенциал заряженной поверхности относительно земли, В.

Заряды статического электричества и высокие потенциалы часто ведут к отказам отдельных элементов аппаратуры (полупроводниковых приборов, микросхем), являются причиной ухудшения условий труда, вызывая у работающих при разрядах неприятные болезненные ощущения.

Степень опасности статического электричества определяется электростатическими свойствами веществ и материалов, используемых на производстве, наличием в рабочей зоне взрывоопасных концентраций воздушных смесей газов, паров и пыли, а также чувствительностью изделий к электростатическим разрядам.

#### **4.3.2 Нормирование и оценка опасности статического электричества**

Нормируемым параметром статического электричества, характеризующим условия труда персонала, является напряженность электростатического поля  $E$ ,  $\text{кВ}/\text{м}$ , допустимые уровни которой устанавливаются в зависимости от времени пребывания персонала на рабочем месте.

Предельно допустимый (или наибольший) уровень напряженности устанавливается равным  $60 \text{ кВ}/\text{м}$  в течение одного часа, то есть:

$$E_{no} = \frac{60}{\sqrt{t}} , \text{ кВ}/\text{м}$$

При напряженности поля равной или меньше  $20 \text{ кВ}/\text{м}$  время пребывания в таком поле не регламентируется.

В диапазоне напряженностей от 20 до 60  $\frac{kB}{M}$  допустимое время пребывания персонала в электростатическом поле без средств защиты ( $t_{но}$ ) в часах определяется по формуле:

$$t_{но} = \left( \frac{E_{факт}}{E_{но}} \right)^2, \text{ ч},$$

где  $E_{факт}$  - фактическое (измеренное) значение напряженности в рабочей зоне (на рабочем месте).

#### **4.3.3 Способы и средства защиты**

К общим способам по снижению возможности образования и накопления зарядов статического электричества на рабочих поверхностях, изделиях, одежде и теле работающих относятся:

- заземление электропроводных (в том числе и неметаллических) элементов оборудования и инструментов;
- общее и местное увлажнение воздуха и его ионизация;
- увеличение поверхностной и объемной проводимости обрабатываемых материалов;
- подбор контактирующих материалов, при которых уровень электризации минимален;
- ограничение скорости переработки и транспортирования электризующихся материалов (уменьшение скорости перемешивания и переливания жидкостей, возможности вскубливания, разбрызгивания и т.п.).

На производстве заземлению подлежат все металлические части оборудования, инструмента, корпуса измерительной аппаратуры, конструктивные элементы рабочего места и т.п.

Неметаллическое оборудование может считаться электростатически заземленным, если сопротивление растеканию тока в земле с любых точек его внешней и внутренней поверхностей не превышает  $10^7$  Ом (при относительной влажности воздуха не выше 60%). Например, покрытие пола считается электропроводным для статического электричества, если электрическое сопротивление между металлической пластиной площадью  $50 \text{ см}^2$ , уложенной на пол и прижатой с силой в 25 кг-см, и заземлением не превышает  $10^7$  Ом (бетон, керамическая плитка, ксилолит, антистатический линолеум и др.).

Заземление работающих обеспечивается применением антистатических заземляющих браслетов, антистатической одежды и обуви.

Заземляющий браслет соединяется с заземлением (или с заземленной нейтралью трехфазной сети) через резистор сопротивлением не менее в один мегом (для обеспечения электробезопасности) гибким многожильным проводом (сечением не менее  $1 \text{ мм}^2$ ). Общее сопротивление цепи «тело человека - земля» не должно превышать  $10^7$  Ом.

Для снижения поверхностного сопротивления покрытий рабочих поверхностей производственных участков, где позволяет технология, повышают относительную влажность до 65-75%, что достигается свободным испарением воды с больших площадей, ее распылением или выпуском пара из форсунок.

Для уменьшения плотности зарядов наэлектризованного материала применяются индукционные, высоковольтные и радиационные нейтрализаторы.

Для увеличения поверхностной и объемной электропроводимости жидких и твердых материалов при их производстве вводятся различные присадки (добавки). Так, электропроводность жидкостей можно значительно увеличить вводя в них хромовые соли синтетических жирных кислот. Для достижения желаемого эффекта количество их в процентном отношении может не превышать 0,001-0,003%.

Лучшим наполнителем для твердых диэлектриков является ацетиленовая кислота, снижающая удельное сопротивление на несколько порядков. С этой целью могут применяться также алюминиевая, медная и цинковая пыли.

Снижение поверхностного сопротивления полимерных материалов достигается применением гигроскопических и поверхностно-активных веществ типа многоатомных спиртов (гликоль, глицерин) и низкомолекулярных полигликолевых эфиров.

Недостатком поверхностного нанесения антистатических веществ является недолговечность их действия, так как они неустойчивы к механическим воздействиям. Наиболее эффективным является внутреннее введение этих веществ в полимеры.

Снижение возможности образования опасной искры с поверхности наэлектризованного материала достигается в некоторых случаях увеличением электрической емкости заряженного материала по отношению к земле путем установки заземленной металлической пластины либо сетки непосредственно под заряженной поверхностью.

Для снижения напряженности электростатического поля в рабочей зоне применяют стационарные или переносные экраны из металлической сетки с ячейкой 4-8 см<sup>2</sup>.

Для устранения взрывоопасных концентраций мелкодисперсной пыли необходимо устройство эффективной вентиляции непосредственно с места контакта электризирующихся материалов. При этом в системе вытяжной вентиляции должны устанавливаться индукционные нейтрализаторы.

Для снижения возможности образования статического электричества при транспортировке жидкостей по трубопроводам рекомендуются скорости, не превышающие значений, указанных в таблице 4.5.

**Таблица 4.5**

**Рекомендуемые максимальные скорости течения жидкостей по трубопроводам в зависимости от диаметра трубопровода.**

Внутренний диаметр трубопровода, мм	10	25	50	100	200	400	600
Скорость течения, м/с	8	4,9	3,5	2,5	1,8	1,3	1,0

Уменьшить образование электростатических зарядов при заливании жидкостей в резервуар можно также, снижая скорость заливания, не превышающую 1 м/с.

При переливании жидкостей из одной емкости в другую необходимо следить за тем, чтобы жидкость не разбрызгивалась. С этой целью следует использовать трубки или воронки, нижний конец которой должен опускаться на дно сосуда или направлять жидкость вдоль его стенки.

Перемешивать жидкости рекомендуется как можно медленнее. При этом миксер выбирают из электростатически проводящих материалов.

В местах и при технологических операциях, где трудно предусмотреть меры, исключающие опасное искрообразование в результате электризации, безопасные условия могут быть обеспечены заменой горючих сред негорючими, проведением операций в атмосфере инертных газов и др.

#### **4.3.4 Молниезащита**

Опасные проявления атмосферного электричества возможны в виде прямых ударов молнии, электростатической и электромагнитной индукции и заноса

высокого потенциала по воздушным электрическим и телефонным линиям и трубопроводам. От этих проявлений промышленные предприятия должны быть надежно защищены.

Прямые удары молнии продолжительностью доли секунды характеризуются многоимпульсным электрическим разрядом с силой тока в канале молнии 300-1200 кА при разности потенциалов десятки миллионов вольт. Эти удары приходятся на возвышающиеся над землей сооружения и здания и вызывают взрывы, пожары, разрушения, гибель людей из-за электрического и теплового воздействия. По молниезащитным мероприятиям все здания и сооружения подразделяются на три категории. Самые опасные и ответственные объекты первой категории защищаются от всех проявлений атмосферного электричества в районах с любой грозовой деятельностью, которая характеризуется числом грозových часов за год. От прямых ударов молнии их защищают отдельно стоящими молниеотводами. Зона защиты стержневого молниеотвода представляет собой конус с ломаной образующей (рис. 4.13).

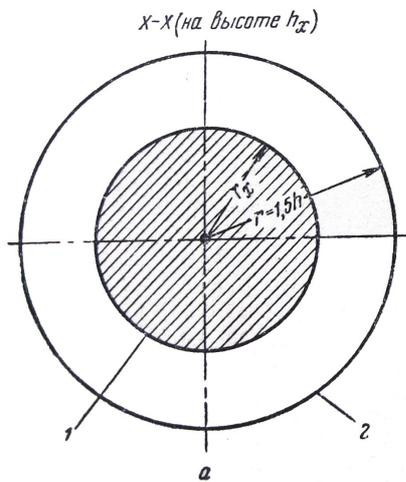
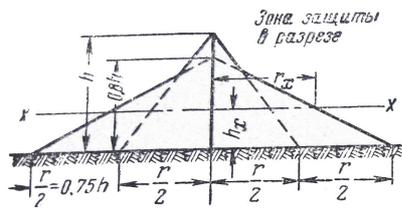
При высоте молниеотвода  $H$  радиус зоны защиты на разной высоте от земли определяется по формулам:

$$r_x = 1,5(H - 1,25 h_x) \text{ при } 0 \leq h_x \leq \frac{2}{3} H;$$

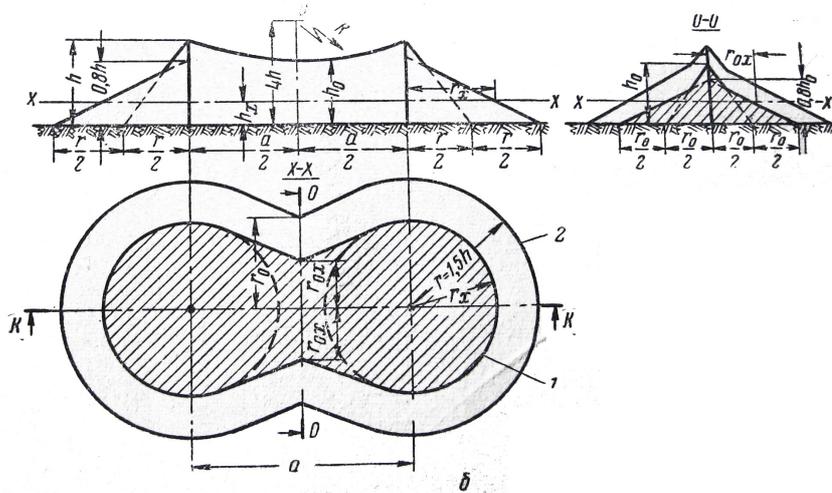
$$r_x = 0,75(H - h_x) \text{ при } \frac{2}{3} H < h_x \leq H.$$

Многостержневые молниеотводы имеют сложную по форме зону защиты, которая складывается из зон защиты всех молниеотводов. Для высоких сооружений первой категории и объектов второй категории молниеотводы располагаются на самих защищаемых сооружениях и зданиях и изолируются от них. Кроме стержневых применяют также тросовые и сетчатые молниеотводы.

Каждый молниеотвод состоит из молниеприемника, токоотвода и заземлителя. Все части соединяются сваркой. Молниеприемник стержневого молниеотвода имеет высоту 0,5–1 м и поперечное сечение не менее 100 мм<sup>2</sup>.



Зона защиты К-К



Зона защиты К-К

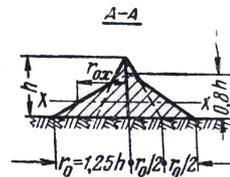
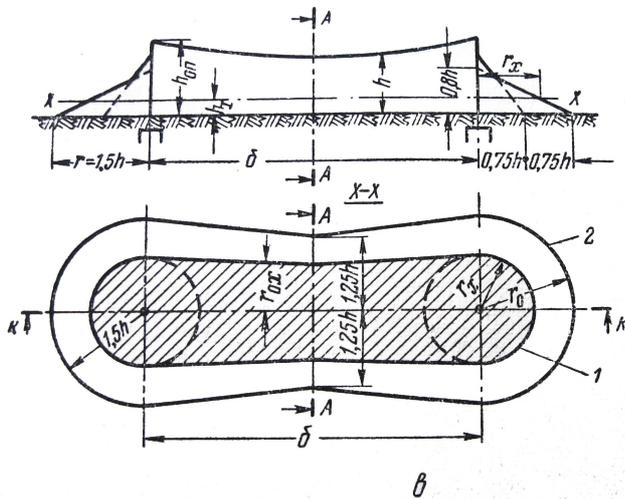


Рис. 4.13. Зоны защиты молниеотводов высотой до 60 м.:  
 а – для одиночного стержневого молниеотвода; б – для двойного стержневого молниеотвода; в – для тросового молниеотвода;  
 1 – граница зоны защиты по высоте  $h_x$ ; 2 – то же, на уровне земли.

Токоотводы делаются из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм или полосы сечением 25-50 мм<sup>2</sup>. Заземлители молниеотводов для защиты объектов разной категории должны иметь импульсное сопротивление не менее 5-40 Ом. Их расчетное сопротивление переменному току промышленной частоты определяется путем деления импульсного сопротивления на импульсный коэффициент, который при высоком удельном сопротивлении грунта (более 10<sup>4</sup> Ом·см) меньше единицы.

Элементами молниезащиты могут быть металлические крышки, стенки закрытых емкостей и аппаратов, металлические трубы, которые просто заземляются. Защита от вторичных проявлений атмосферного электричества обеспечивается надежным соединением в единую электрическую цепь всех металлоконструкций и заземлением.

#### **4.4 Защита от опасных и вредных факторов при работе с компьютерами**

Развитие и совершенствование компьютерной техники, ее неограниченные возможности позволили за несколько последних десятилетий прочно занять место как в трудовой, так и в других сферах жизнедеятельности людей.

Количество пользователей компьютерами растет изо дня в день. В связи с этим важно иметь представление об опасностях и вредностях, с которыми сопряжена деятельность пользователей современных электронно-вычислительных машин, особенно, персональных (ПЭВМ) и знать меры, снижающие риск профессиональной и общей заболеваемости пользователей.

Негативное влияние работы на компьютере на здоровье пользователей, обусловлено, прежде всего, повышенным зрительным напряжением, психологической перегрузкой (умственной, эмоциональной), длительным неизменным положением тела в процессе работы, т.е. статической нагрузкой костно-мышечного аппарата, динамическими локальными перегрузками мышц кистей рук, монотонностью труда, а также воздействием некоторых эмиссионных физических факторов (электромагнитные излучения, статическое электричество, ультрафиолетовое и рентгеновское излучения), рис (4.14).

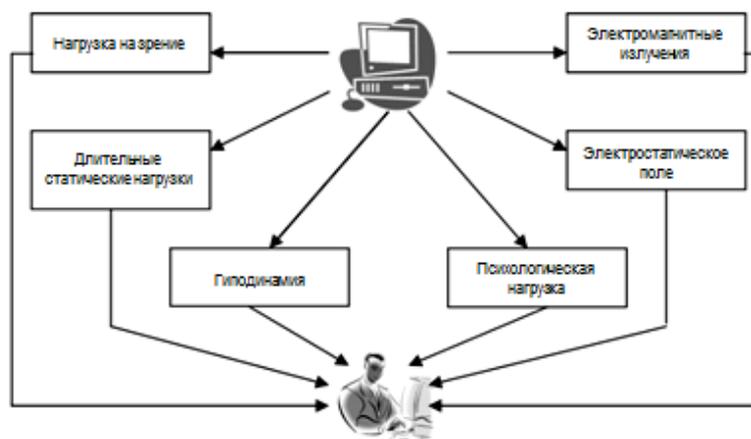


Рис. 4.14. Опасные и вредные факторы, воздействующие на пользователей ПЭВМ

Указанные факторы могут явиться причиной заболевания органов зрения, центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, кожных заболеваний и др. При интенсивной каждодневной работе у операторов ПК могут развиваться профессиональные заболевания кистей рук – синдром запястного канала (ладони и запястья немеют, возникает чувство покалывания, ползания мурашек и онемения большого, указательного и среднего пальцев). В наибольшей степени подвержены этим опасностям детский организм. Симптомокомплекс психофизиологических реакций организма пользователей при длительной работе с ПЭВМ принято называть компьютерной болезнью или синдромом стресса оператора дисплея. Согласно данным американских исследователей примерно половина пользователей ПК жалуются на проявления этой болезни.

Эргономическая безопасность ПК может быть охарактеризована требованиями к визуальным параметрам средств отображения информации индивидуального пользования дисплея и к эмиссионным параметрам ПК – параметрам излучений дисплеев, системных блоков, источников питания и др.

Многочисленными исследованиями доказано, что важнейшими условиями безопасности человека перед экраном является правильный выбор визуальных параметров дисплея и светотехнических условий рабочего места.

Работа с дисплеями при неправильном выборе яркости и освещённости экрана, контрастности знаков, цветов знака и фона, при наличии бликов на экране, дрожании и мелькании изображения и т. п. приводят к зрительному утомлению, головным болям, к значительной физиологической и психологической нагрузкам, к ухудшению зрения.

Визуальные параметры и световой климат, определяют зрительный

дискомфорт, который может проявляться при использовании любых типов экранов дисплеев – на электронно-лучевых трубках, жидкокристаллических, газоразрядных, электролюминисцентных панелях или на других физических принципах.

Для надёжного считывания информации и обеспечения комфортных условий её восприятия работу с дисплеями следует проводить при значениях основных визуальных эргономических параметров, лежащих в оптимальных или, при кратковременной работе, в предельно допустимых зонах.

Основными визуальными эргономическими параметрами (первая группа параметров) являются: яркость изображения, внешняя освещённость экрана, угловой размер экрана, угловой размер знака, угол наблюдения экрана.

К визуальным эргономическим параметрам (вторая группа параметров) относятся: неравномерность яркости, блики, мелькание, расстояние между знаками, словами, строками, геометрические и нелинейные искажения, дрожание изображения и др. (всего более двадцати параметров).

Требования к основным визуальным эргономическим параметрам приведены в таблице 4.6.

**Таблица 4.6**

**Основные визуальные эргономические параметры ВДТ и диапазон их изменений**

Наименование параметров	Диапазон значений параметра	
Яркость знака (яркость фона), кд/м <sup>2</sup>	10	150
Внешняя освещённость экрана, лк	100	500
Угловой размер экрана, угл.мин. ( $\alpha$ ) $\alpha = \arctg(h/2 \cdot l)$ где h - высота знака; l - расстояние от знака до глаза наблюдателя	16	60
Угол наблюдения	Не более плюс 40° от нормали к любой точке экрана дисплея	

Основные требования к параметрам излучений дисплеев приведены в табл. 4.7 и 4.8.

**Таблица 4.7**

**Допустимые значения параметров электромагнитных излучений и статического электричества**

№	Наименование параметра	Допустимые значения
---	------------------------	---------------------

1	Напряженность ЭМП на расстоянии 50 см от экрана дисплея (электрическая составляющая E): диапазон частот 5Гц –2кГц диапазон частот 2-400 кГц	25,0 В/м 2,5 В/м
2	Плотность магнитного потока: на расстоянии 50 см от экрана дисплея диапазон частот 5Гц-2кГц диапазон частот 2-400 кГц	250 нТл 25,0 нТл
3	Поверхностный электростатический потенциал	500 В

Допустимые уровни напряженности (E) и плотности потока энергии (ППЭ) ЭМП, излучаемых клавиатурой, системным блоком, манипулятором «мышь», беспроводными системами передачи информации на расстояние в зависимости от рабочей частоты изделия, не должны превышать значений, приведенных в таблице 4.8.

**Таблица 4.8**

**Допустимые уровни E и ППЭ электромагнитных полей дополнительных систем и изделий**

Диапазон частот	0,3-300 кГц	0,3-3,0 МГц	3,0-30,0 МГц	30,0-300 МГц	0,3-300 ГГц
Допустимые уровни	25 В/м	15 В/м	10 В/м	3 В/м	10 мкВт/см <sup>2</sup>

Допустимые уровни напряженности электрического поля тока промышленной частоты (50 Гц), создаваемые монитором, системным блоком, клавиатурой, изделием в целом не должны превышать 0,5 кВ/м.

Допустимые уровни напряженности электростатического поля, создаваемые монитором, клавиатурой, системным блоком, манипулятором «мышь», изделием в целом не должны превышать 15,0 кВ/м.

Интенсивность ультрафиолетового излучения от экрана видеомонитора не должна превышать в диапазоне 0,28 – 0,315 мкм  $0,1 \cdot 10^{-3}$  Вт/м<sup>2</sup>; в диапазоне 0,15-0,4 мкм – 0,1 Вт/м<sup>2</sup>. Излучение в диапазоне – 0,2-0,28 мкм не допускается.

Уровень мощности экспозиционной дозы рентгеновского излучения на расстоянии 0,5 м от экрана и частей корпуса ВДТ не должен превышать  $7,74 \cdot 10^{-12}$  А/кг, что соответствует мощности эквивалентной дозы, равной 100 мкР/ч (0,03 мкР/с).

К цветовым параметрам дисплеев предъявляются следующие

требования:

- количество цветов, воспринимаемых на экране дисплея (включая цвет невозбужденного экрана) должно быть не менее двух для монохромных дисплеев и не менее шестнадцати для многоцветных графических дисплеев.

Для многоцветовых дисплеев рекомендуется для знаков и фона выбирать цвета с наиболее удаленными координатами цветности.

Для текстовых сообщений, тонкой графики и другой информации, требующей высокого разрешения, не рекомендуется применять воспроизведения на темном фоне изображений в цветах синего участка спектра.

Цвета красного участка спектра рекомендуется выбирать для привлечения внимания пользования.

Жидкокристаллические (ЖК) мониторы имеют ряд достоинств по сравнению с мониторами на ЭЛТ. У них отсутствует искажение изображения (хотя хуже цветопередача); они более компактны и более легкие. В связи с отсутствием высокого напряжения отсутствуют электромагнитные и рентгеновские излучения, статическое электричество и положительная ионизация воздуха, не выделяется озон.

Однако при использовании блока питания в ЖК возникает некоторое превышение уровня ЭМИ на частоте 50 Гц, поэтому рекомендуется работать больше с использованием аккумулятора.

Эффективным средством защиты от излучений ПЭВМ с электронно-лучевой трубкой является применение дополнительного металлического внутреннего корпуса, замыкающегося на встроенный закрытый экран. Такая конструкция позволяет уменьшить электрическое и электростатическое поле на расстоянии 7-8 см от корпуса до фоновых значений.

Во всех случаях для снижения уровня облучения монитор рекомендуется располагать на расстоянии не ближе 50 см от пользователя.

Установлено оптимальное наблюдение за экраном видеотерминала, не превышающее 2ч за смену и допустимое – до 3ч. Наблюдение свыше 3ч принято считать напряженностью первой степени, а свыше 4ч – напряженностью второй степени. Зрительная нагрузка больше этого времени не допускается.

Рабочее место с дисплеем должно обеспечивать оператору возможность удобного выполнения работ в положении сидя и не создавать перегрузки костно-мышечной системы.

Основными элементами рабочего места оператора являются: рабочий

стол, рабочий стул (кресло), дисплей, клавиатура, а также пюпитр, подставка для ног.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать возможность размещения на рабочей поверхности необходимого комплекса оборудования и документов с учетом характера выполняемых работ.

По конструктивному исполнению рабочие столы могут быть регулируемые и нерегулируемые (по изменению высоты рабочей поверхности). Механизмы для регулирования рабочей поверхности стола должны быть легко достигаемыми в положении сидя, иметь легкость управления и надежную фиксацию. Регулируемая высота рабочей поверхности стола должна изменяться в пределах от 680 до 800 мм. Высота рабочей поверхности стола при нерегулируемой высоте должна составлять 725 мм.

Размеры рабочей поверхности стола должны иметь глубину – не менее 600 (800) мм, ширину – не менее 1200 (1600) мм (предпочтительнее, соответственно, 800 и 1600 мм).

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Рабочая поверхность стола не должна иметь острых углов и краев. Покрытие рабочей поверхности стола должно быть из диффузно отраженного материала с коэффициентом отражения 0,45 – 0,50.

Рабочий стул (кресло) должен обеспечивать поддержание физиологически рациональной рабочей позы оператора в процессе трудовой деятельности, создавать условия для изменения позы с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины, а также для исключения нарушения циркуляции крови в нижних конечностях.

Рабочий стул должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянием спинки от переднего края сидения.

В целях снижения статического напряжения мышц рук следует использовать стационарные или съемные подлокотники, регулирующиеся по высоте над сиденьем и внутреннему расстоянию между подлокотниками.

Регулирование каждого положения должно быть независимым, легко осуществимым и иметь надежную фиксацию.

Поверхность сиденья должна иметь ширину и глубину не менее 400 мм.

Должна быть возможность изменения угла наклона поверхности сиденья от  $15^\circ$  вперед до  $5^\circ$  назад. Высота поверхности сиденья должна регулироваться сиденья должна регулироваться в пределах от 400 до 550 мм.

Опорная поверхность спинки стула (кресла) должна иметь высоту ( $300 \pm 20$ ) мм, ширину не менее 380 мм и радиус кривизны в горизонтальной плоскости 400 мм.

Угол наклона спинки в вертикальной плоскости должен регулироваться в пределах  $0^\circ \pm 30^\circ$  от вертикального положения.

Расстояние спинки от переднего края сиденья должно регулироваться в пределах от 260 до 400 мм.

Подлокотники должны быть длиной не менее 250 мм, шириной – 50 – 70 мм, иметь возможность регулирования по высоте над сиденьем в пределах ( $230 \pm 30$ ) мм и регулирования внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах от 350 до 500 мм.

Подставка для ног должна регулироваться по высоте в пределах до 150 мм и углу наклона опорной поверхности – до  $20^\circ$ .

Ширина опорной поверхности подставки для ног должна быть не менее 300 мм, глубина – не менее 400 мм.

Поверхность подставки должна быть рифлёной. По переднему краю должен быть предусмотрен бортик высотой 10 мм.

Дисплей на рабочем месте оператора должен располагаться так, чтобы изображение в любой его части было различимо без необходимости поднять или опустить голову.

Дисплей на рабочем месте оператора должен быть установлен ниже уровня глаз оператора. Угол наблюдения экрана оператором относительно горизонтальной линии взгляда не должен превышать  $60^\circ$ , как показано на рисунке 4.15.

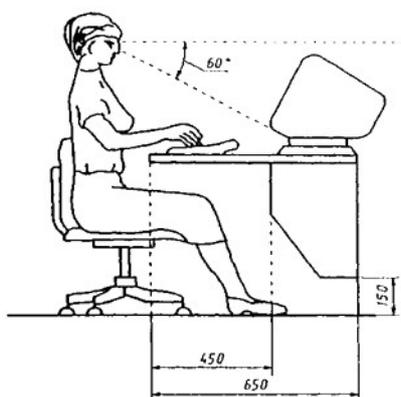


Рис. 4.15. Расположение дисплея на столе.

Клавиатура на рабочем месте оператора должна располагаться так, чтобы обеспечивалась оптимальная видимость экрана. Она должна иметь возможность свободного перемещения. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии от 100 до 300 мм от переднего края, обращённого к оператору, или на специальной регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделённой от основной столешницы.

Пюпитр должен иметь по длине и ширине размеры, соответствующие размерам устанавливаемых на нём документов.

Уголь наклона пюпитра должен регулироваться в пределах 30°-70° от вертикального положения.

Пюпитр должен быть установлен на одном уровне с экраном дисплея и отстоять от глаз оператора на том же расстоянии, что и экран, либо отличаться от него, но не более чем на 100 мм.

Поверхность пюпитра должна иметь покрытие из диффузно отражающего материала с коэффициентом отражения 0,45-0,50.

При размещении рабочих мест с ПК необходимо учитывать расстояние между рабочими местами с ВДТ (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого), которое должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 метра. Расстояние между стеной и спинкой кресла должно быть не менее 0,5 метра.

Примерная схема расположения нескольких рабочих мест в одном помещении показана на рис.4.16.

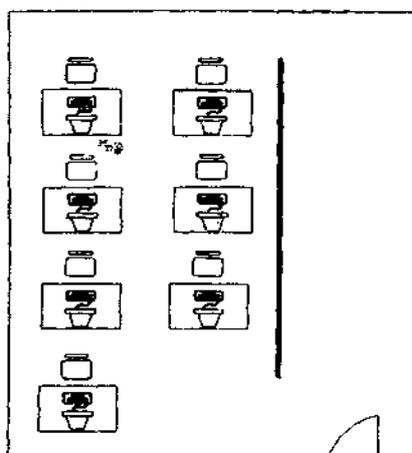


Рис. 4.16. Примерная схема расположения нескольких рабочих мест в кабинете.

Рабочие места для студентов высших учебных заведений должны оборудоваться одноместными столами, предназначенными для работы на ПК.

Конструкция одноместного стола для работы с ПК должна предусматривать:

- 2 отдельные поверхности: одна – горизонтальная для размещения ПК с плавной регулировкой по высоте в пределах 520-760 мм и вторая – для клавиатуры с плавной регулировкой по высоте и углу наклона от 0° до 15° с надёжной фиксацией в оптимальном рабочем положении (12°-15°), что способствует поддержанию правильной рабочей позы студентами, без резкого наклона головы вперёд; ширину поверхностей для ПК и клавиатуры не менее 750 мм (ширина обеих поверхностей должна быть одинаковой) и глубину не менее 550 мм;

- опору поверхностей для ПК и клавиатуры на стояк, в котором должны находиться провода электропитания и кабель локальной сети. Основание стояка следует совмещать с подставкой для ног;

- отсутствие ящиков;

- увеличение ширины поверхностей до 1200 мм при оснащении рабочего места принтером.

Высота края стола, обращённого к работающему с ПК, и высота пространства для ног должны соответствовать росту студента с обувью (табл.4.9).

Уровень глаз при вертикально расположенном экране ПК должен приходиться на центр или 2/3 высоты экрана. Линия зрения должна быть перпендикулярна плоскости экрана и оптимальное её отклонение от перпендикуляра, проходящего через центр экрана в вертикальной плоскости, не должно превышать  $\pm 5^\circ$ , допустимое -  $\pm 10^\circ$ .

**Таблица 4.9**

**Высота одноместного стола для занятий с ПК**

Рост учащихся или студентов в обуви, см	Высота над полом, мм	
	Поверхность стола	Пространство для ног, не менее
116-130	520	400
131-145	580	520
146-160	640	580
161-175	700	640
Выше 175	760	700

**Примечание.** Ширина и глубина пространства для ног должны быть такими же, как и у взрослого пользователя.

Помещения с ВДТ и ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение.

Естественное освещение должно осуществляться через световые проемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток и обеспечивать коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,5%.

Оконные проёмы в помещениях с ПЭВМ должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа жалюзи, занавесок, внешних козырьков и т. п.

Искусственное освещение должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В случаях преимущественной работы с документами в помещениях эксплуатации ВДТ и ПЭВМ допускается применение системы комбинированного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения документов должна быть 300-500 лк. Освещённость на пюпитре в вертикальной плоскости должна быть не менее 300 лк. Для освещения в зоне расположения документов допускается установка светильников местного освещения. Местное освещение, при этом, не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк. В компьютерных классах всех типов учебных заведений освещенность на поверхности стола в зоне размещения документов должна быть 400 лк (при люминесцентном освещении, а на экране ВДТ – 200 лк. Для освещения помещений с ВДТ и ПЭВМ следует применять светильники серии ЛПО36 с зеркализированными решетками, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами. Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается.

Для снижения прямой и отражённой блескости в поле зрения оператора необходимо также использовать для местного освещения светильники с непросвечивающим отражателем и защитным углом не менее 40°, размещать рабочий стол таким образом, чтобы оконный проём находился сбоку (справа или слева). При этом дисплей должен располагаться на поверхности стола справа или слева от оператора. Рабочий стол (или столы) должен размещаться между рядами светильников общего освещения.

Для ограничения пульсации освещённости от газоразрядных источников света следует использовать в светильниках с газоразрядными лампами высокочастотные пускорегулирующие аппараты или включать лампы в многоламповых светильниках (или рядом расположенные светильники общего освещения) на разные фазы трёхфазной сети и использовать преимущественно люминесцентные лампы белого света.

Расположение рабочих мест для пользователей ВДТ и ПЭВМ в

подвальных помещениях не допускается.

Площадь на одно рабочее место с ВДТ и ПЭВМ должна составлять не менее 6,0 м<sup>2</sup>, а объем – не менее 20,0 м<sup>3</sup> (в учебных заведениях не менее 18 м<sup>3</sup>).

Помещения с ПЭВМ должны оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. Поверхность пола должна быть ровной, нескользкой, удобной для влажной уборки и обладать антистатическими свойствами.

В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ и ПЭВМ является основной, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата (температура воздуха 22-24<sup>0</sup>С, относительная влажность 40-60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с.

Уровень шума на рабочем месте оператора не должен превышать значений, указанных в таблице 4.10.

**Таблица 4.10**

Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентный уровень звука, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
80	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Уровень шума на рабочем месте оператора при работающем печатающем оборудовании не должен превышать значений указанных в таблице 4.11.

**Таблица 4.11**

Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентный уровень звука, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Если уровень шума на рабочем месте оператора превышает допустимый, то в помещении применяют звукопоглощающие покрытия, экраны или размещают печатающее оборудование вне помещения с дисплеем.

На возникновение и развитие компьютерной болезни большое влияние оказывает режим труда и отдыха. Поэтому длительность работы преподавателей вузов в дисплейных классах не должна превышать 4ч в день, а максимальное время занятий для первокурсников – 2 ч в день, а студентов старших курсов – 3 академических часа при соблюдении регламентированных перерывов и профилактических мероприятий (упражнений для глаз, физкультминуток и

физкультпауз).

## **4.5 Меры безопасности при устройстве и обслуживании установок и сооружений связи и радиодификации**

### ***Основные причины несчастных случаев на предприятиях связи***

Анализ несчастных случаев на предприятиях, в строительных и транспортных организациях связи показывает, что основными причинами их как и в других отраслях хозяйственной деятельности является грубое нарушение правил техники безопасности, пренебрежение требованиями безопасности, нарушение трудовой и технологической дисциплины, неудовлетворительное техническое состояние станционного и линейного хозяйства связи. Наибольшее количество несчастных случаев происходит в результате дорожно-транспортных происшествий, при производстве работ на воздушно-кабельных линиях связи, при нарушении норм совместной подвески и пересечений воздушных линий с электросетями, а также неудовлетворительной организации работ на высоте, при вырубке просек, рытье траншей и т.п.

### ***4.5.1 Общие требования безопасности на станционных сооружениях связи***

Все виды профилактических работ и текущей ремонт в линейно-аппаратных цехах (ЛАЦ), усилительных пунктах (УП), в цехах полуавтоматической и автоматической связи и др. необходимо производить при полном снятии напряжения.

Перед вводными и вводно-испытательными стойками кабельных и воздушных линий связи, стойками дистанционного питания напряжением более 250В, стойками автоматических регуляторов напряжения, токораспределительными стойками и стойками другой аппаратуры, должны располагаться диэлектрические резиновые коврики шириной не менее 0,75 м и длиной, соответствующей длине стойки.

На ключах и кнопках, при помощи которых снято напряжение дистанционного питания, должны быть вывешены плакаты «Не включать работают люди», которые могут быть сняты и включено напряжение только лицом, вывесившем плакат (или плакаты) или по поручению другим лицом после получения сообщения об окончании работ.

Все работы по испытанию и измерению аппаратуры в усилительных пунктах должны проводиться по распоряжению лица, ответственного за проведение этих работ, имеющего квалификационную группу по технике безопасности не ниже IV. Перед испытанием аппаратуры между всеми усилительными пунктами должна быть обеспечена служебная телефонная связь.

При электрических измерениях междугородного кабеля после выключения напряжения дистанционного питания измеряемые жилы должны быть разряжены на землю при помощи разрядников как со стороны необслуживаемых усилительных пунктов (НУП), так и со стороны обслуживаемых усилительных пунктов (ОУП). Эта работа должна проводиться в диэлектрических перчатках и защитных очках.

Отсутствие электрического заряда на жилах кабеля следует проверять индикатором напряжения или вольтметром, включаемым поочередно между линейным гнездом бокса и землей.

Электрические измерения и определение места повреждения кабельных линий связи, подверженных опасному влиянию линий электропередачи или электрифицированных железных дорог переменного тока следует производить в диэлектрических перчатках стоя на диэлектрическом коврике, подставке в диэлектрических галошах. Во время грозы проводить электрические измерения кабельных и других линий связи запрещается.

Напряжение дистанционного питания следует включать в линию только после того, как во всех НУП, на которых проводятся испытания, будут получены подтверждения о готовности к проведению испытаний.

Монтажные, ремонтные, наладочные работы и испытание аппаратуры высокочастотного уплотнения городских и сельских телефонных станций в распределительных устройствах, распределенных щитах и сборках, на кабельных линиях и вводах должны проводиться на основании личного, телефонного или письменного распоряжения главного инженера узла или назначенного им ответственного лица. Отданное распоряжение должно быть оформлено нарядом. В письменном распоряжении, которое отдается ответственным лицом с квалификационной группой по технике безопасности не ниже IV, должны быть указаны: производитель работ, допускающийся к работе, состав бригады, категория работ (с полным снятием напряжения, с частичным или без снятия

напряжения), а также организационные и технические мероприятия, вытекающие из конкретных условий работы, обеспечивающие безопасность работ.

Аварийные работы на неотключенном оборудовании должны производиться не менее чем двумя лицами с применением основных и дополнительных изолирующих средств. Соседние, находящиеся под напряжением, токоведущие части должны быть ограждены.

Замена предохранителей в цепях сетевого напряжения, на плате питания группового оборудования и аппаратуры высокочастотного уплотнения должна производиться в диэлектрических перчатках или при помощи специальных клещей для снятия предохранителей.

#### **4.5.2 Работы по оборудованию и обслуживанию источников питания**

Постоянно действующие электрические и электронные преобразователи тока мощностью более 1 кВт должны размещаться в отдельном помещении (генераторной). Резервные (не вращающиеся постоянно или ежедневно) преобразователи при условии установки их на амортизаторах, а также выпрямительные устройства допускается размещать в аппаратных залах.

В помещении систем электропитания с установками до 1000 В оголенные и изолированные токоведущие части, доступные прикосновению, должны быть расположены таким образом, чтобы производство работ не было сопряжено с опасностью прикосновения к ним.

Вентиляция помещений (выпрямительных или генераторных) должна рассчитываться на асимметрию теплоизбытков. Количество приточного воздуха следует принимать с коэффициентом 1,1 к количеству вытяжного воздуха.

Вентиляционные каналы запрещается выводить в дымоходы или общую вентиляционную систему здания. Вытяжной канал должен быть отдельным и возвышаться над крышей на 1,5 м.

В щелочных аккумуляторных помещениях вентиляция должна обеспечивать концентрацию водорода в воздухе не более 0,7 % по объему, но не менее двукратного обмена воздуха в час.

В кислотных помещениях вентиляция должна обеспечивать предельно допустимую концентрацию тумана серной кислоты 1 мг/м<sup>3</sup> на уровне 1,5 м от пола. Вытяжные вентиляционные установки должны быть во взрывобезопасном исполнении.

Вращающиеся части оборудования (шкивы, муфты, вентиляторы, ременные передачи и др.) должны быть ограждены.

После установки электродвигателя, включения выпрямителя или другого электрооборудования для профилактики или текущего ремонта с питающего кабеля на щите (сборках или шинах) должно быть снято напряжение, а на приводе выключателя вывешен плакат «Не включать – работают люди!»

Доступ в помещение выпрямительной (генераторной) разрешается только лицам, которым поручено ее обслуживание с квалификационной группой по технике безопасности не ниже III. При работах в этих помещениях пользоваться металлическими лестницами запрещается.

Стационарные аккумуляторные батареи должны устанавливаться в специально предназначенном для них помещении со входом через тамбур. На дверях помещения аккумуляторной должны быть надписи: «Аккумуляторная», «С огнем не входить», «Курение запрещается».

Размещать кислотные и щелочные аккумуляторные батареи в одном помещении запрещается.

Потолок и стены помещения, оконные рамы и двери, металлические конструкции, стеллажи и другие части помещения, где установлены кислотные аккумуляторные батареи, должны быть окрашены кислотоупорной краской. Вентиляционные коробки должны быть окрашены как с наружной, так и с внутренней сторон. При применении щелочных аккумуляторов окраска должна производиться щелочеупорной краской.

Аккумуляторные помещения должны оборудоваться рабочим и аварийным освещением с применением светильников во взрывозащищенном исполнении. Для осветительной проводки должен применяться провод с кислотоупорной или щелочеупорной оболочке.

Выключатели, штепсельные розетки и предохранители должны быть установлены вне аккумуляторного помещения.

Для осмотра аккумуляторов должны использоваться переносная герметичная лампа напряжением не выше 42 В с предохранительной сеткой или аккумуляторный фонарь. Шнур лампы должен быть заключен в резиновый шланг.

При работе в аккумуляторной необходимо пользоваться спецодеждой и спецобувью (резиновые перчатки, полусапоги, прорезиненный фартук, хлопчатобумажный костюм с кислотостойкой или щелочестойкой пропиткой, защитные очки).

Вблизи аккумуляторных должны находиться умывальник, мыло, вата в упаковке, полотенце и закрытый сосуд с 5-10% нейтрализующим раствором

питьевой воды (для нейтрализации кислоты) или 5-10 % раствор борной кислоты или уксусной эссенции (для нейтрализации щелочи).

Для промывания глаз следует применять более слабые (2-3 %) соответствующие нейтрализующие растворы. При составлении кислотного электролита следует кислоту понемногу вливать в воду, все время помешивая раствор стеклянной палочкой. Лить воду в кислоту запрещается.

При составлении щелочного электролита в сосуд с водой следует вливать готовый раствор щелочи небольшими порциями, все время перемешивая раствор стеклянной палочкой.

Электролит, пролитый на пол, сначала надо собрать при помощи опилок, затем это место пола смочить нейтрализующим раствором и протереть сухими тряпками.

Бутыли с серной кислотой переносятся вдвоем на специальных носилках. На руках или на спине переносить бутылки запрещается.

Пайка аккумуляторных пластин в аккумуляторной может производиться не раньше чем через 1,5 часа после окончания заряда. До начала и во время пайки должна работать вентиляция.

При работах в аккумуляторной, когда происходит заряд или формовка батарей, необходимо пользоваться респираторами.

По окончании работ необходимо тщательно вымывать с мылом лицо и руки.

## **4.6 Требования безопасности на центральных и базовых станциях радиотелефонной связи**

### ***4.6.1 Требования к производственным помещениям с постоянным присутствием обслуживающего персонала***

Производственные помещения центральных и базовых станций (ЦС и БС) радиотелефонной связи должны соответствовать требованиям ведомственных норм технологического проектирования.

В помещениях должны быть оборудованы места для хранения защитных средств, предохранительных приспособлений и первичных средств пожаротушения.

На видных местах должны быть расположены аптечки первой (доврачебной) помощи.

В производственных помещениях с повышенной опасностью и особо опасных должна быть проложена автономная электросеть с номинальным напряжением не выше 42 В, предназначенная для подключения электроинструмента и ручных электрических светильников.

Розетки с напряжением до 42 В по своему конструктивному исполнению должны исключать возможность включения предназначенных для них вилок в розетки напряжением 220 В.

Помещения ЦС и БС должны быть оборудованы системами отопления, вентиляции и кондиционирования.

Для борьбы с избыточной инсоляцией, т.е. облучением прямыми солнечными лучами помещений, следует применять солнцезащитные устройства: жалюзи, солнцезащитные козырьки.

Помещения аппаратных ЦС и БС должны быть оборудованы пожарной сигнализацией.

Пожаротушение должно осуществляться автоматическими аэрозольными и ручными углекислотными огнетушителями.

#### ***4.6.2 Требования безопасности, предъявляемые к производственному оборудованию и его размещению***

Оборудование в аппаратных ЦС и БС радиотелефонной связи должно быть размещено с максимально возможными удобствами для его обслуживания (осмотр, профилактика, мелкий ремонт).

Для защиты персонала от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, на ЦС и БС радиотелефонной связи должно оборудоваться защитное заземление или зануление.

Защитное заземление (зануление) следует выполнять преднамеренным электрическим соединением металлических частей электроустановок с землей или нулевым защитным проводником сети.

Для заземления электроустановок различных назначений и различных напряжений, территориально приближенных одна к другой, следует применять одно общее заземляющее устройство. Для объединения заземляющих устройств различных электроустановок в одно общее заземляющее устройство следует

использовать все имеющиеся в наличии естественные, в особенности протяженные, заземляющие проводники.

Заземляющее устройство, используемое для заземления электроустановок различных назначений и напряжений, должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к заземлению этих электроустановок: защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции, условиям режимов работы сетей, защиты электрооборудования от перенапряжения и т.д.

В качестве основной или дополнительной меры защиты, если безопасность не может быть обеспечена путем устройства заземления или зануления либо если устройство заземления или зануления вызывает трудности по условиям выполнения или по экономическим соображениям, рекомендуется применять защитное отключение.

Нейтраль обмоток трансформаторов силовой трансформаторной подстанции и собственной электростанции, питающей объекты радиотелефонной связи, должна быть присоединена к защитному или рабоче-защитному устройству. При этом заземляющее устройство для объекта радиотелефонной связи и для трансформаторной подстанции может быть общим, если трансформаторная подстанция расположена на территории этого объекта.

Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали обмоток генераторов и трансформаторов при удельном сопротивлении грунта до 100 Ом•м, не должно быть более, Ом: 2 – установок напряжением 660/380 В; 4 – установок напряжением 380/220 В; 8 – установок напряжением 220/127 В.

Это сопротивление должно быть обеспечено с учетом использования естественных заземлителей (проложенные под землей металлические трубы, металлические конструкции, арматура зданий и др., за исключением трубопроводов горючих и взрывоопасных жидкостей и смесей).

Присоединение заземляющих и нулевых защитных проводников к заземлителям, заземляющему контуру и к заземляющим конструкциям должно быть выполнено сваркой, а к корпусам оборудования – сваркой или надежным болтовым соединением.

Каждая часть электроустановки, подлежащая заземлению или занулению, должна быть присоединена к сети заземления или зануления с помощью отдельного проводника. Последовательное включение в заземляющий или

нулевой защитный проводник заземляемых или зануляемых частей электроустановки запрещается.

На рабочих местах в зоне обслуживания высокочастотных установок необходимо не реже 1 раза в год производить измерение интенсивности электромагнитного излучения. Измерения должны выполняться при максимально используемой мощности излучения и включении всех одновременно работающих источников высокой частоты.

Измерения интенсивности излучения должны также производиться при вводе в действие новых, при реконструкции действующих СВЧ – установок, после ремонтных работ, которые могут оказать влияние на интенсивность излучения.

#### **4.6.3 Эксплуатационно-техническое обслуживание объектов радиотелефонной связи**

Проведение работ по техническому обслуживанию объектов радиотелефонной связи осуществляется, как правило, силами службы эксплуатации сети, оснащаемой для этого необходимыми материалами, инструментом, контрольно-измерительной аппаратурой, запасными частями, техническим транспортом и т.п.

Если обслуживание конкретного объекта радиотелефонной связи силами службы эксплуатации сети нецелесообразно (например, вследствие значительной удаленности объекта), возможно обслуживание в рамках договора, заключаемого с местными физическими и юридическими лицами.

Все работы по техническому обслуживанию объектов радиотелефонной связи, выполняемые силами службы эксплуатации сети, производятся выездными бригадами в составе не менее 2 человек, один из которых (старший по бригаде) является производителем работ.

Производитель работ должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV, а остальные члены бригады – не ниже III.

При проведении работ на щитах питания со снятием напряжения должны быть отключены коммуникационные аппараты, на щитах, с которых запитывается данный распределительный щит. Об отключении должен быть поставлен в известность дежурный персонал организации – арендодателя или муниципальная служба энергосбережения. На щит должен быть вывешен предупреждающий плакат «Не включать. Работают люди».

Производитель работ обязан убедиться в отсутствии напряжения. Отсутствие напряжения до 1000 В проверяется указателем напряжения заводского изготовления. Непосредственно перед проверкой должна быть установлена исправность применяемого прибора на токоведущих частях, расположенных поблизости и заведомо находящихся под напряжением.

При выполнении всех видов эксплуатационно-технических и ремонтных работ с оборудованием обслуживающий персонал должен использовать диэлектрические коврики, а при работе с силовыми щитами, источниками питания и блоками питания при снятых кожухах – пользоваться электрозащитными средствами (инструмент с изолирующими рукоятками, диэлектрические перчатки).

Все перестыковки СВЧ трактов, подключение антенн к радиостойкам, юстировочные работы с антеннами должны проводиться при выключении оборудования.

#### ***4.6.4 Антенно-мачтовые сооружения и антенно-фидерные устройства (АМС и АФУ)***

Установка и монтаж АМС и АФУ осуществляется по документации, поставляемой поставщиком оборудования в комплексе с оборудованием.

К работам по сооружению и обслуживанию АМС и АФУ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и допущенные к работам на высоте.

Все работы, связанные с подъемом на АМС, должны вестись по нарядам бригадами в составе не менее 2 человек, один из которых должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV, другой – не ниже III группы.

Право выдачи наряда и проведение инструктажа перед началом работ на АМС представляется лицам, определенным в приказе по организации.

Все работы с АФУ в пределах зон с превышением норм напряженности ЭМП должны производиться при выключенных передатчиках, при этом должны быть вывешены предупреждающие плакаты.

Опасной зоной вокруг мачт и башен (далее – опоры) при их эксплуатации считается зона, граница которой находится от центра основания опоры на 1/3 ее высоты.

При работах в опасной зоне разрешается находиться только лицам, непосредственно связанным с этими работами, при обязательном использовании защитных касок. Защитные каски применяются также при любых работах на опорах.

Защита обслуживающего персонала, находящегося в опасной зоне, при возможном падении льда и снега с АМС должна, кроме того, осуществляться:

- а) обозначением опасной зоны с установкой предупреждающих знаков;
- б) составлением инструкций и проведением инструктажа о гололедной опасности;
- в) защитой проходов, находящихся в опасной зоне, навесами или сооружениями постоянной или съемной конструкции.

Запрещается находиться на открытых площадках опор во время грозы и при ее приближении, а также при силе ветра более 12 м/с, гололеде, дожде и снегопаде.

Во время грозы или при ее приближении запрещается находиться около заземлений. На местах установки заземлителей должны быть предупреждающие знаки.

При подъеме на опоры по лестнице необходимо выполнять следующие требования:

а) подниматься по лестницам без предохранительных ограждений, можно лишь в аварийных случаях и каждый раз по письменному распоряжению технического руководителя организации, эксплуатирующей объекты радиотелефонной связи, или под непосредственным наблюдением одного из них;

б) при подъеме одного человека по стволу мачты люки секций должны закрываться по мере подъема;

в) подниматься по вертикальной лестнице разрешается только в обуви с нескользящей подошвой, в рукавицах. Одежда поднимающегося должна быть плотно подогнана;

г) если по вертикальной лестнице поднимается группа людей, то подъем очередного работника разрешается лишь при закрытом люке вышерасположенной площадки;

д) если на решетчатую башню поднимается несколько человек, то по каждому пролету лестницы должен поочередно подниматься только один человек;

е) запрещается подъем по стволу круглой мачты на лифте или по аварийной лестнице, если мачта внутри не освещена (за исключением случаев устранения аварии внутреннего освещения мачт).

Антенщик должен:

– иметь на себе исправный предохранительный монтерский пояс и во время работы на опоре прикрепляться цепью к ее конструкциям. При подъеме на

опору на когтях для возможности безопасного перехода через бугель, к которому крепятся оттяжки, следует пользоваться поясом с двумя цепями;

– работать в защитных касках и специальной обуви, имеющей подошву без металлических гвоздей. Исключением могут составлять работы в мастерских, а на поверхности земли – вне опасных зон.

Работая на антенно-фидерных сооружениях, необходимо пользоваться брезентовыми рукавицами.

Верхолазные работы на АМС должны выполняться не менее чем двумя антенщиками, один из которых является наблюдающим.

Во время подъема и спуска антенщика на опоре его рабочий инструмент и мелкие детали должны находиться в сумке с замком, не допускающим самопроизвольного ее открывания. При подъеме по лестнице сумка крепится ремнями к антенщику, при подъеме на люльке – крепится к последней. Класть на конструкции опоры инструменты, гайки и другие предметы запрещается.

Работы по обслуживанию АФУ, смонтированных на крышах технических зданий или на других сооружениях подобного рода, должны осуществляться с использованием специальных устройств, предназначенных для работ на высоте.

При обслуживании АМС, расположенных на крышах технических зданий, перед выходом на крышу необходимо проверить индикатором отсутствие постороннего напряжения на кровле здания, металлической лестнице и т.п.

Работы на плоских огражденных крышах допускаются с применением предохранительного монтерского пояса и в обуви с нескользящей подошвой.

Если необходимо подойти к краю плоской крыши, то обязательно применение страховочного каната.

При работах на опорах антенщик должен быть снабжен средствами связи: приемно-передающей радиостанцией, мегафоном или телефоном.

#### **4.6.5 Работы на высоте**

Для работы на высоте используются специальные устройства: подмости, стремянки, переносные лестницы и др. Те или иные устройства применяются в зависимости от условий и характера выполняемых работ. Устройство временных настилов на случайных опорах (ящиках, кирпичях и т.п.) запрещается.

Деревянные подмости должны изготавливаться из сухой древесины хвойных или лиственных пород, без косослоя, трещин и сучков. Применяемые доски должны быть толщиной не менее 50 мм.

Настил подмостей должен иметь ровную поверхность шириной не менее 1 м, щели между досками настила не должны превышать 5 мм. Прогиб настила при максимальной расчетной нагрузке не должен быть более 20 мм. Расстояние от края настила до монтируемых конструкций не должно превышать 50 мм.

Подмости должны иметь поручни, закраины (бортовая доска) и один промежуточный горизонтальный элемент. Высота поручней должна быть 1 м, закраин – не менее 0,15 м. Расстояние между стойками поручней не должно быть более 2 м.

Бортовые доски следует устанавливать на настил, а поручни крепить к стойкам с внутренней стороны. Деревянные поручни не должны иметь заусенцев.

При обслуживании, а также при ремонте электро- и радиооборудования запрещается применение металлических лестниц и стремянок. Переносные лестницы и стремянки должны изготавливаться из выдержанных сухих пиломатериалов хвойных пород без сучков. Все детали лестниц и стремянок должны иметь гладкую поверхность. Ступени лестниц и стремянок должны быть врезаны в тетивы. Расстояние между ступенями не должно быть менее 0,25 м и более 0,4 м.

Тетивы лестниц и стремянок должны скрепляться болтами диаметром не менее 8 мм через каждые 2 м, а также под верхней и нижней ступенями.

Окраску деревянных лестниц рекомендуется производить прозрачными лаками, которые не могут скрыть повреждения древесины.

Длина приставной лестницы должна обеспечить возможность производства работ, если работник стоит на ступеньке, находящейся на расстоянии не менее 1 м от верхнего конца лестницы. Длина лестницы не должна превышать 5 м.

В случае недостаточной длины лестницы запрещается использовать опорные сооружения из ящиков, бочек и т.п. Приставные лестницы следует устанавливать под углом  $70 - 75^{\circ}$  к плоскости основания. Устанавливать их под углом более  $75^{\circ}$  без дополнительного крепления верхней части лестницы запрещается.

Нижние концы переносных лестниц, устанавливаемых на земле, должны иметь оковки с острыми наконечниками, а при пользовании ими на гладких и шероховатых полах (паркетный, плиточный, бетонный и т.п.) – башмаки из резины

или другого нескользящего материала. При необходимости верхние концы лестниц должны иметь специальные крюки. При работе с приставной лестницы на высоте более 1,3 м следует применять предохранительный монтерский пояс, прикрепленный к конструкциям сооружения или к лестнице при условии крепления ее к конструкции.

Стремянки с площадками должны быть пирамидальной формы, устойчивыми и легко передвигаемыми.

Раздвижные лестницы – стремянки должны иметь запорное устройство, исключающее возможность самопроизвольного раздвигания во время работы на них.

Запрещается работать на лестницах:

- с использованием механизированного инструмента (например, при пробивке отверстий пневматическим или электрическим молотком), при натяжении проводов и для поддержания на высоте тяжелых деталей и т.п.;
- с переносным электрическим инструментом.

Для выполнения таких работ следует применять специальные леса или стремянки с перилами.

#### **4.6.6 Погрузочно-разгрузочные работы и транспортировка грузов**

Грузы на транспортных средствах устанавливаются, укладываются, размещаются и закрепляются так, чтобы во время транспортировки не происходило их смещение и падение.

Перед началом разгрузки столбов руководитель работ проверяет состояние (устойчивость) их укладки на платформе и в зависимости от этого определяет способ разгрузки.

Платформы (полувагоны), поставленные под разгрузку, затормаживаются башмаками.

Расстояние между соседними разгружаемыми платформами должно быть не менее 5 м. Если по условиям фронта выгрузки расцепка платформ невозможна, то разгрузка производится через одну платформу.

При ручной разгрузке столбов предварительно проверяется исправность и надёжность погрузочно-разгрузочного инвентаря (покатей, багров, блоков, клещей, верёвок, тросов, ломов).

Запрещается применять для скатывания и перемещения столбов доски, стойки и т.п.

Запрещается одновременное сбрасывание нескольких столбов.

При разгрузке или погрузке столбов автомобиль (трактор) должен быть заторможен, под колёса подложены упоры.

Грузить столбы на автомобили и тракторы с прицепами следует рядами, комлями в кузов, установив предварительно на платформе автомобиля и на прицепе стойки со стороны , противоположной погрузке.

При погрузке длинномерных грузов (труб, столбов) на автомобиль с прицепом – роспуском оставляется зазор между щитом, установленным за кабиной автомобиля, и торцами груза для того, чтобы на поворотах и разворотах груз не цеплялся за щит.

Ручная погрузка и разгрузка столбов на автомобиль производится при помощи средств малой механизации и приспособлений.

Запрещается перевозка людей на платформе автомобиля, гружённого столбами или приставками, также на прицепах к автомобилю или трактору.

При разгрузке столбов с автомобилей вручную необходимо пользоваться самоудерживающимися покатыми (лагами), которые крепятся к борту автомобиля так, чтобы стопоры не препятствовали свободному скатыванию столбов на землю.

Выгруженные столбы укладываются на деревянные брусья в штабеля ровными рядами; между рядами должны быть прокладки, заклиненные у крайних столбов. В штабеле должно быть не более шести рядов.

При переноске столба вручную рабочие расставляют вдоль столба по росту. Нести столб необходимо на одноименных плечах. Поднимать и сбрасывать столбы разрешается одновременно по команде старшего.

При переноске деревянных столбов вручную число рабочих определяется из расчёта максимальной нагрузки 30 кг на одного рабочего.

Железобетонные опоры и приставки переносят только с помощью клещей и других приспособлений.

Запрещается переноска железобетонных опор и приставок на плечах.

Тяжеловесные грузы перемещают по лестницам зданий при помощи троса подоскам, уложенным на ступенях лестниц. Для облегчения перемещения под основания грузов подкладывают катки.

При перемещении груза на катках следует очистить путь от посторонних предметов, а на неровности положить прочные доски. Концы катков не должны выступать из-под грузов больше чем на 0.5 м. Для подведения катков под груз

используют ломы и домкраты. Во избежание опрокидывания под переднюю часть груза подкладывают дополнительные катки.

При спуске груза по наклонной плоскости применяют приспособления, препятствующие скольжению груза под действием собственной силы тяжести ли его опрокидыванию.

Погрузочно-разгрузочные работы с пылевидными материалами (цемент, известь, гипс и др.) выполняют, как правило, механизированным способом. Работники, выполняющие ручную погрузку и разгрузку пылевидных материалов, обеспечиваются спецодеждой, спецобувью, респираторами и противопылевыми очками.

#### ***4.6.7 Требования безопасности при работе с антисептиками***

Антисептики, употребляемые для пропитки столбов: антраценовое и креозотовое масла, сланцевое масло, фтористый натрий, хлористый цинк и др. – ядовиты.

Антисептики, попавшие в организм человека, могут вызвать отравление, а при попадании на кожу – различные кожные заболевания.

Работать с антисептиками разрешается только в спецодежде, защитных очках, брезентовых рукавицах, кожаных сапогах или ботинках. При работе в ботинках концы брюк необходимо обвязывать тесёмками, чтобы не оголялись ноги.

Погрузка, разгрузка, переноска столбов, пропитанных антисептиком, проводятся в спецодежде для работ с антисептированными опорами.

Запрещается с масляными антисептиками работать в резиновой обуви.

Все инструменты и принадлежности для пропитки столбов: мерные кружки, кисти, лопаты, вёдра, котелки, бидоны, бачки с антисептиком, готовые бандажи и т.п. должны храниться в отдельном помещении в закрытых ящиках.

Рабочие, соприкасающиеся с антисептиками при пропитке столбов, должны соблюдать правила личной гигиены: не касаться лица немывтыми руками, рукавами спецодежды или рукавицами; не брать немывтыми руками папиросы; по окончании работ и перед едой обязательно тщательно мыть руки и лицо с мылом (по возможности принять душ), полоскать рот; не класть на пропитанную древесину никаких вещей, в особенности пищевых продуктов.

Для предохранения кожи от вредного воздействия масляных антисептиков применяют специальные пасты.

Запрещается применять для смазывания кожи вазелин и мази, приготовленные на вазелине.

В случае попадания антисептика на кожу поражённое место немедленно тщательно вытирается и промывается тёплой водой с мылом.

Груз с антисептиками, переносимый одним рабочим, не должен превышать 16кг.

При нанесении антисептической пасты на столбы кистью используют мерную кружку. При обмазке столбов кистями следует остерегаться попадания брызг пасты на лицо, руки, одежду и обувь.

Запрещается наносить пасту на столбы кистью непосредственно из ведра во избежание чрезмерного разбрызгивания пасты.

Если паста недостаточно густа, то в неё осторожно небольшими частями добавляют сухой антисептик или густую пасту. При просеивании антисептика сито заключают в плотный чехол, препятствующий распылению антисептика.

Загустевшую пасту разжижают горячей водой.

Запрещается разогревание пасты на открытом огне.

Пропитку вершин вновь устанавливаемых столбов производят на земле до установки их в ямы.

Пропитку вершин уже установленных столбов производят с особой осторожностью, чтобы избежать разбрызгивания и попадания пасты на незащищённые части тела.

При расплавлении битума надо следить за тем, чтобы он не перегревался. Перегрев битума вызывает его вспенивание и самовоспламенение. После расплавления битума огонь в топке гасят.

Во избежание ожогов от брызг переливать горячий битум из котла в котелок или ведро следует осторожно, убедившись в отсутствии в них влаги.

Добавлять в разжиженный битум керосин разрешается только после того, как котелок с битумом будет отнесён в сторону от топки. Перемешивать керосин с расплавленным битумом следует осторожно, не допуская разбрызгивания.

При добавлении в расплавленный битум сольвент-нафты необходимо стоять с наветренной стороны, чтобы не вдыхать её ядовитых паров.

Переносить расплавленный битум нужно вдвоём на длинной и прочной палке в котелке или ведре с крышкой.

Запрещается занимать при этом свободную руку другой ношей.

По окончании работ в целях предупреждения отравления скота рассыпанный и не поддающийся уборке антисептик, а также загрязнённую траву и остатки бандажей собирают и закапывают в яму на глубину не менее 0.5 м. Остальная часть площадки перекапывается.

Антисептики перевозят в прочной и плотно закрывающейся таре, предохраняющей их от распыления и от попадания в них влаги.

Запрещается перевозить рабочих в кузове автомашины, грузеной антисептиками.

Запрещается складывать бочки и ящики с антисептиками непосредственно на землю. Предварительно нужно устроить подмости из сухих досок или брёвен.

Антисептик хранят в сухом и хорошо проветриваемом помещении.

При отсутствии в полевых условиях закрытого специального помещения бочки и ящики с антисептиками закрывают брезентами, чтобы предохранить их от сырости.

Готовая антисептическая паста хранится на складе в плотно закрывающейся посуде. Креозотовое масло хранят в железных бочках с обручами и нарезной пробкой; керосин, сольвент-нафту во избежание их испарения хранят в специальной посуде с плотно закрывающимися крышками.

Запрещается хранить бочки, бидоны, кружки и ящики с антисептиками у печей, нагреваемых дымоходов, труб центрального отопления, радиаторов и т.п.

В местах хранения антисептиков размещаются пенные огнетушители; вблизи штабелей с пропитанными столбами, приставками и т.п. ставят кадки с водой.

При пропиточных установках размещаются пенные огнетушители и песок в ящиках. Для тушения горящего масла применяют только пенные огнетушители.

При переноске тяжестей предельная норма переноски грузов вручную по ровной и горизонтальной поверхности на одного человека не должна превышать:

- для подростков от 16 до 18 лет – 16кг;
- для мужчин старше 18 лет – 50 кг.

Переносить материалы на носилках допускается на расстояние не более 50 м по горизонтальному пути.

Разрешается допускать подростков к переноске тяжестей, если это связано с выполнением ими основной работы по специальности и не занимает более 1/3 всего их рабочего времени.

## 4.7 Требования безопасности при работе с радиоэлектронным оборудованием (РЭО)

### 4.7.1 Виды и характеристика РЭО, классификация работ с ним

По предъявляемым требованиям безопасности радиоэлектронное оборудование подразделяется на **малогабаритное** и **крупногабаритное**. К малогабаритному относится РЭО одноблочного и многоблочного исполнения, которое по своему весу и габаритам может быть размещено на рабочем столе или на тележке около него, а также стойки с вставными блоками, габаритные размеры которых в плане не более 700•700 мм. К крупногабаритному РЭО относится однокорпусное, многокорпусное или бескорпусное оборудование, состоящее из одного и более блоков, которое устанавливается на полу или размещается на различных конструкциях в специальных помещениях.

Действующим считается оборудование, которое питается от электрической сети, либо содержит в себе химические, гальванические, полупроводниковые и другие источники электропитания или на которое электроэнергия может быть подана от любого источника включением коммутационной аппаратуры.

К работам радиоэлектронным оборудованием относятся:

- а) управление;
- б) техническое обслуживание;
- в) ремонт;
- г) наладка;
- д) экспериментальные работы.

*Управление* оборудованием включает выполнение следующих операций:

а) включение и отключение РЭА, манипуляции органами управления на наружных панелях и пультах управления;

б) выполнение вспомогательных операций, необходимых для выполнения технологического процесса (постановка и снятие различных устройств и приспособлений, подсоединение и отсоединение высокочастотных трактов, нагревательных индукторов и т.д.);

в) измерение параметров режимов работы оборудования и обрабатываемого изделия;

г) постановка (снятие) изделий на места их обработки, испытаний, измерений;

д) соединение (отсоединение) изделий с электрической и технологической частями оборудования.

*К техническому обслуживанию* относятся следующие операции:

а) включение и отключение оборудования;

б) осмотр оборудования;

в) замена предохранителей, сигнальных ламп, электронных, ионных, полупроводниковых и квантовых приборов, радиотехнических и электротехнических элементов оборудования с явными признаками дефекта без последующей наладки;

г) подсоединение и отсоединение вакуумных насосов, замена ионизационного вакуумметра;

д) устранение небольших неисправностей в цепях управления, сигнализации, блокировки и измерения (зачистка контактов, замена катушек реле и пускателей, измерительных приборов).

*Ремонт РЭО* предполагает устранение дефектов не охваченных при техническом обслуживании, а также включает профилактику радиоэлектронного оборудования.

*К наладке* радиоэлектронного оборудования относятся следующие работы:

а) включение оборудования и проверка его работоспособности;

б) выявление осмотром искрений, перекрытий, пробоев и других дефектов при включенном оборудовании и снятых ограждениях (открытых дверях), если эти дефекты не могут быть обнаружены без подачи напряжения;

в) выявление и устранение дефектов, замена вышедших из строя или несоответствующих по своим параметрам деталей и узлов;

г) измерение параметров электрической схемы, режимов работы электронных, ионных и полупроводниковых приборов;

д) регулировка подстроечных элементов (конденсаторов, индуктивностей, резисторов и т.п.);

е) проверка работы оборудования на эквивалент нагрузки;

ж) испытание оборудования на прогон.

*К экспериментальным работам* относятся:

а) проверка работоспособности экспериментального образца изделия электронной техники (электронного, ионного, полупроводникового прибора);

б) изучение (анализ) работы радиоэлектронного оборудования, включая его макетирование;

в) проверка вновь разработанной технологии, требующей внесения изменений в конструкцию или электрическую схему применяемого при эксперименте оборудования.

Безопасность всех видов работ с РЭО обеспечивается соблюдением специальных требований, предъявляемых:

- 1) к производственным помещениям и размещению в них оборудования;
- 2) к организации рабочих мест;
- 3) к санитарно-гигиеническому состоянию производственной среды;
- 4) к обслуживающему персоналу;
- 5) к организации работ и трудовых процессов;
- 6) к техническому исполнению оборудования для ограничения вредных факторов в рабочей зоне помещений.

#### **4.7.2 Основные требования безопасности к производственным помещениям и к размещению в них РЭО**

Объем производственных помещений на одного работающего должен составлять не менее 15 м<sup>3</sup>, а площадь лабораторий на одного студента или научного сотрудника должна быть не менее 4,5 м<sup>2</sup>. При этом минимальная площадь помещения для работ с РЭО составляет 25 м<sup>2</sup> при мощности оборудования до 30 кВт и 40 м<sup>2</sup> при мощности оборудования, превышающей 30 кВт.

Помещения, в которых осуществляются работы с РЭО, должны быть без признаков повышенной и особой опасности поражения электрическим током.

Эстетическое оформление лабораторий должно способствовать снижению утомляющего воздействия учебного и трудового процесса.

Коэффициенты отражения ограждающих поверхностей в учебных помещениях, а также размещенных в них мебели и оборудования должны быть не менее: потолков — 0,7; оконных переплетов — 0,7; стен — 0,6; дверей — 0,35; полов — 0,25; мебели и оборудования — 0,35.

С точки зрения эстетического оформления помещения желательно, чтобы в интерьере было не более 2—3-х цветов. Рекомендуемыми цветами отделки помещения и оборудования, улучшающими эмоциональное и физиологическое состояние работающих, стимулирующими воздействие на зрительные органы и

благоприятно воздействующими на нервную систему являются: белый, светло-голубой, светло-зеленый, цвет слоновой кости.

Установки, являющиеся источниками электромагнитных ВЧ, УВЧ и СВЧ диапазонов, должны размещаться в специально для них предназначенных производственных помещениях с капитальными стенами и перекрытиями на верхнем этаже угловых частей зданий. В отдельных случаях разрешается размещать в общих помещениях маломощные измерительные установки СВЧ при условии работы их на поглотитель.

При разработке планировок помещений и размещении оборудования проходы должны составлять:

а) с лицевой стороны пультов и панелей управления — не менее 1 м при однорядном расположении и не менее 1,2 м при двухрядном;

б) с задней и боковых сторон, к которым необходим доступ персонала – не менее 0,8 м, не включая пространства, необходимого для открывания дверей, панелей оборудования, других устройств, а также площадей, необходимых для размещения переносной измерительной аппаратуры, вспомогательных приспособлений.

В случаях, когда оборудование располагается на столах, проходы в лабораториях должны быть не менее:

между торцами столов — 70 см;

между столом и стеной — 50 см;

между длинными сторонами столов при одном ряде работающих — 80 см;

между длинными сторонами столов при двух рядах работающих — 160

см.

#### ***4.7.3 Безопасная организация рабочих мест***

В помещениях, где производятся работы с РЭО, должны быть оборудованы удобные и безопасные рабочие места. Рекомендуемые размеры столов для ремонта, монтажа, наладки и испытаний малогабаритного радиоэлектронного оборудования — 1300x700x800. Столы должны быть изготовлены из нетокопроводящего материала или быть покрыты им, не должны иметь металлической обшивки. Ориентировать в пространстве их следует таким образом, чтобы максимально использовалась естественная освещенность и чтобы свет падал По-возможности спереди – слева. В случае использования

местного освещения свет не должен слепить глаза, его спектральный состав должен соответствовать или быть близким к естественному свету. При люминесцентном освещении светильники должны иметь не менее 2 ламп, чтобы уменьшить пульсацию светового потока (коэффициент пульсации не должен превышать 10%), и располагаться так, чтобы не затенялись информационное поле и зрительные объекты различения.

Рабочие места должны находиться на расстоянии не ближе 1 м от приборов отопления.

На рабочих местах, где производится монтаж, ремонт и наладка радиоаппаратуры, должен быть предусмотрен электрощиток с утопленными штепсельными гнездами для подключения электроприборов, электропаяльника, измерительной аппаратуры.

Над гнездами должны быть указаны номинальные напряжения, на рубильнике должны иметься надписи, соответствующие включенному и отключенному положению, должна иметься надпись над клеммой «земля».

Рабочие места, на которых производится пайка, должны быть оборудованы эффективной вытяжной вентиляцией, либо работа должна производиться с использованием электропаяльника со встроенным в него отсосом.

#### **4.7.4 Требования к персоналу, обслуживающему РЭО**

Персонал, выполняющий работы с радиоэлектронным оборудованием, должен иметь достаточную для выполнения поручаемой ему работы квалификацию, определяемую квалификационную группу по технике безопасности.

Радиотехническому персоналу, осуществляющему эксплуатацию, ремонт, наладку, управление, техническое обслуживание, экспериментальные работы с радиоэлектронным оборудованием, имеющему контакт с электроустановками, аппаратурой управления и связи присваивается квалификационная группа от I до V.

Административно-технический персонал участка, лаборатории, подразделения (ответственные исполнители, руководители отделов, служб, начальники служб), организующий работы с радиоэлектронным оборудованием, а также осуществляющий надзор за безопасностью должен иметь

квалификационную группу не ниже IV (при напряжении в сети до 1000 В – не ниже III). Инженерно-технические работники, выполняющие работы с радиоэлектронным оборудованием, не требующие проникновения внутрь оборудования через двери, снабженные блокировкой — не ниже III.

Квалификационную группу не ниже IV (при напряжении в сети до 1000 В — не ниже III) должен иметь также сотрудник, являющийся старшим в группе, выполняющей одну работу, а также лицо, допущенное единолично к обслуживанию радиоэлектронного оборудования.

При ремонте и наладке радиоэлектронного оборудования квалификационная группа производителя работ должна быть не ниже IV (при напряжении до 1000 В — не ниже III), квалификационные группы членов бригады — не ниже III (при напряжении до 1000 В — не ниже II), либо работы должны проводиться в присутствии вблизи налаживаемого оборудования лица, имеющего квалификационную группу не ниже III.

Право выдачи программы (распоряжения) на выполнение работы с радиоэлектронным оборудованием имеют руководители подразделений, заведующие лабораторией, сектором, участком, мастерскими, механики (энергетики) подразделений, инженеры по оборудованию, имеющие V квалификационную группу (при напряжении до 1000 В не ниже IV).

I квалификационная группа по технике безопасности присваивается лицам, которым при выполнении технических операций не требуется производить работы внутри оборудования.

Без специальной проверки знаний безопасных методов работы и присвоения I квалификационной группы допускается работа персонала только на таком оборудовании, в котором нет электрических цепей и устройств с напряжением переменного тока выше 12,0 В.

Персонал, имеющий квалификационную группу I, должен иметь представления об опасностях, возникающих в процессе управления радиоэлектронным оборудованием, опасностях действия электрического тока на организм человека, требованиях безопасности, предъявляемых при управлении радиоэлектронным оборудованием, а также уметь оказывать пострадавшему доврачебную помощь.

Персонал, имеющий квалификационную группу от II до V должен:

– иметь представления об опасностях, возникающих в процессе работы с радиоэлектронным оборудованием;

– знать Правила устройства и техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей;

– уметь оказывать доврачебную помощь пострадавшему от действия электрического тока.

Проверка знаний и присвоение квалификационной группы II – V производится комиссией в составе не менее 3-х человек.

Квалификационная группа I присваивается после проведения инструктажа и проверки знаний ответственным за электрохозяйство, либо по его письменному указанию лицом с квалификационной группой не ниже III.

Лицам, которым присваивается квалификационная группа от II до V выдается удостоверение. Если лицо осуществляет обслуживание РЭО, в графе «Свидетельство на право проведения специальных работ» делается запись «Допущен к выполнению работ с радиоэлектронным оборудованием». Персоналу, которому присваивается I квалификационная группа, удостоверение не выдается, а о присвоении ему квалификационной группы делается запись в журнале инструктажей.

#### ***4.7.5 Безопасная организация ремонтно-наладочных работ***

Наладка, регулировка и ремонт РЭО должны производиться с соблюдением специальных требований безопасности и мер предосторожности.

Наладочные работы могут производиться в помещениях, где разрабатывается или эксплуатируется оборудование, и выполняться лицами, имеющими специальный допуск к работам с радиоэлектронным оборудованием.

Наладку вставных блоков крупногабаритного оборудования, которые не могут быть налажены отдельно, разрешается производить на месте размещения оборудования. При этом должен быть использован механически прочный стол или специальная подставка, изготовленная из токонепроводящего материала. Осциллограф и другие приборы необходимо размещать на специальных тележках или в стеллажах. Приборы переносного типа могут располагаться на выдвижных столиках оборудования, на полках или на рабочем столе.

Наладчик (регулировщик) радиоаппаратуры должен быть обеспечен удобным и безопасным инструментом с электроизолирующими (покрытыми электроизоляционным материалом) рукоятками, а также необходимыми

средствами защиты – экранами, решетками, диэлектрическими перчатками, ковриками, изолирующими подставками и т. д.

Приборы, а также оборудование, используемые в работе, должны обеспечивать безопасность персонала и окружающих от действия электрического тока, возможных механических травм, теплового воздействия, электростатических разрядов, электромагнитных излучений и т. д.

Для измерения параметров электрической схемы и режимов работы электронных и полупроводниковых приборов, замены вышедших из строя деталей допускается извлекать отдельные узлы, блоки РЭО из стоек, шкафов, открывать двери, снимать кожухи в местах подключения измерительной аппаратуры, закорачивать блокировку. При этом должны быть выполнены необходимые требования безопасности.

Извлекать оборудование из корпуса (кожуха), снимать его обшивку, выявлять и устранять дефекты в электрической схеме (монтаже), заменять вышедшие из строя или несоответствующие своим параметрам детали и узлы разрешается только после полного снятия напряжения с оборудования (в том числе и с его вводных клемм) и проверки отсутствия остаточных зарядов с помощью ручного заземленного разрядника.

Включение оборудования с целью проверки его работоспособности должно быть произведено с помощью штепсельных разъемов и коммутационной аппаратуры. При этом, выполнение каких либо других работ на налаживаемом оборудовании должно быть прекращено.

Одновременно на рабочем месте разрешается налаживать только одну единицу оборудования.

Налаживаемый вставной блок может быть подсоединен к основному оборудованию пайкой.

Места расположения и подключения измерительной аппаратуры в электрические цепи напряжением выше 1000 В должны быть закрыты временными ограждениями с установленными на них знаками безопасности и оставлением доступа лишь к элементам схемы, имеющим непосредственное отношение к процессу наладки и регулировки РЭО.

Для обеспечения безопасности работающих от поражения электрическим током металлические корпуса контрольно-измерительных приборов, узлов, блоков РЭО и электропитания должны быть присоединены к заземляющей (запуляющей) шине.

Конструкция заземляющего устройства выдвижных, откидных или съемных узлов, блоков РЭО должна обеспечивать надежное электрическое соединение их с каркасами или кожухами, в которых установлены эти блоки. Корпус налаживаемого блока должен быть соединен с корпусом основного оборудования гибким медным проводником сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>.

Заземленные корпуса электроаппаратуры, а также заземляющие проводники должны быть размещены так, чтобы при работе исключалась возможность прикосновения к ним с одной стороны и к токоведущим частям электроустановок с другой.

В процессе наладки оборудования напряжением до 1000 В допускается подсоединение измерительного прибора к контрольным точкам схемы без отключения напряжения. Такие измерения должны производиться путем касания точек схемы проводником, идущим от измерительного прибора и оканчивающимся штекерным наконечником с ручкой из твердого изоляционного материала с металлическим электродом длиной по более 1—2 см. Другой провод измерительного прибора до начала измерений должен быть подсоединен к металлическому заземленному корпусу налаживаемого оборудования (блока).

Для подключения контрольно-измерительной аппаратуры, питающейся от электросети, может быть использован переносной электрощиток, либо переносная штепсельная колодка, выполненные из механически прочного изоляционного материала с утопленными гнездами, встроенными предохранителями и клеммами для заземления (зануления). Включение штепсельной колодки в сеть должно производиться с помощью гибкого шлангового провода с отдельной заземляющей (зануляющей) жилой в общей оболочке и штепсельной вилки с заземляющим контактом.

Дефекты, которые не могут быть обнаружены при снятом напряжении вследствие искрения, пробоев и т.п., следует выявлять путем наблюдения за находящимися под напряжением элементами узла, блока РЭО через открытые двери или снятые кожуха.

Регулировку и подключение подстроечных элементов, находящихся под напряжением, следует производить с повышенной осторожностью.

В узлах и блоках РЭО с напряжением выше 1000 В указанные операции должны выполняться с помощью основных электрозащитных средств. При выполнении подобных операций без снятия напряжения руки регулировщика не

должны приближаться к токоведущим частям на расстояние менее длины изолирующей части защитного средства.

Если в налаживаемом блоке имеются электрические конденсаторы, питающиеся напряжением выше 100 В, то такой блок следует располагать так, чтобы эти конденсаторы не находились против лица регулировщика и не были обращены в сторону соседних рабочих мест. При невозможности выполнения этих условий со стороны соседних рабочих мест должны быть установлены временные ограждения, а работающие должны применять средства защиты. Лицо наладчика должно быть защищено полумаской из оргстекла.

Радиотехнические изделия, имеющие на выходе конденсаторы, находящиеся под постоянным напряжением выше 110 В (выпрямители, импульсные генераторы и т.д.), должны иметь исправные разрядные устройства, обеспечивающие автоматический разряд конденсаторов при извлечении узлов и блоков из этих изделий.

При монтаже схем запрещается:

- производить измерение параметров цепи переносными приборами с неизолированными штекерами, щупами, проводами;
- применять для соединения блоков и приборов провода с поврежденной изоляцией;
- проверять на ощупь наличие напряжения и нагрев токоведущих частей схемы;
- производить пайку и монтаж деталей в схеме под напряжением;
- заменять во включенной аппаратуре предохранители.

При испытании оборудования на прогон разрешается осуществлять наблюдение за режимом работы только по измерительным приборам. При появлении неисправности оборудование должно быть немедленно отключено.

При управлении оборудованием персонал может приступать к работам только после его предварительного осмотра и проверки исправности действия защитных средств. Исправность действия защитных средств определяется не менее, чем по двум признакам, например, по показаниям измерительных приборов и сигнальных ламп.

Перед началом работ по наладке или ремонту РЭО ответственный за их проведение обязан проверить и обеспечить:

- отсутствие в помещении посторонних лиц;

- правильность сборки электрической схемы, отсутствие в ней замыканий, закорачиваний, других неисправностей;
- наличие и надежность заземления корпусов налаживаемых объектов и оборудования;
- обеспеченность и надежность используемых средств защиты;
- надежность работы средств сигнализации и блокировки.

Персонал, осуществляющий ремонтно-наладочные работы, должен четко знать местонахождение устройств аварийного снятия напряжения с оборудования, измерительных приборов, испытуемых объектов. Работник, производящий включение напряжения, должен видеть участвующих в осуществлении наладки и предупредить их о подаче напряжения. При невозможности выполнения этого условия доступ к открытым частям РЭО должен быть исключен путем установления временных ограждений с предостерегающими плакатами.

После окончания работ провод временно наложенного заземления должен быть отключен в последнюю очередь. При приведении РЭО в рабочее состояние должны быть сняты закоротки с защитных блокировок, поставлены на место снятые обшивки, установлены другие защитные элементы оборудования. Исправность действия блокировки должна быть проверена трехкратным включением оборудования и открыванием (снятием) блокированных дверей (ограждений).

#### **4.8 Меры безопасности при организации и производстве работ в подземных кабельных сооружениях**

Работу в подземных кабельных сооружениях (смотровых устройствах, кабельных колодцах), а также осмотр со спуском в них должна выполнять бригада в составе не менее трех работников, из которых двое страхующие. Между работниками, выполняющими работу, и страхующими должна быть установлена связь. Производитель работ должен иметь группу IV по электробезопасности.

При работе в подземных смотровых устройствах должен выдаваться наряд-допуск.

По обе стороны колодцев, в которых производится работа, должны быть установлены ограждения-барьеры. Если колодец находится на проезжей части дороги, ограждения устанавливаются навстречу движению транспорта на расстоянии не менее 2 м от люка колодца. Кроме того, на расстоянии 10-15 м от

ограждения навстречу движению транспорта должны быть установлены предупредительные знаки. При плохой видимости дополнительно должны быть установлены световые сигналы.

До начала работы в подземных сооружениях воздух в них должен быть проверен на присутствие опасных газов (метан, углекислый газ). Наличие газа необходимо проверять в колодце, где будет производиться работа, и в близлежащих смежных колодцах.

В подземных сооружениях исследование воздуха на присутствие в нем метана и углекислого газа необходимо производить независимо оттого, имеется в населенном пункте подземная газовая сеть или нет.

Для проверки загазованности смотровых устройств крышки кабельных колодцев, находящихся на расстоянии до 15 м от газопровода, должны иметь отверстия диаметром до 20 мм.

При открывании люка колодца необходимо применять инструмент, не дающий искрообразования, а также избегать ударов крышки о горловину люка.

В зимнее время, если требуется снять примерзшую крышку люка, допускается применение кипятка, горячего песка.

У открытого люка колодца должен быть установлен предупреждающий знак или сделано ограждение.

Убедившись с помощью газоанализатора (газосигнализатора) в отсутствии взрывоопасных газов, необходимо проверить в колодце наличие углекислого газа, а также содержание в воздухе кислорода, которого должно быть не менее 20%.

Если при открытии колодца опасный газ в нем не был обнаружен, то дальнейшая проверка на присутствие опасного газа должна производиться газоанализатором (газоиндикатором, газосигнализатором) через каждый час.

Газоанализаторы (газоиндикаторы) необходимо проверять один раз в 6 месяцев, если другие сроки не установлены заводом-изготовителем, в специализированных лабораториях. Проверка исправности газоанализатора (газоиндикатора) должна фиксироваться в специальном журнале.

Если анализ показал присутствие опасного газа, то работа в подземных сооружениях должна быть прекращена до тех пор, пока не будет устранена причина поступления опасного газа. О наличии взрывоопасного газа в подземном сооружении старший по бригаде должен немедленно поставить в известность руководителя организации и аварийную службу газового хозяйства.

Смотровые устройства, в которых периодически обнаруживаются метан и углекислый газ, должны быть взяты на учет.

Все работы по ликвидации загазованности смотровых устройств взрывоопасными газами должны вести только работники службы газового хозяйства.

До тех пор, пока не будет установлено, что в колодцах нет взрывоопасных газов, запрещается приближаться к люку с открытым огнем (с зажженной паяльной лампой, горящей спичкой, папиросой и т.п.).

До начала работ в колодце, где должна проводиться работа, а также смежные с ним колодцы должны быть обеспечены естественной или принудительной вентиляцией.

На время вентилирования в колодце, в котором предстоит вести работы, должны быть временно открыты не менее чем по одному каналу с каждой стороны. В смежных колодцах должны быть открыты те же каналы, но только в направлении колодца, в котором предстоит вести работы. Каналы желательно открывать свободные, и по возможности верхние.

С окончанием вентилирования каналы в колодце, в котором предстоит вести работы, должны быть снова закрыты пробками. В смежных колодцах эти каналы могут оставаться открытыми в течение всего времени производства работ.

Каналы необходимо вскрывать со всеми мерами предосторожности, так как в них может скопиться газ. При вскрытии каналов запрещается пользоваться открытым огнем.

Люки смежных колодцев должны быть открыты на все время производства работ. На них устанавливаются специальные решетчатые крышки. Открытые колодцы должны быть ограждены, и за ними должно быть установлено наблюдение.

Продолжительность естественной вентиляции перед началом работ должна составлять не менее 20 минут.

Принудительная вентиляция обеспечивается вентилятором или компрессором в течение 10-15 минут для полного обмена воздуха в подземном сооружении посредством рукава, опускаемого вниз и не достигающего дна на 0,25 м.

Не разрешается применять для вентиляции баллоны со сжатыми газами.

Колодец должен обязательно вентилироваться во время прошпарки и пайки кабелей.

Для освещения подземных смотровых устройств должны применяться переносные электрические светильники напряжением не выше 12 В или ручные электрические (аккумуляторные) фонари. Светильники должны быть во взрывобезопасном исполнении.

Электрические переносные светильники должны подключаться через понижающие трансформаторы или непосредственно к щитку питания кабельной машины.

Понижающий трансформатор может подключаться к электросети или к передвижной электростанции.

Переносные электрические светильники и понижающие трансформаторы должны соответствовать требованиям безопасности.

Понижающий трансформатор или аккумулятор (в том случае, если питание переносного электрического светильника осуществляется от аккумулятора) должен находиться на поверхности земли на расстоянии не менее 1 м от края колодца.

В кабельном колодце допускается находиться и работать одному работнику, имеющему группу III, с применением предохранительного пояса со страховочным канатом и с применением каски. Предохранительный пояс должен иметь наплечные ремни, пересекающиеся со стороны спины, с кольцом на пересечении для крепления каната. Другой конец каната должен держать один из страхующих работников.

Работник, находящийся в колодце, должен иметь газосигнализатор, работающий в автоматическом режиме.

Спускаться в колодец можно только по надежно установленной и испытанной лестнице. При использовании металлических лестниц лестницы должны быть изготовлены из цветного металла.

Проверка и испытание лестниц должны проводиться в соответствии с требованиями правил безопасности при работе с инструментом и приспособлениями и действующим стандартом.

При первых признаках плохого самочувствия спустившегося в колодец работника страхующие должны немедленно помочь ему выбраться из колодца или извлечь его из колодца с помощью спасательного пояса и веревки и оказать ему первую помощь. Работу следует прекратить до устранения причин нарушения условий безопасного выполнения работ.

Периодические проверки воздуха в колодце на присутствие опасных газов и вентиляция колодцев, в которых ведутся работы, являются обязанностями страхующих. Воздух должен проверяться не реже одного раза в час.

Если при аварии необходимо спуститься в колодец, в который непрерывно поступает газ, то необходимо пользоваться шланговым противогазом. Конец шланга следует держать в стороне от люка (не ближе 2 м) на высоте 1 м от уровня земли и повернуть его против ветра так, чтобы выходящий из колодца газ не мог попасть в отверстие шланга.

В этом случае в течение всего времени нахождения в нем работника должны дежурить не менее трех человек, в том числе лицо, ответственное за безопасное производство работ.

В колодце, куда поступает газ, пользоваться открытым огнем запрещается. Если необходимо искусственное освещение, то оно должно осуществляться от сильного источника света сверху через люк или от переносного светильника напряжением 12 В во взрывобезопасном исполнении.

В колодцах кабельной канализации кабели с дистанционным питанием и кабели проводного вещания должны быть промаркированы полосами красного цвета шириной в 20-25 см по всей окружности кабеля при входе в колодец, в середине и при выходе из колодца, а также у каждой кабельной муфты на расстоянии 15-20 см от нее. Непосредственно у кабельных муфт на кабелях, по которым передается дистанционное питание, должны быть установлены знаки, предупреждающие об опасности поражения электрическим током. В проходных колодцах, где нет кабельных муфт, знаки должны устанавливаться на кабелях в средней части колодца.

Все работники телефонной сети, обслуживающие канализационные сооружения, должны быть оповещены под расписку о наличии в канализационных сооружениях на их участке кабелей с дистанционным питанием.

Для проведения работ в канализационных сооружениях, где имеются кабели, по которым передается дистанционное питание, должно назначаться лицо, ответственное

за безопасное проведение работ, имеющее группу по электробезопасности не ниже IV.

Если, спустившись в колодец, работник не обнаружит на кабеле, по которому передается дистанционное питание, отличительных знаков (будет

отсутствовать окраска или знаки), то он должен сообщить об этом лицу, ответственному за безопасное производство работ.

При работах в колодцах разжигать в них паяльные лампы, устанавливать баллоны с пропан-бутаном, разогревать составы для заливки муфт и припой не разрешается. Опускать в колодец расплавленный припой и разогретые составы для заливки муфт следует в специальном закрытом сосуде, подвешенном с помощью карабина к металлическому тросику.

При работе с паяльной лампой (газовой горелкой) расположенные вблизи кабели, по которым передается дистанционное питание, должны ограждаться щитками из огнеупорного материала.

В кабельной канализации допускается прокладывать кабели проводного вещания с напряжением не выше 240 В. При этом прокладка кабелей должна осуществляться в отдельном свободном канале, по возможности, в крайнем нижнем. Кабель проводного вещания должен быть экранированным, с экраном, заземленным с двух сторон при сопротивлении заземления не более 10 Ом.

Работы на кабелях проводного вещания напряжением 120-240 В должны вестись после получения разрешения.

Работа в коллекторе должна производиться по наряду-допуску.

Приступать к работе в коллекторе разрешается только при наличии письменного заключения ответственного лица об отсутствии в коллекторе взрывоопасных газов.

Лица, занятые на работах в коллекторе, должны иметь при себе газоанализатор для проведения анализа воздуха на загазованность во время работы (смены).

Исследование воздуха на загазованность следует производить через каждый час работы в коллекторе.

Пользоваться паяльными лампами разрешается только после того, как с помощью газоанализатора будет установлено, что взрывоопасные газы в коллекторе отсутствуют.

Разжигать паяльную лампу следует вне коллектора, в месте, указанном дежурным персоналом коллектора. Паяльная лампа должна вноситься в коллектор в паяльном ведре.

Запрещается переносить по коллектору зажженную паяльную лампу без паяльного ведра.

Все свободные кабельные каналы для ввода кабелей в коллектор, а также каналы, где проложены кабели, должны быть герметично закрыты.

Проложенные в коллекторах кабели связи, по которым передается дистанционное питание, а также фидерные кабели проводного вещания напряжением 120 В и более должны окрашиваться красной краской по всей окружности шириной по 20-25 см через каждые 100-150 м и у каждой муфты - в 15-20 см от последней. У кабельных муфт должны быть установлены знаки, предупреждающие об опасности поражения электрическим током.

При параллельной прокладке кабельных линий передачи и электрических кабелей в коллекторах кабельные линии передачи прокладывают на 15 см ниже электрических кабелей.

В коллекторах на пересечении с электрокабелями на расстоянии менее 15 см кабельные линии передачи должны быть заключены в трубы из изолирующего материала.

При прокладке в коллекторах кабельных линий передачи над теплопроводом, водопроводом и другими трубопроводами (кроме газопровода) расстояние от трубопровода до верха консоли должно быть не менее 10 см.

#### **4.9 Требования безопасности к сосудам, работающим под давлением**

На промышленных предприятиях используется большое количество сосудов, работающих под давлением: воздухосборники, подогреватели, деаэраторы, барботеры, испарители, баллоны для сжатых и сжиженных газов и др.

Сосуды, работающие под давлением, относятся к оборудованию с повышенной опасностью. Поэтому их изготовление разрешено на специализированных машиностроительных заводах. Разрешение выдают органы Государственного надзора.

Конструкция сосудов должна быть надежной, обеспечивающей безопасность при эксплуатации, и доступной для осмотра, очистки, промывки, продувки и ремонта.

Сосуды с внутренним диаметром более 800 мм имеют лазы, необходимые для осмотра и ремонта. Лазы выполняют овальной или округлой формы. Лазы овальной формы имеют размеры по наибольшей оси не менее 400 мм, а

наименьшей – не менее 325 мм. Диаметр круглых в свету – не менее 400 мм. Сосуды с внутренним диаметром 800 мм и менее имеют круглые или овальные люки размером по наименьшей оси 80 мм. Крышки лазов и люков делают съемными или откидывающимися на шарнирах. Для изготовления сосудов применяют только те материалы, которые предусмотрены рабочими чертежами и расчетом на прочность. Каждый сосуд после изготовления подвергают гидравлическому испытанию. Для обеспечения безопасных условий эксплуатации сосуды снабжают приборами измерения давления и температуры среды, предохранительными клапанами, запорной арматурой, а в некоторых случаях – указателями уровня жидкости. На сосуды, работающие под давлением, разрешается установка манометров класса точности не ниже 2,5 с красной чертой по делению, соответствующему разрешенному рабочему давлению в сосуде. Количество предохранительных клапанов, их размеры и пропускная способность выбираются так, чтобы в сосуде не могло образоваться давление, превышающее рабочее более чем на 0,05 МПа для сосудов с давлением до 0,3 МПа, на 15% - для сосудов с давлением до 6 МПа и на 10% - для сосудов с давлением свыше 6 МПа. Содержимое сосуда, выходящее из предохранительного клапана, отводится в безопасное место. Отводящие трубы снабжают устройством для слива скопившегося в них конденсата.

Сосуды подлежат регистрации в органах надзора, за исключением тех, у которых производство вместимости на давление не превышает 1000 МПа. Если же сосуды работают под давлением едких, ядовитых и взрывоопасных сред при температуре 200° С и выше, а производство вместимости на давление равно 50 МПа и более, то такие сосуды также подлежат регистрации в органах Государственного надзора.

Не регистрируются в этих органах баллоны для транспортирования и хранения сжиженных, сжатых и растворенных газов вместимостью до 100 л.

Все сосуды, как регистрируемые, так и не регистрируемые в органах, учитываются владельцами в специальной книге учета и освидетельствования сосудов. Книга эта хранится у лица, на которого возложен надзор за сосудами на предприятии. На каждый сосуд составляют паспорт.

Разрешение на пуск в работу сосудов, регистрируемых в органах Государственного надзора, выдается инспектором местного органа. Сосуды, не регистрируемые в органах надзора, вводятся в эксплуатацию по разрешению

лица, назначенного приказом по предприятию. Разрешение записывают в паспорт сосуда.

Лицо, осуществляющее на предприятии надзор за сосудами, а также лицо, ответственное за их исправное состояние и безопасное действие, назначаются приказом по предприятию из числа инженерно-технических работников, прошедших проверку знаний правил техники безопасности.

На каждый сосуд или группу одинаковых сосудов составляют инструкцию по эксплуатации, которую вывешивают на рабочих местах и выдают обслуживающему персоналу.

Ремонт сосуда и его элементов во время работы не допускается. Во время работы в установленные инструкцией сроки и в должном объеме проверяют исправность действия арматуры, контрольно-измерительных приборов и предохранительных устройств. Сосуд выводят из работы при превышении давления выше разрешенного, неисправности предохранительных клапанов, обнаружении повреждений основных элементов, неисправностей манометра и невозможности определить давление по другим приборам, снижении уровня жидкости ниже допустимого (для сосудов с огневым обогревом), неисправности указателя уровня жидкости и в других случаях, указанных в инструкции.

Работу внутри сосудов выполняют по наряду. Меры безопасности принимаются такие же, как и при работах внутри барабанов и в резервуарах.

### **Дополнительные требования к баллонам**

Баллоны для сжатых, сжиженных и растворенных газов емкостью более 100 л должны быть снабжены паспортом по форме, установленной для сосудов, работающих под давлением.

На баллоны более 100 л должны устанавливаться предохранительные клапаны. При групповой установке баллонов допускается установка предохранительного клапана на всю группу баллонов.

Баллоны емкостью более 100 л, устанавливаемые в качестве расходных емкостей для сжиженных газов, которые используются как топливо на автомобилях и других транспортных средствах, кроме вентиля и предохранительного клапана должны иметь указатель максимального уровня наполнения. На таких баллонах также допускается установка специального наполнительного клапана, вентиля для отбора газа в парообразном состоянии и

указателя уровня сжиженного газа в баллоне.

Боковые штуцера вентиля для баллонов, наполняемых водородом и другими горючими газами, должны иметь левую резьбу, а для баллонов, наполняемых кислородом и другими негорючими газами, - правую резьбу.

Каждый вентиль баллона для ядовитого и горючего газов должен быть снабжен заглушкой, навертывающейся на боковой штуцер.

Вентили баллонов с кислородом должны ввертываться на материале, не содержащем жировых веществ, на фольге или с применением жидкого натриевого стекла; они не должны иметь просаленных или промасленных деталей и прокладок.

На верхней сферической части каждого баллона должны быть отчетливо нанесены клеймением следующие данные:

- товарный знак завода-изготовителя;
- номер баллона;
- фактический вес порожнего баллона;
- дата (месяц и год) изготовления и год следующего освидетельствования;
- рабочее давление (P), Па;
- емкость баллона;
- клеймо ОТК завода-изготовителя круглой формы диаметром 10 мм (за исключением стандартных баллонов емкостью свыше 55 л).

Высота знаков на баллонах должна быть не менее 6 мм, а на баллонах емкостью свыше 55 л – не менее 8 мм.

Вес баллонов, за исключением баллонов для ацетилена, указывается с учетом веса нанесенной краски, кольца для колпака и башмака, если таковые предусмотрены конструкцией, но без веса вентиля и колпака.

Место на баллонах, где выбиты паспортные данные, должно быть покрыто бесцветным лаком и обведено отличительной краской в виде рамки.

На баллонах емкостью до 5 л или с толщиной стенки менее 5 мм паспортные данные могут быть выбиты на пластине, припаянной к баллону, или нанесены эмалевой или масляной краской.

Наружная поверхность баллона должна быть окрашена согласно табл. 4.9. Надписи на баллонах наносят по окружности на длину не менее 1/3 окружности, а полосы – по всей окружности, причем высота букв на баллонах

емкостью более 12 л должна быть 60 мм, а ширина полосы 25 мм. Размеры надписей и полос на баллонах емкостью до 12 л должны определяться в зависимости от величины боковой поверхности баллона.

Цвет окраски и текст надписей на баллонах, используемых в специальных установках или предназначенных для наполнения газами специального назначения, устанавливаются заинтересованными ведомствами по согласию с компетентными органами. Окраска баллонов и надписи на них могут производиться масляными, эмалевыми или нитрокрасками (табл. 4.9). Баллоны, находящиеся в эксплуатации, должны подвергаться периодическому освидетельствованию не реже чем через 5 лет. Баллоны, которые предназначены для наполнения газами, вызывающими коррозию (хлор, хлористый метил, фосген, сероводород, сернистый ангидрид, хлористый водород и др.), а также баллоны для сжатых и сжиженных газов, применяемых в качестве топлива для автомобилей и других транспортных средств, подлежат периодическому освидетельствованию не реже чем через 2 года.

**Таблица 4.9**

**Наружная окраска баллонов.**

Наименование газа	Окраска баллона	Текст надписи	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	черная	азот	желтый	коричневый
Аммиак	желтая	аммиак	черный	–
Аргон сырой	черная	аргон сырой	белый	белый
Аргон техн.	черная	аргон техн.	синий	синий
Аргон чистый	серая	аргон чистый	зеленый	зеленый
Ацетилен	белая	ацетилен	красный	–
Бутилен	красная	бутилен	желтый	черный
Нефтегаз	серая	нефтегаз	красный	–
Бутан	красная	бутан	белый	–
Водород	темно-зел.	водород	красный	–
Воздух	черная	сжатый воздух	белый	–
Гелий	коричневая	гелий	белый	–
Закись азота	серая	закись азота	черный	–
Кислород	голубая	кислород	черный	–
Кислород	голубая	кислород медицинский	черный	–
Сероводород	белая	сероводород	красный	красный
Сернистый ангидрид	черная	сернистый ангидрид	белый	желтый
Углекислота	черная	углекислота	желтый	–
Фосген	защитная	–	–	красный
Фреон 11	алюминиевая	фреон 11	черный	синий
Фреон 12	алюминиевая	фреон 12	черный	–
Фреон 13	алюминиевая	фреон 13	черный	2 красные
Фреон 23	алюминиевая	фреон 23	черный	2 желтые
Хлор	защитная	–	–	зеленый

Циклопропан	оранжевая	циклопропан	черный	–
Этилен	фиолетовая	этилен	красный	–
Все другие	красная	наименование	белый	–
Все другие негорючие газы	черная	наименование	желтый	–

Установленные стационарно, а также установленные постоянно на передвижных средствах баллоны и баллоны-сосуды, в которых хранятся сжатый воздух, кислород, аргон, азот и гелий с температурой точки роса  $-35^{\circ}\text{C}$  и ниже, замеренной при давлении  $15 \cdot 10^6$  Па и выше, а также баллоны с обезвоженной углекислотой подлежат техническому освидетельствованию не реже чем через 10 лет.

Баллоны и баллоны-сосуды с некоррозийной средой, постоянно находящиеся не под давлением, но периодически опорожняемые под давлением свыше  $7 \cdot 10^6$  Па, подлежат техническому освидетельствованию не реже одного раза в 10 лет.

Периодическое освидетельствование баллонов должно производиться на заводах-изготовителях или на наполнительных станциях (испытательных пунктах) работниками этих заводов (наполнительных станций).

Освидетельствование баллонов, за исключением баллонов для ацетилена, включает:

- осмотр внутренней и наружной поверхностей баллонов;
- проверку веса и емкости;
- гидравлическое испытание.

Проверка веса и емкости бесшовных баллонов емкостью 12 л включительно и свыше 55 л, а также сварных баллонов независимо от емкости не производится.

Осмотр баллонов производится с целью выявления на их стенках коррозии, трещин, вмятин и других повреждений (для установления пригодности баллонов к дальнейшей эксплуатации). Перед осмотром баллоны должны быть тщательно очищены и промыты водой, а в необходимых случаях промыты соответствующими растворителями или дегазированы.

Баллоны, в которых при осмотре наружной и внутренней поверхности выявлены трещины, вмятины, отдушины, раковины и риски глубиной более 10% от номинальной толщины стенки, надрывы и выщерблины, износ резьбы горловины, а также на которых отсутствуют некоторые паспортные данные, должны быть выбракованы.

После удовлетворительных результатов освидетельствования на каждом баллоне наносятся следующие клейма:

- клеймо завода-изготовителя, на котором произведено освидетельствование баллона (круглой формы диаметром 12 мм);
- дата произведенного и следующего освидетельствования (в одной строке с клеймом завода-наполнителя).

Результаты освидетельствования баллонов для ацетилена, записываются лицом, освидетельствовавшим баллоны, в журнал испытания.

Освидетельствование баллонов для ацетилена должно производиться на заводе-наполнителе ацетиленом не реже чем через 5 лет. Забракованные баллоны независимо от их назначения должны быть приведены в негодность (путем нанесения насечек на резьбе горловины или просверливания отверстий на корпусе), исключающую возможность их дальнейшего использования.

Освидетельствование баллонов должно производиться в отдельных специально оборудованных помещениях. Температура воздуха в этих помещениях должна быть не ниже 12°C.

Наполненные газом баллоны, находящиеся на длительном складском хранении, при наступлении очередных сроков периодического освидетельствования подвергаются представителем администрации освидетельствованию в выборочном порядке.

При удовлетворительных результатах освидетельствования срок хранения баллонов устанавливается лицом, производившим освидетельствование, но не более чем 2 года.

Запрещается наполнять газом баллоны, у которых:

- истек срок периодического освидетельствования;
- отсутствуют установленные клейма;
- неисправные вентили;
- поврежденный корпус (трещины, сильная коррозия, заметное изменение формы);
- окраска и надписи не соответствуют Правилам.

Ремонт баллонов (пересадка башмаков и колец для колпаков) и вентилях должен производиться на заводах-наполнителях. По разрешению местных органов Госнадзора ремонт баллонов и вентилях может быть допущен в специальных мастерских.

Баллоны для сжатых газов, принимаемые заводами-наполнителями от

потребителей, должны иметь остаточное давление не менее  $5 \cdot 10^6$  Па, а баллоны для растворенного ацетилена – не менее  $5 \cdot 10^6$  и не более  $10 \cdot 10^6$  Па.

Выпуск газов из баллонов в емкости с меньшим давлением должен производиться через редуктор, предназначенный исключительно для данного газа и окрашенный в соответствующий цвет.

Камера низкого давления редуктора должна иметь манометр и пружинный предохранительный клапан, отрегулированный на соответствующее разрешенное давление в емкости, в которую перепускают газ.

Баллоны с газом, устанавливаемые в помещениях, должны находиться от радиаторов отопления и других отопительных приборов и печей на расстоянии не менее 1 м, а от источников тепла с открытым огнем – не менее 5 м.

В сварочной мастерской при наличии не более 10 сварочных постов допускается для каждого поста иметь по одному запасному баллону с кислородом и ацетиленом. Запасные баллоны должны быть либо ограждены стальными щитами, либо храниться в специальных пристройках к мастерской. При наличии в мастерской более 10 сварочных постов должно быть устроено централизованное снабжение газами.

Баллоны со сжатым или сжиженным газами, установленные в качестве расходных емкостей на автомобилях и других транспортных средствах, должны быть прочно укреплены и герметично присоединены к отводящим трубопроводам. Перестановка и замена баллонов, не снимаемых для наполнения, без разрешения лица, ответственного за эксплуатацию вышеуказанных транспортных средств, запрещается.

Баллоны с ядовитыми газами должны храниться в специальных закрытых помещениях, устройство которых регламентируется соответствующими нормами и положениями. Баллоны со всеми другими газами могут храниться как в специальных помещениях, так и на открытом воздухе, в последнем случае они должны быть защищены от атмосферных осадков и солнечных лучей.

Складирование в одном помещении баллонов с кислородом и горючими газами запрещается.

Наполненные баллоны с насаженными на них башмаками должны храниться в вертикальном положении. Для предохранения от падения баллоны должны устанавливаться в специально оборудованные гнезда, клетки или ограждаться барьером.

Баллоны, которые не имеют башмаков, могут храниться в горизонтальном

положении на деревянных рамах или стеллажах. При хранении на открытых площадках разрешается укладывать баллоны с башмаками в штабеля с прокладками из веревки, деревянных брусьев или резины между горизонтальными рядами.

При укладке баллонов в штабеля высота последних не должна превышать 1,5 м. Вентили баллонов должны быть обращены в одну сторону.

Склады для хранения баллонов, наполненных газами, должны быть одноэтажными, с покрытиями легкого типа и не иметь чердачных помещений. Стены, перегородки, покрытия складов для хранения газов должны быть из негорючих материалов не ниже II степени огнестойкости; окна и двери должны открываться наружу. Оконные и дверные стекла должны быть матовыми или окрашены белой краской. Высота складских помещений для баллонов должна быть не менее 3,25 м от пола до нижних выступающих частей кровельного покрытия.

Полы складов, должны быть ровными с нескользкой поверхностью из материалов, исключающих искрообразование при ударе с ними каких-либо предметов.

В складах должны быть вывешены инструкции, правила и плакаты по обращению с баллонами, находящимися на складе.

Склады для баллонов, наполненных газом, должны иметь естественную или искусственную вентиляцию в соответствии с требованиями санитарных норм проектирования промышленных предприятий.

Склады для баллонов с взрыво- и пожароопасными газами должны находиться в зоне молниезащиты.

Складские помещения для хранения баллонов должны быть разделены негорючими стенами на отсеки, в каждом из которых допускается хранение не более 500 баллонов (40 л) с горючими или ядовитыми газами, не более 1000 баллонов (40 л) с негорючими и неядовитыми газами.

Отсеки для хранения баллонов с негорючими и неядовитыми газами могут быть отделены негорючими перегородками высотой не менее 2,5 м с открытыми проемами для прохода людей и проемами для средств механизации. Каждый отсек должен иметь самостоятельный выход наружу.

Перемещение баллонов в пунктах наполнения и потребления газов должно производиться на специально приспособленных для этого тележках или при помощи других устройств.

Перевозка наполненных газом баллонов должна производиться на рессорном транспорте или автокарах в горизонтальном положении обязательно с прокладками между баллонами. В качестве прокладок могут применяться деревянные бруски с вырезанными гнездами для баллонов, а также веревочные или резиновые кольца толщиной не менее 25 мм (по 2 кольца на баллон) или другие прокладки, предохраняющие баллоны от ударов друг о друга. Все баллоны во время перевозки должны укладываться вентилями в одну сторону. Разрешается перевозка баллонов в специальных контейнерах, а также без контейнеров в вертикальном положении обязательно с прокладками между ними и ограждением от возможного падения.

При погрузке, разгрузке, транспортировке и хранении баллонов должны применяться меры, предохраняющие падение, повреждение и загрязнение баллонов.

Транспортирование и хранение стандартных баллонов емкостью более 12 л должны производиться с накрученными колпаками. Хранение наполненных баллонов на заводе-наполнителе до выдачи их потребителям допускается без предохранительных клапанов.

При транспортировке и хранении баллонов с ядовитыми и горючими газами на боковых штуцерах вентилях баллонов должны быть поставлены заглушки. Баллоны, наполненные газами, при перевозке должны быть предохранены от действия солнечных лучей. Перевозка баллонов железнодорожным, водным и воздушным транспортом должна производиться согласно правилам соответствующих министерств.

#### **4.10 Требования безопасности при эксплуатации подъемно-транспортных средств**

В настоящее время в различных отраслях народного хозяйства широко используется различная подъемно-транспортная техника: мостовые и козловые краны, автопогрузчики, средства малой механизации (конвейеры, лебедки, молотележки, блоки и др.).

Рабочая группа грузоподъемных устройств и транспортного оборудования зачастую является опасной зоной не только для обслуживающего персонала, но и для посторонних лиц. Опасности, которым в этих условиях могут подвергаться люди, связаны, в основном, с непреднамеренным контактом с движущимися частями оборудования и возможным ударом от падающих предметов при обрыве

поднимаемого груза, при высыпании его части, а также с падением самого оборудования, наездами и столкновениями.

Безопасность персонала при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования и машин обеспечивается следующими методами:

- определение размера опасной зоны подъемно-транспортного оборудования и машин (ПТМ);
- расчет на прочность канатов и грузозахватных устройств (ГЗУ);
- определение устойчивости кранов;
- применение специальных устройств обеспечения безопасности;
- регистрация, техническое освидетельствование и испытание подъемно-транспортного оборудования, машин и грузозахватных устройств.

Радиус опасной зоны зависит от высоты подъема груза и длины пути перемещения оборудования с грузом. Радиус окружности, в пределах которой может упасть груз, определяется по схеме, приведенной на рис. 4.17, а, и формуле

$$R = r_c + 0,5l_r + 0,3H ,$$

где:  $r_c$  - вылет стрелы крана от оси его поворота (для мостовых и козловых кранов  $r_c = 0$ ), м;  $l_r$  - наибольший линейный размер груза (при подъеме длинномерных грузов по вертикали их отлет связан с падением на всю длину'), м;  $H$  - высота подъема груза, м.

Определив радиус  $R$  и зная длину  $L$  пути перемещения подъемно-транспортной машины (ПТМ) , можно определить опасную зону возможного падения груза, которое может произойти при обрыве каната, срыве грузозахватных устройств (ГЗУ), плохом закреплении груза. Опасная зона определяется нанесением окружности радиусом  $R$  с центрами на линии перемещения оси ПТМ (рис 4.16, б).

*Для защиты от травмирования человека механизмами приводов ПТМ (зубчатые, цепные, червячные передачи, валы механизмов ПТМ, соединительные муфты, барабаны, ходовые колеса и т. п.) применяются средства, аналогичные средствам защиты, используемым для технологического оборудования, прежде всего ограждения.*

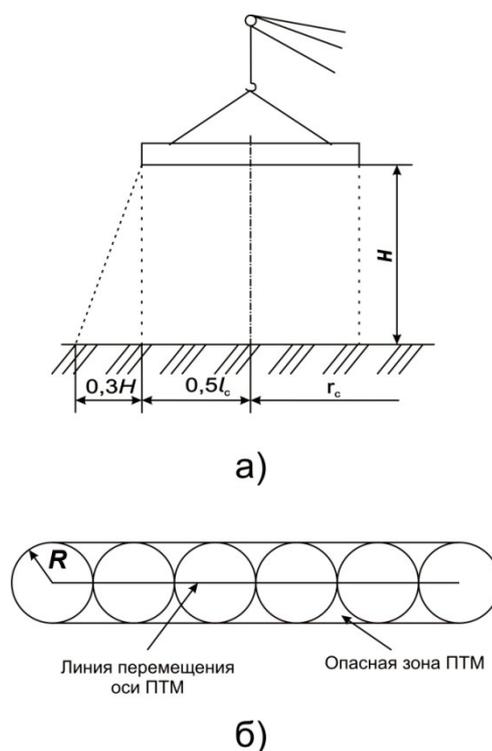


Рис 4.17. Схема к определению опасной зоны у грузоподъемного механизма: а – определение радиуса окружности, в пределах которой может упасть груз; б – определение опасной зоны при перемещении ПТМ

Расчет канатов на прочность осуществляется по формуле

$$K \geq P / S ,$$

где  $K$  - коэффициент запаса прочности каната при разрывном усилии;  $P$  - допустимое разрывное усилие каната,  $H$  (кгс), определяемое по сертификату на канат;  $S$  - наибольшее натяжение каната (без учета динамических нагрузок) ,  $H$  (кгс).

Величина  $K$  определяется правилами Госгортехнадзора и зависит от типа каната и ПТМ, условий работы каната. Так, для промышленных кранов в зависимости от условий работы каната  $K = 3,5 - 6$ , для грузовых лифтов без проводника – 8–13, для грузовых лифтов с проводником и пассажирами 9–15.

С целью уменьшения износа и повреждения канатов их покрывают защитной смазкой.

Передвижение стреловые краны должны обладать достаточной для их безопасной работы устойчивостью. Условия устойчивости кранов: удерживающий момент должен быть больше опрокидывающего момента сил, действующих относительно вертикальной оси крана, проходящей через центр его тяжести. Расчет устойчивости кранов осуществляется методами теоретической механики при положении крана с грузом (грузовая устойчивость) и при рабочем положении

крана без груза в условиях неблагоприятных ветровых нагрузок (собственная устойчивость). Устойчивость кранов определяется коэффициентами грузовой и собственной устойчивости крана.

**Коэффициент грузовой устойчивости** – это отношение момента относительно оси опрокидывания, создаваемого весом всех частей крана с учетом всех дополнительных нагрузок (ветровой, инерционной, торможения), и момента, создаваемого рабочим грузом при работе крана с учетом уклона местности или пути крана.

**Коэффициент собственной устойчивости** – это отношение момента относительно оси опрокидывания, создаваемого весом всех частей крана с учетом уклона местности и пути в сторону опрокидывания, и момента, создаваемого ветровой нагрузкой при нерабочем состоянии крана (без груза).

По *Правилам* значения этих коэффициентов должны быть не менее 1,15. Для каждого вылета стрелы крана установлены предельные значения веса поднимаемого груза, которые нельзя превышать, т. к. возможно опрокидывание крана.

**Специальные устройства безопасности** подразделяются на устройства, обеспечивающие безопасные весовые и нагрузочные характеристики, и устройства, обеспечивающие безопасное передвижение груза.

К *устройствам, обеспечивающим безопасные весовые и нагрузочные характеристики*, относятся тормоза и остановы, ограничители грузоподъемности и грузового момента, противоугонные устройства.

*Тормоза* могут предназначаться для остановки механизма (стопорные), ограничения скорости подъема и спуска груза (спускные). По конструктивному выполнению они аналогичны тормозам, применяемым в технологическом оборудовании, а по принципу действия – автоматические (вступающие в работу при отключении двигателя механизма) и управляемые (включаемые при воздействии на орган управления). Наиболее часто на ПТМ используются колодочные стопорные тормоза.

*Остановы* используют для удержания груза на весу. Одним из наиболее распространенных остановов является храповой останов (рис. 4.18).

*Ограничители грузоподъемности* автоматически отключают механизм подъема груза, масса которого превышает предельное значение более чем на 10%. В стреловых кранах с переменной грузоподъемностью, зависящей от вылета

стрелы, применяют *ограничители грузového момента*, учитывающие не только вес поднимаемого груза, но и величину вылета стрелы.

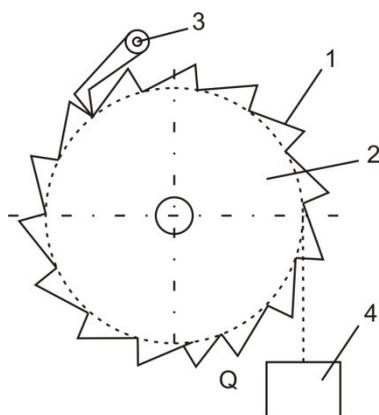


Рис.4.18. Схема останова механизма подъема: 1- храповое кольцо; 2 – барабан; 3 – собачка; 4 – груз

Имеется много видов ограничителей, различающихся по принципу действия и конструктивному исполнению.

На стреловых кранах, грузоподъемность которых меняется при разных вылетах стрелы, применяются *указатели грузоподъемности*.

*Противоугольные устройства* предназначаются для удержания крана, работающего на открытом воздухе, от самопроизвольного перемещения по рельсовому пути под действием ветра. Основным элементом противоугольных устройств являются рельсовые захваты (рельсозажимные клещи), посредством которых кран вручную или автоматически закрепляется за рельсы.

Применяются и другие устройства безопасности: блокировка люка и дверки кабины в мостовых кранах, ограничители поворота на башенных кранах, измерители крена на самоходных кранах, ограничители перекоса на мостовых кранах и др.

Грузозахватные приспособления (крюки, электромагнитные шайбы, грейферы, подхваты и захваты) являются особо ответственными деталями крана и изготавливаются под форму перемещаемых грузов. Периодический контроль за их состоянием рабочих поверхностей (износ, отсутствие трещин и дефектов) обеспечивает безопасность при эксплуатации транспортных устройств.

Регистрация, техническое освидетельствование и испытание ПТМ и ГЗУ является важнейшим методом обеспечения подъемно-транспортного оборудования и подъемно-транспортных машин. Надзор за безопасностью ПТМ осуществляет Ростехнадзор.

Администрация предприятий обязана устанавливать постоянный надзор за состоянием грузоподъемных устройств, канатов, цепей, сменных грузозахватных органов (крюков, грузоподъемных электромагнитов и т.п.), съемных грузозахватных приспособлений (стропов, клещей, траверс и т.п.) и уходом за ними и безопасностью эксплуатации. Правилами безопасности предусматривается проведение регламентированных испытаний грузоподъемных машин, представляющих с точки зрения охраны труда наибольшую опасность среди всех подъемных транспортных машин.

Вновь установленные грузоподъемные машины должны быть повергнуты до пуска в работу полному техническому освидетельствованию. Грузоподъемные машины, находящиеся в работе, должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию: частичному – не реже одного раза в год; полному – не реже одного раза в три года, за исключением редко используемых. Возможно внеочередное полное техническое освидетельствование грузоподъемной машины (после монтажа на новом месте, реконструкции, смены крюка, ремонта металлических конструкции грузоподъемной машины с заменой расчетных элементов и т.д.). При полном техническом освидетельствовании грузоподъемная машина должна подвергаться осмотру, статическому и динамическому испытанию. При частичном техническом освидетельствовании статические и динамические испытания не проводятся.

Осмотр сопровождается проверкой работы механизмов и электрооборудования, тормозов, аппаратуры управления, освещения и сигнализации, приборов безопасности и регламентируемых габаритов.

Цель статических испытаний – проверка прочности металлических конструкций грузоподъемных машин и устойчивости против опрокидывания (для стреловых кранов). Статические испытания кранов производят нагрузкой, на 25% превышающей его грузоподъемность. Кран устанавливают над опорами крановых путей, а его тележку(тележки) – в положение, отвечающее наибольшему прогибу. На стреловом кране стрела устанавливается относительно ходовой платформы в положение, соответствующее наименьшей устойчивости крана. Крюком или заменяющим его устройством захватывается груз и поднимается на высоту 200-300 мм (при стреловом кране - 100 -200 мм) с последующей выдержкой в таком положении в течении 10 мин. По истечении 10 мин груз опускают и проверяют наличие или отсутствие остаточной деформации моста крана (при стреловых

кранах груз не должен опуститься на землю, не должны появиться трещины, деформации и т.п.).

Динамическое испытание грузоподъемных машин производится грузом, на 10% превышающим грузоподъемность машины и имеет целью проверку действия механизмов грузоподъемной машины и их тормозов. Допускается динамическое испытание осуществлять рабочим грузом. При динамическом испытании производят повторный подъём и опускание груза.

При техническом освидетельствовании стальные канаты (тросы) бракуют по числу обрывов проволок на длине одного шага свивки каната, при этом учитывается их конструкция, степень износа и коррозии, назначение, соотношение диаметра блока, огибаемого канатом, к диаметру последнего. При обнаружении оборванной пряди канат к эксплуатации не допускается.

## РАЗДЕЛ 5

# ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

---

### 5.1 Социально-экономическое значение пожарной безопасности.

#### Основные причины пожаров

Пожары и взрывы причиняют значительный материальный ущерб и в ряде случаев вызывают тяжелые травмы и гибель людей.

В Республике Беларусь в среднем ежегодно возникает около 40 тыс. пожаров и аварий, погибает примерно 1000 человек и более 16 тыс. травмируется.

Большинство современных промышленных предприятий характеризуется повышенной пожарной опасностью, так как на них используется значительное количество легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных горючих газов и твердых горючих материалов.

Большое количество емкостей и аппаратов, разветвленная сеть трубопроводов, в которых находятся пожароопасные продукты под давлением, большая оснащенность производства электроустановками и др. Учащению пожаров в общественных зданиях и сооружениях, а также в жилых помещениях способствует широкое использование в быту электроэнергии, радиоэлектроники и телевидения.

Основными причинами пожаров являются:

- халатное и неосторожное обращение с огнем (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов, разогрев деталей открытым огнем и т.п.);
- неисправность отопительных и вентиляционных систем (котельных, отопительных приборов, печей и др.);
- неисправность производственного оборудования и нарушение технологических процессов (выделение горючих газов, паров, пыли);
- самовоспламенение или самовозгорание некоторых веществ и материалов при нарушении правил их хранения и использования;
- различные причины электрического характера: искрение в электрических аппаратах, машинах; токи коротких замыканий и значительные

перегрузки проводов и обмоток электрических устройств, вызывающих их нагрев до высокой температуры; плохие контакты в местах соединения проводов, приводящие к увеличению переходного сопротивления, на котором выделяется большое количество тепла; электрическая дуга, возникающая во время дуговой электрической сварки или в результате ошибочных операций в электроустановках; электростатические разряды, удары молнии и т.п.

Анализ пожаров и чрезвычайных ситуаций в Беларуси, произошедших в последние годы, показывает, что наибольшую опасность в природной и техногенной сферах представляют аварии на транспорте, в тепло-электро-энергетических системах и очистных сооружениях. Большой процент (от 25 до 80) различного технологического оборудования, коммуникаций, трубопроводов и других технических устройств отработали нормативные сроки эксплуатации, что усугубляет в этом плане ситуацию в Республике.

## **5.2 Теоретические основы горения. Опасные факторы пожара**

*Горением* называется сложный физико-химический процесс взаимодействия горючего вещества и окислителя, сопровождающийся выведением тепла и излучением света.

*Окислителем* в процессах горения обычно является газообразный кислород, находящийся в воздухе, но горение может быть и в среде хлора, брома, озона и других окислителей.

Для возникновения процесса горения необходимо наличие горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Горючее вещество и окислитель составляют горючую систему, а источник зажигания вызывает в ней реакцию окисления (горения). При этом источник зажигания должен обладать определенным запасом тепла и иметь температуру достаточную для начала реакции.

Горючие системы могут быть однородными и неоднородными. К химически однородным относятся системы, в которых горючее вещество и воздух перемешаны друг с другом. Горение таких газо-паро- или пылевоздушных систем называется кинетическим. К химически неоднородным относятся системы, в которых горючее вещество и воздух не перемешаны друг с другом и имеют поверхность раздела. При горении химически неоднородных горючих систем кислород воздуха непрерывно диффундирует сквозь продукты горения к горючему

веществу. В месте химического взаимодействия участвующих в реакции веществ образуется зона горения – пламя, в которой прореагировавшие вещества нагреваются до температуры горения и за счет своего тепла воспламеняют следующие порции еще непрореагировавших веществ, поступающих в зону горения за счет диффузии. Этот вид горения определяется явлениями диффузии и теплопроводности и поэтому называется диффузионным.

Возникновение горения, как отмечалось, чаще всего связано с нагреванием горючей системы источником воспламенения. При этом энергия молекул горючего вещества и кислорода увеличивается и при достижении определенного значения молекулы горючего вещества вступают в соединение с кислородом.

Процесс возникновения горения может начаться со следующих видов реакции:

- вспышка – быстрое окисление горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов;

- возгорание – возникновение горения под воздействием источника зажигания;

- воспламенение – возгорание, сопровождающееся появлением пламени;

- самовозгорание – процесс загорания горючего вещества в результате резкого увеличения скорости экзотермических реакций от воздействия тепловых процессов окисления или жизнедеятельности микроорганизмов. Этот процесс возможен лишь при тепловыделении, превышающем теплоотдачу в окружающую среду. Самовозгорание при атмосферном давлении и температуре подвержены большей частью вещества органического происхождения (торф, опилки, промышленная ветошь и др.). Эти материалы обладают большой пористостью и следовательно, имеют большую поверхность окисления. При неправильной организации хранения таких материалов (в плохо вентилируемых помещениях, штабелях или просто навалом) создаются условия, при которых происходит саморазогрев и самовозгорание этих веществ. Самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени называется самовоспламенением;

- взрыв – чрезвычайно быстрое химическое превращение, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

Таким образом, возникновение горения веществ и материалов при тепловых воздействиях с температурой выше температуры воспламенения

характеризуется как возгорание, а возникновение горения при температурах ниже температуры самовоспламенения относится к процессу самовозгорания.

Неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее обществу материальный и социальный ущерб, принято называть пожаром.

Пожар характеризуется рядом опасных факторов, основными из которых являются: повышенная температура воздуха и предметов; открытый огонь и искры; токсичные продукты горения, взрывы; повреждение и разрушение зданий и сооружений.

### **5.3 Взрыво- и пожароопасные свойства веществ и материалов**

Взрыво- и пожароопасные свойства веществ зависят от их агрегатного состояния (газообразные, жидкие, твердые), физико-химических свойств, условий хранения и применения.

**Газы.** Основными показателями, характеризующими пожарную опасность горючих газов, являются: концентрационные пределы воспламенения; энергия зажигания; температура горения; нормальная скорость распространения пламени и др.

Горение смеси газа с воздухом возможно в определенных пределах, называемых *концентрационными пределами воспламенения*. Минимальные и максимальные концентрации горючих газов в воздухе, способные воспламениться, называются соответственно нижним и верхним концентрационными пределами воспламенения.

*Энергия зажигания* определяется минимальной энергией искры электрического разряда, воспламеняющей данную газоздушную смесь. Величина энергии зажигания зависит от природы газа и концентрации. Наименьшее значение энергии зажигания газоздушных смесей составляет десятые доли МДж. Энергия зажигания является одной из основных характеристик взрывоопасных сред при решении вопросов обеспечения взрывобезопасности электрооборудования и разработке мероприятий по предупреждению образования статического электричества.

*Температура горения* – это температура продуктов химической реакции при горении смеси без тепловых потерь. Она зависит от природы горючего газа и концентрации его в смеси. Наибольшая температура горения для большинства газов составляет 1600 – 2000 °С.

*Нормальной скоростью распространения пламени* называется скорость, с которой движется граничная поверхность между сгоревшей и несгоревшей частями смеси относительно несгоревшей. Численно нормальная скорость распространения пламени равна количеству (объему) горючей смеси ( $V_{г.с.}$ ), выгорающей на единице площади пламени ( $S_{пл.}$ ) в единицу времени ( $t$ ):

$$W_{p.пл.} = \frac{V_{г.с.}}{S_{пл.} \cdot t}$$

Нормальная скорость распространения пламени зависит от природы газа и концентрации его в смеси. Для большинства горючих газов нормальная скорость пламени находится в пределах 0,3 – 0,8 м/с.

Нормальная скорость распространения пламени является одной из важнейших физико-химических характеристик, определяющих свойства горючей смеси и определяющих скорость сгорания и соответственно время взрыва. Чем больше нормальная скорость пламени, тем меньше время взрыва и тем более жесткие его параметры.

**Жидкости.** Горение жидкостей происходит только в паровой фазе. Скорость испарения и количество паров над жидкостью зависит от природы жидкости и ее температуры. При определенной температуре и давлении над жидкостью образовывается определенное количество пара. Этот пар называется насыщенным. В состоянии насыщения число испаряющихся молекул равно числу конденсирующихся и концентрация пара остается постоянной.

Горение паров в воздухе, так же как и газов, возможно в определенном диапазоне концентраций. Так как максимально возможное содержание пара в воздухе не может быть больше, чем в состоянии насыщения, то концентрационные пределы воспламенения могут быть выражены через температуру. Значения температуры жидкости, при которых концентрация насыщенных паров в воздухе над жидкостью равна концентрационным пределам воспламенения, называются температурными пределами воспламенения (нижним и верхним соответственно).

Таким образом, для воспламенения и горения жидкостей необходимо, чтобы жидкость была нагрета до температуры, не меньшей, чем нижний температурный предел воспламенения. После воспламенения скорость испарения должна быть достаточной для поддержания постоянного горения. Эти особенности горения жидкостей характеризуются температурой вспышки и температурой воспламенения.

*Температурой вспышки* называется наименьшее значение температуры жидкости, при которой над ее поверхностью образуется паровоздушная смесь, способная вспыхивать от постороннего источника зажигания. При этом устойчивого горения жидкости не возникает.

По температуре вспышки жидкости делятся на легковоспламеняющиеся (ЛВЖ), температура вспышки которых не превышает 45°C (спирты, ацетон, бензин и др.) и горючие (ГЖ), температура вспышки которых более 45 °С (масла, мазуты, глицерин и др.).

*Температурой воспламенения* жидкости называется наименьшее значение температуры жидкости, при которой интенсивность испарения ее такова, что после зажигания внешним источником возникает самостоятельное пламенное горение. Для ЛВЖ температура воспламенения обычно на 1-5 °С выше температуры вспышки, а для ГЖ эта разница может достигать 30-35 °С.

Паровоздушные смеси, так же как и газовоздушные, являются взрывоопасными. Их взрывоопасность характеризуется параметрами, определяющими взрывоопасность газовоздушных смесей, – энергией зажигания, температурой горения, нормальной скоростью распространения пламени и др.

***Твердые вещества.*** Пожарная опасность твердых горючих веществ и материалов характеризуется: *теплотворной способностью 1 кг вещества, температурой горения, самовоспламенения и воспламенения, скоростью выгорания и скоростью распространения горения по поверхности материалов.*

***Пыли.*** Пожаро- и взрывоопасные свойства пылей определяются концентрациями пылевоздушной смеси, наличия источника зажигания с достаточной тепловой энергией, размера пылинок и др.

Мелкие частицы твердых горючих веществ размером  $10^{-5}$  —  $10^{-7}$  см могут долгое время находиться в воздухе во взвешенном состоянии, образуя дисперсную систему – аэрозоль. Для воспламенения аэрозоли необходимо чтобы концентрация пыли в воздухе была не менее нижнего концентрационного предела воспламенения. Верхний концентрационный предел воспламенения пылевоздушной смеси в большинстве случаев является очень высоким и трудно достижимым (для торфяной пыли – 2200 г/м<sup>3</sup>, сахарной пудры – 13500 г/м<sup>3</sup>).

Тепловая энергия источника зажигания для воспламенения пылевоздушной смеси должна быть порядка нескольких МДж и более.

В зависимости от значения нижнего концентрационного предела воспламенения пыли подразделяются на *взрывоопасные* и *пожароопасные*. К

взрывоопасным относятся пыли с нижним концентрационным пределом воспламенения до  $65 \text{ г/м}^3$  (пыль серы, сахара, муки), а пожароопасным – пыли с нижним пределом воспламенения выше  $65 \text{ г/м}^3$  (табачная и древесная пыль).

Пожарную опасность веществ и материалов характеризуют и такие свойства как склонность некоторых веществ и материалов к электризации и самовозгоранию при соприкосновении с воздухом (фосфор, сернистые металлы и др.), водой (натрий, калий, карбит кальция и др.) и друг с другом (метан + хлор, азотная кислота + древесные опилки и т.д.).

Пожарная опасность негорючих веществ и материалов определяется температурой, при которой они обрабатываются, возможностью выделения искр, пламени, лучистого тепла, а также потерей несущей способности и разрушением.

#### **5.4 Категории производств по взрыво- и пожароопасности**

Взрыво- и пожароопасность производств определяется технологиями, в которых используются или могут образовываться вещества, материалы или смеси с определенными взрыво- и пожароопасными свойствами. Более высокую опасность представляют технологии, в которых используются вещества, способные образовывать взрывоопасные смеси с воздухом (горючие газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, пылевидные горючие материалы и т.п.).

Производства в зависимости от применения или хранения на них материалов и веществ по взрыво- и пожароопасности подразделяются на пять категорий: А, Б, В, Г и Д.

*К категории А* относятся взрывоопасные производства, в которых применяются горючие газы и легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более  $28^\circ\text{C}$  в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых в помещении развивается избыточное давление взрыва, превышающее  $5 \text{ кПа}$ , а также вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, при котором избыточное давление взрыва в помещении превышает  $5 \text{ кПа}$ .

*К категории Б* относятся взрывоопасные производства, в которых

применяются горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С в таком количестве, что могут образовываться взрывоопасные пыле- и паровоздушные смеси, при воспламенении которых в помещении развивается избыточное давление взрыва, превышающее 5 кПа.

*К категории В* относятся пожароопасные производства, в которых используются горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие 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 при условии, что помещения, в которых они имеются, не относятся к категории А и Б.

*К категории Г* относятся производства, в которых используются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, обработка которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

*К категории Д* относятся производства, в которых используются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Категорирование производств по пожаро- и взрывоопасности имеет исключительно важное значение, так как в значительной степени позволяет определить требования к зданию, его конструкции и планировке, организации пожарной охраны и ее техническую оснащенность, требования к режиму и эксплуатации.

## **5.5 Принципы, способы и средства обеспечения пожарной безопасности**

### **5.5.1 Пожарная безопасность объекта**

Пожарная безопасность определяется как состояние объекта, при котором максимально исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Таким образом, пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий, предотвращающих возникновение пожара и системой пожарной защиты, обеспечивающей успешную борьбу с возникшим пожаром или

последствиями взрыва.

Предотвращение пожара достигается комплексом профилактических мер, исключающих образование горючей среды, источников зажигания, поддержание температуры горючей среды ниже максимально допустимой до горючести и давления в горючей среде ниже максимально допустимого до горючести и др.

Предотвращение образования горючей среды обеспечивается регламентацией допустимых концентраций горючих газов, паров и взвесей в воздухе, а также кислорода или других окислителей.

Предотвращение образования в горючей среде источников поджигания достигается соответствующим исполнением, применением и режимом эксплуатации машин и механизмов, материалов и изделий, могущих явиться источником зажигания горючей среды, применением соответствующего электрооборудования и технологического процесса, устройством молниезащиты зданий и сооружений, регламентацией допустимой температуры нагрева поверхностей оборудования, допустимой энергией искрового разряда, ликвидацией условий для теплового, химического и микробиологического самовозгорания обращающихся веществ, материалов и изделий.

К профилактическим мерам также относятся: применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов; ограничение количества горючих веществ; предотвращение распространения пожара за пределы очага; применение конструкций объектов с регламентированными пределами огнестойкости и горючести; создание условий для эвакуации людей; применение средств защиты людей и системы противодымной защиты; применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре; организация пожарной охраны объекта и др.

Ограничение количества горючих веществ достигается регламентацией их количества (массы, объема), наличием аварийного слива, периодической очисткой помещений, коммуникаций и аппаратуры от горючих отходов, регламентацией рабочих мест, на которых используются пожароопасные вещества и др.

Изоляция горючей среды обеспечивается максимальной механизацией и автоматизацией технологических процессов, применением для пожароопасных веществ герметизированного оборудования и тары.

Предотвращение распространения пожара обеспечивается устройством противопожарных преград (стен, зон, поясов, защитных полос, занавесов и т.п.),

применением средств, предотвращающих или ограничивающих розлив и растекание жидкостей при пожаре и др.

Профилактические меры по предотвращению пожаров условно можно разделить на организационные, эксплуатационные, технические и режимные.

*Организационные мероприятия* по обеспечению пожарной безопасности включают в себя:

- организацию обучения персонала и граждан правилами пожарной безопасности;

- разработку норм и правил по пожарной безопасности, инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, поведении людей при возникновении пожара и др.

*Эксплуатационные мероприятия* предусматривают соответствующую эксплуатацию оборудования, содержание зданий и территорий.

*Технические меры* заключаются в соблюдении противопожарных норм при сооружении зданий, устройстве отопления и вентиляции, выборе и монтаже оборудования, устройстве грозозащиты и защиты от статического электричества.

*Режимные мероприятия* направлены на ограничение или запрещение разведения огня, производства электро- и газосварочных работ, а также курение в неустановленных местах и др.

### **5.5.2 Противопожарные мероприятия в системах отопления, вентиляции и в электроустановках**

Наиболее безопасными в пожарном отношении являются центральные системы отопления и воздушное калориферное отопление. Дымовые трубы котельных и другие дымоходы, из которых могут вытекать искры оборудуются искроуловителями.

Защита от распространения пламени в вентиляционных установках достигается с помощью огнепреградителей, быстродействующих заслонок, отсекателей и т.п. Действие огнепреградителей основано на том, что струя горючей смеси разбивается на большое число струек с таким малым диаметром, при котором пламя взрыва распространяться не может.

Для обеспечения взрывопожарной безопасности во взрывоопасных средах (взрывоопасных помещениях и около взрывоопасных наружных установок) применяется только *взрывозащищенное электрооборудование*.

Взрывозащищенное электрооборудование делится на взрывонепроницаемое, повышенной надежности против взрыва, маслonaкопленное, продуваемое, искробезопасное, специальное и др.

*Во взрывонепроницаемом электрооборудовании* его оболочки могут выдерживать наибольшее давление взрыва при попадании внутрь оболочек горючих газов, паров и пыли, а также не допускает передачи взрыва во внешнюю среду.

*В оборудовании повышенной надежности против взрыва* исключается возможность искрения, возникновения электрической дуги и опасных температур нагрева.

*В маслonaтопленном оборудовании* искрящиеся и неискрящиеся части погружаются в масло таким образом, чтобы не было соприкосновения этих частей со взрывоопасной средой.

*Продуваемое* под избыточным давлением электрооборудование помещается в плотно закрытую оболочку, продуваемую чистым воздухом, что исключает его соприкосновение со взрывоопасной средой.

*В специальном оборудовании* используются такие принципы, как применение избыточного давления воздуха или инертного газа без продувки, заполнение оболочки для токоведущих частей эпоксидными смолами, кварцевым песком и т.п.

Для исключения пожарной опасности электрических светильников и осветительных установок их выбор производится исходя из условий эксплуатации. Лампы накаливания в пожарном отношении более опасны (температура поверхности достигает 500°C), чем газоразрядные лампы (40-50 °C). Светильники могут быть открытые, защищенные (лампы закрыты стеклянным колпаком), пыленепроницаемые и взрывозащищенные.

### **5.5.3 Пожарная сигнализация**

Пожарная сигнализация применяется для своевременного оповещения о времени и месте пожара и принятия мер по его ликвидации.

Системы пожарной сигнализации состоят из пожарных извещателей (датчиков), линий связи, приемной станции, откуда сигнал о пожаре может передаваться в помещения пожарных команд и т.п.

Электрическая пожарная сигнализация в зависимости от схемы

соединения извещателей с приемной станцией подразделяется на лучевую и кольцевую или шлейфную.

При лучевой схеме от приемной станции к каждому извещателю подводится отдельная проводка, называемая лучом.

При кольцевой (шлейфной) схеме все извещатели подсоединяются последовательно в один общий провод, оба конца которого подводятся к приемной станции. На крупных объектах в приемную станцию может включаться несколько таких проводов или шлейфов, а в один шлейф может быть включено до 50 извещателей.

Пожарные извещатели могут быть ручные (кнопки, установленные в коридорах или лестничных клетках) и автоматические, которые преобразуют неэлектрические физические величины (излучение тепловой и световой энергии, движение частиц дыма и др.) в электрические сигналы определенной формы, передаваемые по проводам на приемную станцию.

Извещатели подразделяются на параметрические, в которых неэлектрические величины преобразуются в электрические, и генераторные, в которых изменение неэлектрической величины вызывает появление собственной электродвижущей силы (ЭДС).

По принципу действия извещатели могут быть тепловые (биметаллические, термопарные, полупроводниковые и др.), световые, дымовые, ультразвуковые, комбинированные и т.п.

#### ***5.5.4 Противопожарные мероприятия в зданиях и на территории предприятий***

Пожарная безопасность зданий и сооружений в значительной мере определяется возгораемостью строительных материалов и конструкций, размерами зданий, их расположением, а также огнестойкостью.

По возгораемости строительные конструкции подразделяются на негорючие, которые под воздействием огня или высоких температур не возгораются и не обугливаются (бетон, кирпич, металлы); трудногорючие, которые способны возгораться и продолжать гореть только при постоянном воздействии постороннего источника зажигания (древесина, пропитанная или покрытая огнезащитным составом); горючие, которые способны самостоятельно гореть после удаления источника зажигания (лесоматериалы, битум и др.).

К числу основных характеристик строительных конструкций относится

огнестойкость и размеры распространения по строительным конструкциям огня.

Огнестойкость определяется как способность строительных конструкций сопротивляться воздействию высокой температуры в условиях пожара и выполнять при этом свои обычные эксплуатационные функции. Время, по истечении которого конструкция теряет несущую или ограждающую способность, называется пределом огнестойкости и измеряется в часах от начала испытания до возникновения в конструкции одного из следующих признаков:

- образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые проникают продукты горения или пламя;
- повышенная температура на необогреваемой поверхности конструкции в среднем более чем на 140 °С;
- потеря конструкцией несущей способности.

Пределы распространения огня по строительным конструкциям определяют размеры повреждения конструкции в сантиметрах, вследствие ее горения за пределами зоны нагрева.

К противопожарным мероприятиям на промышленных предприятиях и в зданиях, применяемых с целью ограничения распространения и расширения пожара, относятся: зонирование территории предприятия; устройство противопожарных разрывов; устройство различных противопожарных преград (брандмауэры, перегородки, двери, ворота, люки, тамбуры, шлюзы, противопожарные зоны, водяные завесы и др.).

Зонирование территории предполагает группирование производственных объектов предприятия, родственных по функциональному назначению и признаку пожарной опасности в отдельные комплексы. С учетом рельефа местности и розы ветров объекты с повышенной пожарной опасностью располагают с подветренной стороны по отношению к объектам с меньшей пожарной опасностью.

Противопожарные разрывы между зданиями устанавливаются для предупреждения распространения пожара с одного здания на другое. При их определении учитывают степень огнестойкости зданий.

Противопожарная преграда в виде брандмауэра представляет собой глухую негорючую стену с пределом огнестойкости не менее 2,5 ч, пересекающую здание вдоль или поперек.

Брандмауэр устанавливается на фундамент здания и возвышается над кровлей, препятствуя распространению огня при пожаре.

Противопожарные зоны устраивают в тех случаях, когда по каким-либо

причинам устройство брандмауэра невозможно. Она представляет собой негорючую полосу покрытия шириной 6 м, пересекающую здание по всей длине или ширине. Предел огнестойкости несущих конструкций противопожарных зон должен составлять 4 ч, а перекрытий — 2ч.

При проектировании зданий предусматриваются пути эвакуации людей: эвакуационные выходы, пожарные лестницы, огнестойкие лестничные клетки, специальные балконы, площадки и переходы.

Для удаления дыма и газов из горящих помещений предусматриваются специальные дымовые люки, которые устанавливаются в подвальных помещениях, в перекрытиях складских и бесфонарных производственных зданиях.

#### **5.5.5 Способы тушения пожаров. Огнетушащие вещества.**

Прекращение горения при пожарах может быть достигнуто путем прекращения поступления в зону горения кислорода воздуха и горючих веществ или снижения их поступления до значений, при которых горение не происходит, охлаждения зоны горения ниже температуры самовоспламенения или понижения температуры горючего вещества ниже температуры воспламенения, разбавления реагирующих веществ (горючей смеси) негорючими веществами, механического срыва пламени в результате воздействия на него сильной струи воды или газа.

**Огнегасительные вещества.** Наиболее распространенным и высокоэффективным огнегасительным веществом, применяемым для тушения пожаров, является вода. Ее высокие огнегасительные качества обусловлены большой теплоемкостью, значительным увеличением объема парообразования и высокой термической стойкостью. Один литр воды при испарении поглощает из зоны горения более 2,5 кДж тепла, образуя при этом около 1700 л пара.

Огнегасительный эффект воды достигается охлаждающим действием, разбавлением горючей среды образующимися при испарении парами и механическим воздействием на горящее вещество и срывом пламени. Вода не может использоваться для тушения нефтепродуктов и других горючих жидкостей (ЛВЖ, ГЖ) с плотностью меньше единицы (бензин, керосин, эфир, ацетон, спирты, масла и др.), так как они всплывают на ее поверхность, продолжают гореть и,

растекаясь, увеличивают горящую поверхность. Водой нельзя тушить электросети и другие электрические установки, находящиеся под напряжением. Для этих целей вода может применяться в распыленном виде с применением электрозащитных изолирующих (основных и дополнительных) средств. Воду нельзя применять и для тушения металлического калия и натрия, карбита кальция, так как при соприкосновении с водой они воспламеняются или реагируют с выделением взрывоопасных газов.

Для тушения жидких, твердых и газообразных веществ, особенно при тушении пожара в закрытых помещениях небольшого объема (до 500 м<sup>3</sup>) и в условиях открытого горения на небольших площадях, используется водяной пар.

Для тушения пожаров широко используются газы: углекислый газ, азот, газы или легкоиспаряющиеся жидкости на основе галоидированных углеводородов и др.

Углекислый газ в сжиженном состоянии (в баллонах) может применяться для тушения в снегообразном состоянии в виде хлопьев с температурой около -70 °С, а также в газообразном состоянии (в этом случае он применяется в закрытых помещениях). При использовании углекислого газа необходимо применять защиту органов дыхания, так как его концентрация в помещении составляет 30% и более, что может вызвать отравление.

Применение азота и других газов (аргон, гелий, дымовые и отработанные газы) для тушения пожара наиболее эффективно в закрытых помещениях. Инертные газы снижают концентрацию кислорода в воздухе и уменьшают тепловой эффект реакции за счет потерь тепла на нагревание. Огнегасительная концентрация газов составляет 31—36% по объему.

Применение галоидированных углеводородов в газообразном виде или в виде легкоиспаряющихся жидкостей позволяет значительно замедлять реакцию горения. В связи с этим их называют ингибиторами, флегматизаторами или антикатализаторами. Наиболее широко применяемыми являются составы на основе галоидированных углеводородов (97% бромэтила и 3% двуокиси углерода или 70% бромэтила и 30% двуокиси углерода и др.) Указанные составы применяются для тушения твердых горючих веществ и материалов (кроме щелочных металлов и металлоорганических соединений). Продукты распада галоидированных углеводородов токсичны.

Широкое применение для тушения ЛВЖ, ГЖ и твердых горючих веществ и материалов получили химические и воздушно-механические пены.

Химические пены образуются при взаимодействии серной кислоты или раствора ее солей с растворами солей угольной кислоты в присутствии пенообразователя.

Для тушения крупных пожаров используют пеногенераторные порошки ПГП и ПГПС. ПГП состоит из щелочной части (двууглекислая сода), кислотной части (сернокислый аммоний) и пенообразователя.

Воздушно-механическая пена образуется с помощью специальной пенообразующей аппаратуры и представляет собой смесь воздуха и 4—6% водных растворов пенообразователей (ПО-1, ПО-6, ПО-11 и др.). Воздушно-механическая пена широко применяется для тушения нефтепродуктов.

Широко применяются для тушения пожаров (несмотря на высокую стоимость и сложность в эксплуатации и хранении) порошковые составы на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия. Они являются единственным средством тушения щелочных металлов и металлоорганических соединений (кроме песка, земли и флюсов).

Порошковые составы и продукты их разложения не опасны для здоровья людей; они не оказывают коррозионного воздействия на металлы, защищают людей, производящих тушение, от тепловой радиации.

Для тушения небольших горящих поверхностей применяются различного рода покрывала (асбестовые полотна, брезент, кошма и др.), а также сухой, чистый и просеянный песок. При забрасывании им горящего предмета происходит поглощение тепла и изоляция горячей поверхности от кислорода воздуха.

### ***5.5.6 Противопожарное водоснабжение.***

#### ***Автоматическое тушение пожаров***

Для подачи воды на тушение пожаров используют противопожарные водопроводы, устраиваемые на промышленных предприятиях и в населенных пунктах.

Для наружного тушения пожара вода чаще всего подается при помощи насосов, установленных на пожарных автомобилях. При этом забор воды

осуществляется либо из открытых водоемов, либо из пожарных гидрантов, установленных на наружных водопроводных сетях.

Для обеспечения тушения пожаров (в начале его возникновения) в большинстве производственных и общественных зданий, а также в жилых домах высотой 12 этажей и выше на внутренней водопроводной сети устанавливаются пожарные краны в коридорах или лестничных клетках на высоте 135 см от уровня пола. К пожарному крану присоединяют пожарный рукав длиной 10 или 20 м, который заканчивается пожарным стволом. Производительность струи пожарного крана должна быть не менее 2,5 л/с (в течение не менее 3 ч).

Наружный пожарный водопровод устанавливается на расстоянии 5 м от зданий вдоль дорог. Через каждые 100 м устанавливаются краны-гидранты, к которым при пожаре присоединяют гибкие рукава с брандспойтами.

Внутренний пожарный водопровод питается от сети наружного.

Наиболее эффективным способом тушения пожаров является применение устройств и установок для автоматического тушения.

В зависимости от используемых средств тушения эти установки бывают: водяного тушения (спринклерные и дренчерные); водо-пенного тушения (воздушно-механическая и химическая пена); газового тушения (двуокись углерода, азот, негорючие газы с добавками); порошкового тушения (составы ПС и СИ); комбинированные, использующие несколько огнегасительных веществ.

Наибольшее распространение получили установки водяного тушения пожаров — спринклерные и дренчерные.

Спринклерная установка (рис. 5.1) состоит из источника водоснабжения, насосов, контрольно-сигнального клапана, магистральных и распределительных трубопроводов, спринклерных головок. Спринклерные головки ввертываются в трубопроводы, которые размещаются под потолком помещения, из условия орошения одним спринклером 9—12 м<sup>2</sup> площади пола. Выходное отверстие в спринклерной головке обычно закрыто клапаном и заперто легкоплавким замком. При повышении температуры до 72 °С легкоплавкий замок раскрывается, клапан выбрасывается и вода разбрызгивается, ударяясь о дефлектор.

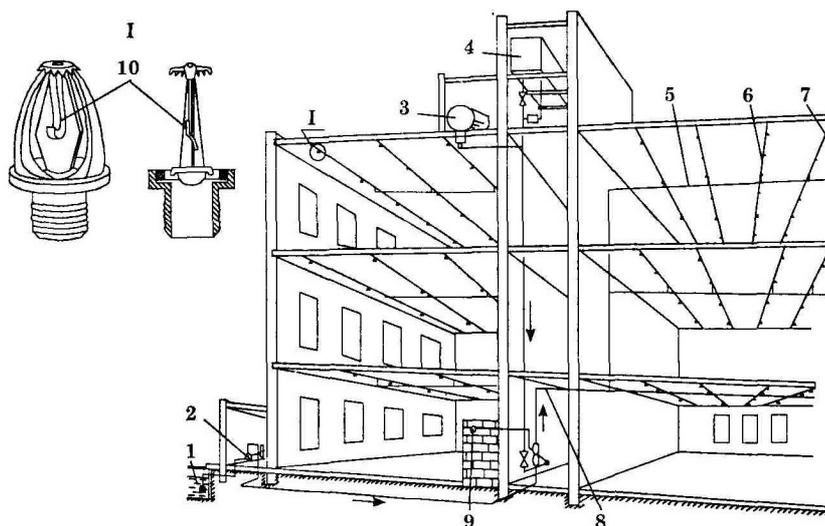


Рис. 5.1. Общая схема спринклерной установки водяной системы: 1 – резервуар; 2 – основной водопитатель (насос); 3 – автоматический водопитатель (пневматический бак); 4 – автоматический водопитатель (водонапорный бак); 5 – второстепенная магистраль; 6 – распределительный рядок; 7 – спринклерная головка; 8 – главная питающая магистраль; 9 – сигнальная турбина; 10 – легкоплавкий замок

Таким образом, в спринклерной головке совмещены датчики и приспособления для выбрасывания и распыления воды. Распределительные трубопроводы спринклерной установки в обычном состоянии заполнены водой под давлением, которое создает автоматический водопитатель. Как только откроется при пожаре хотя бы один спринклер, в результате движения воды по трубопроводу срабатывает контрольно-сигнальный клапан и подается сигнал о пожаре в виде колокола или электросигнала.

В спринклерных установках вскрывается лишь такое количество головок, которое оказалось в зоне высокой температуры.

В ряде случаев возникает необходимость подать воду сразу по всей площади помещения при помощи дренчерных установок группового действия. На трубопроводах, монтируемых под перекрытием, устанавливаются дренчерные головки, которые напоминают спринклерные, но без замков, с открытыми отверстиями. В обычное время выход воды в сеть закрыт клапаном группового действия.

Установка приводится в действие автоматически с помощью побудительных трубопроводов со спринклером либо с помощью натяжных тросов с легкоплавкими замками или же вручную открыванием крана. При вскрытии одного из этих устройств происходит падение давления в надклапанной камере, клапан вскрывается и вода поступает в сеть труб и выливается через дренчеры.

Кроме дренчерных установок группового действия, применяются

дренчерные завесы для защиты проемов в противопожарных стенах, противопожарных занавесов в театрах.

В последнее время находят применение спринклерные и дренчерные установки, в которых вместо воды применяется раствор пенообразования, а обычные спринклеры и дренчеры заменены пенными (рис. 5.2).

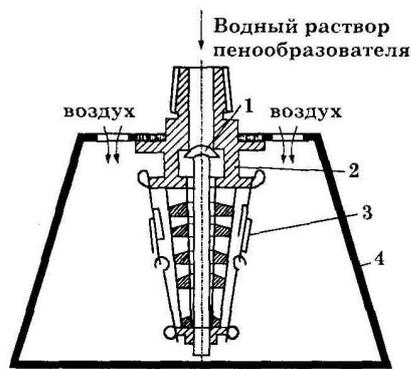


Рис. 5.2. Пенный спринклер: 1 – клапан с упорным стержнем; 2 – распылитель; 3 – легкоплавкий замок; 4 – кожух

В обычное время клапан спринклера закрывает выход водному раствору пенообразователя и удерживается в этом положении двумя замками с легкоплавким припоем. При расплавлении замка клапан отбрасывается и раствор выходит из насадки и разбрызгивается от отражающих плоскостей распылителя. Воздух подсасывается через отверстие в кожухе и смешивается с раствором, в результате чего образуется воздушно-механическая пена.

В обычное время клапан спринклера закрывает выход водному раствору пенообразователя и удерживается в этом положении двумя замками с легкоплавким припоем. При расплавлении замка клапан отбрасывается и раствор выходит из насадки и разбрызгивается от отражающих плоскостей распылителя. Воздух подсасывается через отверстие в кожухе и смешивается с раствором, в результате чего образуется воздушно-механическая пена.

### 5.5.7 Средства пожаротушения

Средства пожаротушения подразделяются на первичные, стационарные и передвижные.

К первичным средствам относятся огнетушители, гидромомпы (поршневые насосы), ведра, бочки с водой, ящики с песком, асбестовые полотна, войлочные маты, кошмы и т.п.

Огнетушители бывают химические пенные (ОХП-10, ОП-5, ОХПВ-10 и др.), воздушно-пенные (ОВП-5, ОВП-10), углекислотные (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8), углекислотно-бромэтиловые (ОУБ-3, ОУБ-7), порошковые (ОПС-6, ОПС-10) и др.

Химические пенные огнетушители типа ОХП-10, ОХВП-10 состоят из стального баллона, в котором находятся щелочной раствор и полиэтиленовый стакан с кислотным раствором. Приведение огнетушителя в действие производится поворотом вверх до отказа рукоятки, которая открывает стакан с кислотным раствором. Огнетушитель переворачивают вверх дном, растворы

смешиваются и начинают взаимодействовать. Химическая реакция сопровождается выделением углекислого газа, который создает в баллоне избыточное давление. Под действием давления образующаяся пена впрыскивается в зону горения.

Химические пенные огнетушители типа ОП-3 или ОП-5 приводятся в действие ударом бойка ударника о твердое основание. При этом разбиваются стеклянные колбы, серная кислота выливается в баллон и вступает в химическую реакцию со щелочью. Образующийся углекислый газ в результате реакции вызывает интенсивное вспенивание жидкости и создает в баллоне давление порядка 9 – 12 атмосфер, благодаря чему жидкость в виде струи пены выбрасывается из баллона через сопло.

Продолжительность действия химических пенных огнетушителей порядка 60 – 65 с, а радиус действия до 8 м.

Воздушно-пенные огнетушители (ОВП-5, ОВП-10) заряжаются 5%-ным водным раствором пенообразователя ПО-1. При приведении в действие огнетушителя сжатая двуокись углерода выбрасывает раствор пенообразователя через пенный насадок, образуя струю высокократной пены.

Продолжительность действия воздушно-пенных огнетушителей до 20 с, дальность действия пены порядка 4 – 4,5 м.

Углекислотные огнетушители состоят из баллона с углекислотой, запорно-пускового вентиля, сифонной трубки, гибкого металлического шланга, диффузора (раструба-снегообразователя), рукоятки и предохранителя. Запорный вентиль имеет предохранительное устройство в виде мембраны, которое срабатывает при повышении давления в баллоне сверх допустимого. Газ в баллоне находится под давлением порядка 70 атмосфер (6 – 7 МПа) в жидком состоянии. Огнетушители приводятся в действие при вращении запорного вентиля против часовой стрелки. При открытии вентиля углекислый газ выходит наружу в виде снега. При повышении окружающей температуры давление в баллоне может достигать 180 – 210 атмосфер ( $180 - 210 \cdot 10^5$  Па).

Время действия углекислотных огнетушителей до 60 с, а дальность – до 2м.

Углекислотно-бромэтиловый огнетушитель (ОУБ-7) состоит из баллона, заполненного бромистым этилом, двуокисью углерода, а также сжатым воздухом для выбрасывания огнегасящего вещества через сопло. Время действия ОУБ-7 порядка 35 – 40 с, длина струи 5 – 6 м. ОУБ-7 приводится в действие нажатием

пусковой рукоятки. Работу огнетушителя можно прекратить, отпустив рукоятку.

Порошковые огнетушители (ОПС-6, ОПС-10) состоят из корпуса емкостью 6 или 10 л, крышки с предохранительным клапаном и сифонной трубкой, баллончика для газа емкостью 0,7 л, соединенного с корпусом при помощи патрубка, гибкого шланга с удлинителем и раструбом.

При приведении огнетушителя в действие порошок из его корпуса через сифонную трубку выталкивается сжатым газом, который давит на массу порошка сверху, проходит через его толщину и вместе с порошком выходит наружу.

Время действия порошковых огнетушителей – 30 с, рабочее давление  $8 \cdot 10^5$  Па, а начальное давление в газовом баллончике  $15 \cdot 10^6$  Па.

Стационарные противопожарные установки представляют собой неподвижно смонтированные аппараты, трубопроводы и оборудование, которые предназначены для подачи огнегасительных веществ в зону горения.

Передвижные установки в виде насосов для подачи воды и других огнегасительных веществ к месту пожара монтируются на пожарных машинах. К пожарным машинам относятся пожарные автомобили, автоцистерны, автонасосы, мотопомпы, пожарные поезда, теплоходы и др.

### **5.5.8 Организация пожарной охраны**

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности на предприятии возлагается на руководителя предприятия и руководителей структурных подразделений.

Администрация предприятия или наниматель обязаны:

- обеспечить полное и своевременное выполнение правил пожарной безопасности и противопожарных требований строительных норм при проектировании, строительстве и эксплуатации подведомственных им объектов;
- организовать на предприятии пожарную охрану, добровольную пожарную дружину и пожарно-техническую комиссию;
- предусматривать необходимые средства на содержание пожарной охраны, приобретение средств пожаротушения;
- назначать лиц, ответственных за пожарную безопасность в структурных подразделениях.

Инженерно-технические работники, ответственные за пожарную безопасность в подразделении, обязаны знать пожарную опасность

технологического процесса, выполнять правила и требования противопожарного режима, установленного на предприятии, следить за их соблюдением рабочими и служащими.

На предприятиях со всеми вновь поступающими на работу должен проводиться противопожарный инструктаж, а на производстве с повышенной пожарной опасностью, кроме этого, занятия по пожарно-техническому минимуму.

Для каждого производства или объекта на основе типовых правил пожарной безопасности промышленных предприятий должны разрабатываться противопожарные инструкции.

Вся профилактическая работа в области пожарной безопасности на предприятии возлагается на пожарно-техническую комиссию, которая на основании анализа состояния противопожарного режима, выявления технологических нарушений и недостатков разрабатывает противопожарные мероприятия.

Руководство в области пожарной безопасности в Республике Беларусь осуществляется Министерством по чрезвычайным ситуациям (МЧС) через областные управления и местные органы.

На МЧС возложены функции республиканского органа государственного управления, осуществляющего управление деятельностью по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечению пожарной, промышленной и радиационной безопасности.

Кроме центрального органа МЧС в систему органов и подразделений включены областные и Минское городское управление МЧС, городские и районные отделы по чрезвычайным ситуациям, пожарные аварийно-спасательные отряды и др.

Структура МЧС включает в себя органы государственного пожарного надзора, департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике, возглавляющий систему органов государственного надзора.

В настоящее время правовую основу системы пожарной безопасности и государственного пожарного надзора в Республике Беларусь (РБ) определяет закон «О пожарной безопасности» (1993 г.). Важным документом в обеспечении пожарной безопасности в Республике является принятая в 2002 г. «Государственная программа по предупреждению гибели и травматизма людей при возникновении пожаров и других чрезвычайных ситуаций».

Все организаторские, контрольные и административные функции руководящих органов сводятся, в основном, к следующему:

- разработке и согласованию противопожарных норм, правил, технических условий для вновь строящихся и реконструируемых объектов различного назначения, а также правил пожарной безопасности действующих объектов;

- контролю за соблюдением проектными организациями противопожарных норм, технических условий и правил при проектировании новых и реконструкции существующих объектов, зданий и сооружений;

- надзору за противопожарным состоянием действующих хозяйственных объектов, жилых и общественных зданий и соблюдением в них должного противопожарного режима;

- учету и анализу причин пожаров;

- пропаганде противопожарной профилактики;

- административной работе и дознанию.

Органы пожарного надзора вправе налагать штрафы на нарушителей противопожарного режима; проводить необходимые действия в качестве органов дознания для выявления виновников пожара или виновных в неудовлетворительном противопожарном состоянии объекта; вправе приостанавливать частично или полностью деятельность объектов, находящихся в пожароугрожающем состоянии.

## **РАЗДЕЛ 6**

### **ПЕРВАЯ ДОВРАЧЕБНАЯ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ**

---

---

#### **6.1. Общие принципы оказания первой помощи пострадавшим**

Первая доврачебная помощь пострадавшему имеет важное значение для спасения жизни и последующего восстановления здоровья человека.

Первая помощь – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или сохранение жизни и здоровья пострадавшего, осуществляемых не медицинскими работниками или самим пострадавшим. Одним из важнейших положений оказания первой помощи является ее срочность: чем быстрее она оказана, тем больше надежды на благоприятный исход.

Каждый работник должен уметь и при необходимости оказать помощь так же квалифицированно, как выполнять свои профессиональные обязанности, поэтому требования к умению оказывать первую помощь и профессиональным навыкам должны быть одинаковыми.

Оказывающий помощь должен знать: основные признаки нарушения жизненно важных функций организма человека; общие принципы оказания первой помощи и ее приемы применительно к характеру полученного пострадавшим повреждения; основные способы переноски и эвакуации пострадавших.

Оказывающий помощь должен уметь: оценивать состояние пострадавшего и определять, в какой помощи в первую очередь он нуждается; обеспечивать свободную проходимость верхних дыхательных путей; выполнять искусственное дыхание «изо рта в рот» («изо рта в нос») и закрытый массаж сердца и оценивать их эффективность; временно останавливать кровотечение путем наложения жгута, давящей повязки, пальцевого прижатия сосуда; накладывать повязку при повреждении (ранении, ожоге, обморожении, ушибе); иммобилизовать поврежденную часть тела при переломе костей, тяжелом ушибе, термическом поражении; использовать подручные средства при переноске, погрузке и транспортировке пострадавших; определять целесообразность вывоза пострадавшего машиной скорой помощи или попутным транспортом; пользоваться аптечкой первой помощи.

Последовательность оказания первой помощи:

— устранить воздействие на организм повреждающих факторов, угрожающих здоровью и жизни пострадавшего (освободить от действия электрического тока, вынести из опасной зоны, погасить горящую одежду, извлечь из воды и т.д.), оценить состояние пострадавшего;

— определить характер и тяжесть травмы, наибольшую угрозу для жизни пострадавшего и последовательность мероприятий по его спасению;

— выполнить необходимые мероприятия по спасению пострадавшего в порядке срочности (восстановить проходимость дыхательных путей, провести искусственное дыхание, закрытый массаж сердца; остановить кровотечение; иммобилизовать место перелома; наложить повязку и т.п.);

— вызвать скорую медицинскую помощь или врача либо принять меры для транспортировки пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

## 6.2. Освобождение пострадавшего от действия тока

Так как исход поражения электрическим током зависит от длительности его действия, прекращение воздействия тока имеет решающее значение. При поражении электрическим током человек нередко самостоятельно не может освободиться от его действия и покинуть опасную зону.

Освобождение пострадавшего от действия тока может быть осуществлено несколькими способами. Наиболее простой и верный – быстрое отключение с помощью выключателя или рубильника того участка сети или установки, к которому прикоснулся человек (рис. 6.1.).



Рис. 6.1. Освобождение пострадавшего от действия электрического тока путем быстрого отключения рубильника.

При этом необходимо учитывать следующее:

1. В случае нахождения пострадавшего на высоте отключение установки и освобождение пострадавшего от воздействия электрического тока может привести к его падению, в этом случае должны быть приняты меры, предупреждающие падение пострадавшего.

2. При отключении установки может одновременно отключиться и электрическое освещение, в связи с чем требуется предусмотреть наличие другого источника – аварийное освещение, фонарь, свечи и т.п. При невозможности быстрого отключения (удаленность, недоступность выключателя и т.п.) необходимо принять другие меры освобождения пострадавшего от действия тока. В некоторых случаях можно прервать цепь тока через пострадавшего, перерубив провода или вызвав автоматическое отключение установки, оттянуть пострадавшего от токоведущих частей, которых он касается, и т.д. Эти меры зависят от напряжения электроустановки, наличия подходящих для этой цели приспособлений и предметов и, наконец, умения и находчивости оказывающих помощь.

Во всех случаях оказывающий помощь должен следить за тем, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью или с телом пострадавшего.

При напряжении до 1000 В в некоторых случаях можно перерубить провода топором с деревянной сухой рукояткой (каждый провод в отдельности) или перекусить их инструментом с изолированными рукоятками (рис. 6.2.).

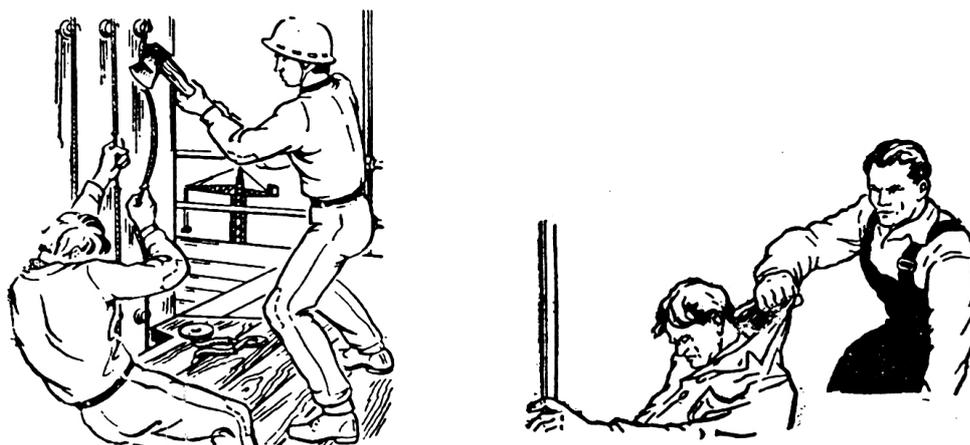


Рис. 6.2. Приемы освобождения пострадавшего от действия электрического тока.

Можно использовать и обычный инструмент, изолировав рукоятки. Можно оттянуть пострадавшего от токоведущих частей, взявшись за одежду, если она сухая и отстает от тела, например, за полы пиджака, пальто и т.п. (рис. 6.2.).

Рекомендуется действовать одной рукой, держа вторую руку в кармане или за спиной. При необходимости прикосновения к телу пострадавшего надо надеть, если имеются, на руки диэлектрические перчатки или обмотать их сухой тканью, шарфом, платком или опустить на руки рукава пиджака или пальто и пр. Кроме того, для изоляции своих рук можно накинуть на пострадавшего резиновый коврик или просто сухую ткань. Для изоляции себя от земли или токопроводящего пола оказывающий помощь может надеть резиновые сапоги или встать на сухую доску, сухую ткань, сверток одежды и др.

Можно отбросить провод, которого касается пострадавший, пользуясь сухой деревянной палкой, доской или другими, не проводящими электрический ток предметами (рис. 6.3.).

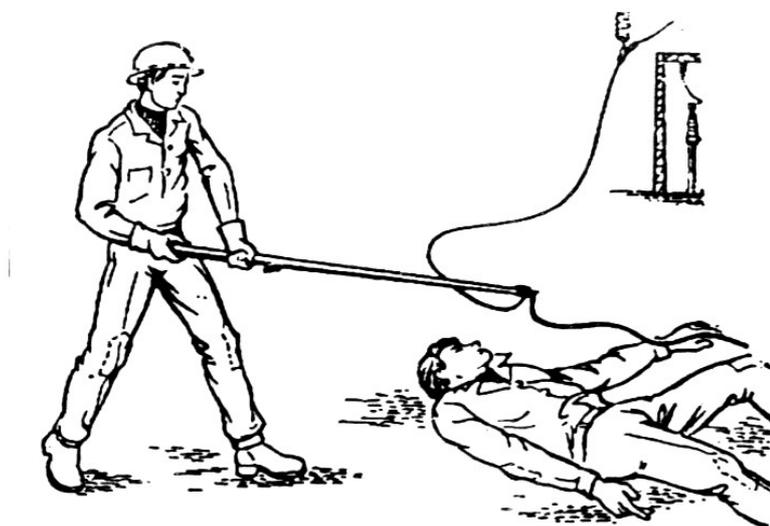


Рис. 6.3. Отсоединение провода, находящегося под напряжением от тела пострадавшего.

### **6.3. Выявление состояния пострадавшего, характера повреждения, признаков жизни и смерти**

Прежде чем приступить к оказанию помощи, надо выяснить причину и характер повреждений, полученных пострадавшим, степень тяжести состояния пострадавшего и только после этого остановить кровотечение, провести искусственное дыхание, наружный массаж сердца, наложить повязку и т. д. Если неясно, что надо предпринимать, необходимо как можно быстрее направить пострадавшего в лечебное учреждение.

Для определения состояния пострадавшего необходимо уложить его на спину и проверить наличие дыхания и пульса.

Наличие дыхания у пострадавшего определяется на глаз по подъему и опусканию грудной клетки во время самостоятельного вдоха и выдоха

пострадавшего. Дыхание также можно определить по движению губ, по запотеванию зеркала или какого-то гладкого блестящего предмета или по движению волокон кусочка ваты, поднесенного ко рту. Никакой тщательной проверки для обнаружения слабого или поверхностного дыхания производить не требуется, поскольку эти уточнения малополезны при оказании помощи пострадавшему и в то же время требуют много времени, что совершенно недопустимо в таких условиях. Нормальное дыхание характеризуется четкими и ритмичными подъемами и опусканиями грудной клетки. В таком состоянии пострадавший не нуждается в искусственном дыхании. Нарушенное дыхание характеризуется нечеткими или неритмичными подъемами грудной клетки при вдохах, редкими, как бы хватающими воздух вдохами или отсутствием видимых на глаз дыхательных движений грудной клетки. Все эти случаи расстройства дыхания приводят к тому, что кровь в легких недостаточно насыщается кислородом, в результате чего наступает кислородное голодание тканей и органов пострадавшего. Поэтому во всех этих случаях пострадавший нуждается в искусственном дыхании.

Проверка наличия пульса у пострадавшего оказывается несколько труднее, чем проверка дыхания. Пульс – это ритмичные колебания стенок кровеносных сосудов, обусловленные движением по ним крови за счет работы сердца. Поэтому наличие пульса свидетельствует о наличии в организме кровообращения, т. е. о работе сердца. Пульс проверяют по руке на лучевой артерии примерно у основания большого пальца. Если на лучевой артерии пульс не обнаруживается, его следует проверить на шее по сонной артерии с правой и левой стороны выступа щитовидного хряща – адова яблочка (рис. 6.4.).

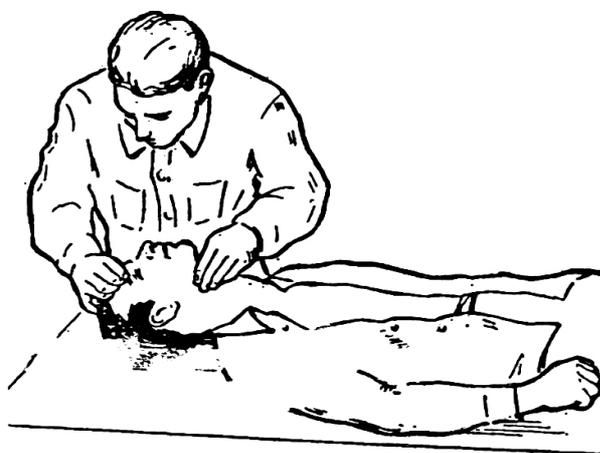


Рис. 6.4. Проверка наличия пульса у пострадавшего.

Отсутствие пульса и на сонной артерии свидетельствует, как правило, о прекращении работы сердца. Об отсутствии кровообращения в организме можно судить по состоянию зрачка, который в этом случае расширен и не реагирует на свет, что можно проверить, заслоня ладонью его глаза от дневного света и резко отдергивая их.

Проверка состояния пострадавшего, включая придание его телу соответствующего положения, проверку дыхания, пульса и состояния зрачка, должна производиться быстро – не более 15...20 с.

Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке или в состоянии шока, необходимо его удобно уложить на сухую подстилку, накрыть сверху чем-либо из одежды, удалить из помещения лишних людей. До прибытия врача, который должен быть вызван немедленно, необходимо обеспечить пострадавшему полный покой, непрерывно наблюдая за его дыханием и пульсом. Ни в коем случае

нельзя позволять пострадавшему двигаться, а тем более продолжать работу, даже если он чувствует себя хорошо и не имеет видимых повреждений. Дело в том, что отрицательное воздействие некоторых поражающих факторов, особенно электрического тока, на человека может сказаться не сразу, а спустя некоторое время – через несколько минут, часов и даже дней. Так, у человека, подвергнувшегося воздействию тока, может через несколько минут наступить резкое ухудшение, и даже прекращение работы сердца или могут проявиться иные опасные симптомы поражения. Зарегистрированы случаи, когда резкое ухудшение состояния здоровья, приводившее иногда к смерти пострадавшего, наступало через несколько дней после освобождения его от действия тока, в течение которых он субъективно чувствовал себя хорошо и не имел внешних повреждений. Поэтому только врач может правильно оценить состояние здоровья пострадавшего и решить вопрос о помощи, которую нужно оказать ему на месте, а также о дальнейшем его лечении.

В случае невозможности быстро вызвать врача пострадавшего срочно доставляют в лечебное учреждение на носилках или транспортом.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, с сохранившимися устойчивыми дыханием и пульсом, то его следует удобно уложить на подстилку, расстегнуть одежду и пояс, обеспечить приток свежего воздуха и принять меры к приведению его в сознание – поднести к носу вату, смоченную нашатырным спиртом, обрызгать лицо холодной водой, растереть и

согреть тело. Пострадавшему следует обеспечить полный покой, удалив посторонних людей из помещения, и непрерывное наблюдение за его состоянием до прибытия врача.

Если пострадавший плохо дышит – редко, судорожно, как бы с всхлипыванием или если дыхание пострадавшего постепенно ухудшается, в то время как во всех этих случаях продолжается нормальная работа сердца, необходимо делать искусственное дыхание.

При отсутствии признаков жизни, т.е. когда у пострадавшего отсутствуют дыхание, сердцебиение и пульс, а болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет, надо считать пострадавшего в состоянии клинической смерти и немедленно приступить к его оживлению, т.е. к искусственному дыханию и массажу сердца. Никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мертвым из-за отсутствия дыхания, сердцебиения и других признаков жизни.

Признать человека мертвым можно только при явно видимых смертельных повреждениях, например в случае раздробления черепа при падении или при обгорании всего тела. В других случаях констатировать смерть имеет право только врач. Опыт показывает, что своевременное и правильное оказание первой медицинской помощи человеку, находящемуся в состоянии клинической смерти, как правило, приводит к положительному результату – оживлению находящегося в состоянии клинической смерти. Следует подчеркнуть, что попытки оживления эффективны, только если с момента остановки сердца прошло не более 4-5 мин. Практике известны случаи, когда лица, находившиеся в состоянии клинической смерти, после принятия соответствующих мер выздоравливали и возвращались к обычной работе. Часто оживление людей достигается в результате своевременной и квалифицированной доврачебной помощи. В более тяжелых случаях эта помощь обеспечивает сохранение жизнеспособности организма мнимоумершего до момента прибытия врача, который может применить эффективные меры оживления. В этих случаях доврачебная медицинская помощь должна оказываться непрерывно, даже тогда, когда время исчисляется часами.

Решение о бесполезности дальнейших мероприятий по оживлению человека, находящегося в состоянии клинической смерти, и заключение об истинной (биологической) смерти имеет право вынести только врач.

Достоверными признаками необратимой смерти являются трупные пятна, окоченение, охлаждение тела до температуры окружающей среды и др.

Нередко только незамедлительная доставка пострадавшего в медпункт или больницу может сохранить ему жизнь. При транспортировке в полной мере надо использовать подручные материалы и импровизированные способы переноски. Переносить больных на значительное расстояние трудно и поэтому лучше всего это могут сделать несколько человек. При оказании первой помощи надо помнить некоторые правила поднимания пострадавшего и укладывания его на носилки. Следует расположиться с одной стороны от пострадавшего, опуститься на колено и подвести руки: один под голову, шею и спину; другой – под его таз и ноги. Затем разогнуться и поднять пострадавшего на руки, стараясь держать его в горизонтальном положении. Если есть третий человек, то он подвигает носилки под пострадавшего. Поднимать и опускать на носилки – только по команде. Удобнее всего переносить пострадавшего вчетвером, используя при этом плечевые лямки, перекинутые через плечо и привязанные к ручкам носилок. Все должны идти в ногу мелкими шагами, чтобы уменьшить тряску. Действия должны быть согласованы, поэтому желательно выполнять команду одного лица. Необходимо при движении с пострадавшим быть предельно осторожным.

#### **6.4. Приемы оказания первой помощи**

**Искусственное дыхание.** Назначение искусственного дыхания – обеспечить газообмен в организме, т. е. насыщение крови пострадавшего кислородом и удаление из крови углекислого газа. Кроме того, искусственное дыхание, воздействуя рефлекторно на дыхательный центр головного мозга, способствует тем самым восстановлению самостоятельного дыхания пострадавшего.

Воздействие на дыхательный центр мозга осуществляется за счет механического раздражения поступающим воздухом нервных окончаний, находящихся в легких. Возникающие в результате этого нервные импульсы поступают в центр головного мозга, ведающего дыхательными движениями легких, стимулируя его нормальную деятельность, т.е. вызывают способность его посылать импульсы мышцам легких, как это имеет место в здоровом организме.

*Способы искусственного дыхания.* Существует множество различных способов выполнения искусственного дыхания. Все они делятся на две группы: аппаратные и ручные.

Аппаратные способы требуют применения специальных аппаратов, которые обеспечивают вдвухание и удаление воздуха из легких через резиновую трубку, вставленную в дыхательные пути, или через маску, надетую на лицо пострадавшего. Простейшим из аппаратов является ручной портативный аппарат (рис. 6.5.) предназначенный для искусственного дыхания и аспирации (отсасывания) жидкости и слизи из дыхательных путей. Основными частями его являются небольшой мех, приводимый в действие рукой, и маска, плотно накладываемая на рот и нос пострадавшего.

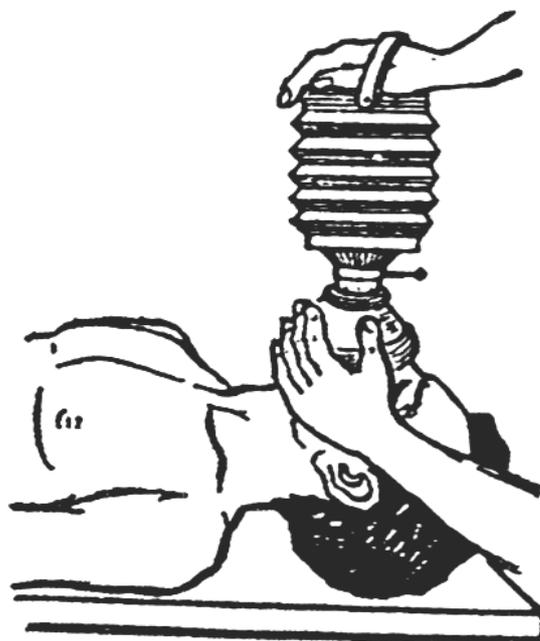


Рис. 6.5. Ручной портативный аппарат для искусственного дыхания.

Во время сжатия меха происходит активный вдох, т.е. введение под некоторым давлением в легкие пострадавшего атмосферного воздуха в объеме от 0,25 до 1,5 л или воздуха, обогащенного кислородом. В последнем случае к всасывающему клапану аппарата присоединяется кислородная подушка. Во время растяжения меха происходит пассивный выдох, при этом воздух из аппарата выходит через специальный клапан. Благодаря портативности и малой массе этот аппарат применяется не только в больничных, но и в полевых условиях.

Ручные способы значительно менее эффективны и несравненно более трудоемки, чем аппаратные. Они обладают, однако, тем важным

достоинством, что могут выполняться без каких-либо приспособлений и приборов, т.е. немедленно при возникновении нарушений деятельности дыхания у пострадавшего.

Среди большого числа существующих ручных способов наиболее эффективным является способ «изо рта в рот». Он заключается в том, что оказывающий помощь вдывает воздух из своих легких в легкие пострадавшего через его рот или нос.

Установлено, что воздух, выдыхаемый из легких, содержит достаточное для дыхания количество кислорода.

*Подготовка к искусственному дыханию.* Прежде чем приступить к искусственному дыханию, необходимо быстро выполнить следующие операции:

– освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды – расстегнуть ворот, развязать галстук, расстегнуть брюки и т.п.;

– уложить пострадавшего на спину на горизонтальную поверхность – стол или пол;

– максимально запрокинуть голову пострадавшего назад, положив под затылок ладонь одной руки, а второй рукой надавливать на лоб пострадавшего (рис. 6.6,а) до тех пор, пока подбородок его не окажется на одной линии с шеей (рис. 6.6, б). При этом положении головы язык отходит от входа в гортань, обеспечивая тем самым свободный проход для воздуха в легкие. Вместе с тем при таком положении головы обычно рот раскрывается. Для сохранения достигнутого положения головы под лопатки следует подложить валик из свернутой одежды;

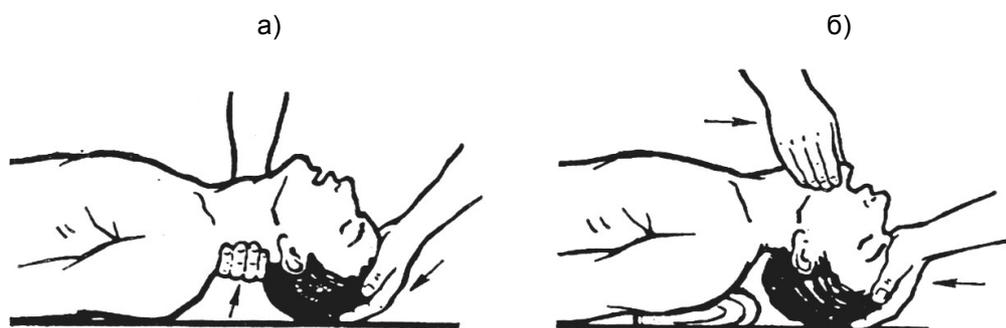


Рис. 6.6. Подготовительные операции к искусственному дыханию.

– пальцами обследовать полость рта, и, если обнаружится инородное содержимое (кровь, слизь и т.п.), необходимо удалить его, вынув одновременно зубные протезы, если они имеются. Для удаления слизи и крови необходимо голову и плечи пострадавшего повернуть в сторону (можно подвести колено под

плечи пострадавшего), а затем с помощью носового платка или края рубашки, намотанного на указательный палец, очистить полость рта и глотки (рис. 6.7.). После этого необходимо придать голове первоначальное положение и максимально запрокинуть ее назад, как указано выше (рис. 6.6, б).



Рис. 6.7. Подготовительная операция к искусственному дыханию.

*Выполнение искусственного дыхания.* По окончании подготовительных операций оказывающий помощь делает глубокий вдох и затем с силой выдыхает воздух в рот пострадавшего. При этом он должен охватить своим ртом весь рот пострадавшего, а пальцами зажать ему нос (рис. 6.8, а). Затем оказывающий помощь откидывается назад, освобождая рот и нос пострадавшего, и делает новый вдох. В этот период грудная клетка пострадавшего опускается и происходит пассивный выдох (рис. 6.8, б).

Контроль за поступлением воздуха в легкие пострадавшего осуществляется на глаз по расширению грудной клетки при каждом вдувании. Если после вдувания воздуха грудная клетка пострадавшего не расправляется, это свидетельствует о непроходимости дыхательных путей.

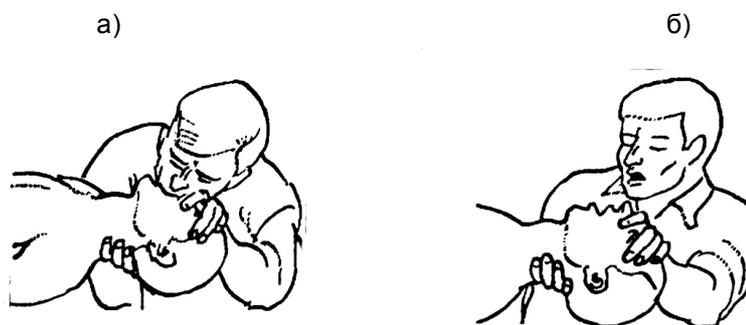


Рис. 6.8. Выполнение искусственного дыхания.

В этом случае необходимо выдвинуть нижнюю челюсть пострадавшего вперед. Для этого нужно поставить четыре пальца каждой руки позади углов

нижней челюсти и, упираясь большими пальцами в ее край, выдвинуть нижнюю челюсть вперед так, чтобы нижние зубы стояли впереди верхних (рис. 6.9.).



Рис. 6.9. Выдвижение нижней челюсти вперед.

Иногда оказывается невозможным открыть рот пострадавшего вследствие судорожного сжатия челюстей. В этом случае искусственное дыхание следует производить по способу «изо рта в нос», закрывая рот пострадавшего при вдувании воздуха в нос.

В одну минуту следует делать 10-12 вдуваний взрослому человеку (т.е. через 5-6 с). При появлении у пострадавшего первых слабых вдохов следует приурочивать искусственный вдох к началу самостоятельного вдоха.

Искусственное дыхание необходимо проводить до восстановления глубокого ритмичного дыхания.

Массаж сердца производится так называемым непрямой, или наружный, массажем сердца – ритмичным надавливанием на грудь, т.е. на переднюю стенку грудной клетки пострадавшего.

В результате этого сердце сжимается между грудиной и позвоночником и выталкивает из своих полостей кровь. После прекращения надавливания грудная клетка и сердце распрямляются, и сердце заполняется кровью, поступающей из вен. У человека, находящегося в состоянии клинической смерти, грудная клетка из-за потери мышечного напряжения легко смещается (сдавливается) при надавливании на нее, обеспечивая необходимое сжатие сердца. Кровообращение необходимо для того, чтобы кровь доставляла кислород ко всем органам и тканям организма. Следовательно, кровь должна быть обогащена кислородом, что достигается искусственным дыханием. Таким образом, одновременно с массажем сердца должно производиться искусственное дыхание.

Подготовка к массажу сердца является одновременно подготовкой к искусственному дыханию, поскольку массаж сердца должен производиться совместно с искусственным дыханием.

Для выполнения массажа необходимо уложить пострадавшего на спину на жесткую поверхность (скамью, пол или, в крайнем случае, подложить под спину доску). Необходимо также обнажить его грудь, расстегнуть стесняющие дыхание предметы одежды.

Для выполнения массажа сердца нужно встать с какой-либо стороны от пострадавшего в такое положение, при котором возможен более или менее значительный наклон над ним. Затем определить прощупыванием место надавливания (оно должно находиться примерно на два пальца выше мягкого конца грудины – рис. 6.10, а) и положить на него нижнюю часть ладони одной руки, а затем поверх первой руки положить под прямым углом вторую руку и надавливать на грудную клетку пострадавшего, слегка помогая при этом наклоном всего корпуса (рис. 6.10,б).



Рис. 6.10 Места надавливания на грудную клетку.

Предплечья и плечевые кости рук оказывающего помощь должны быть разогнуты до отказа. Пальцы обеих рук должны быть сведены вместе и не должны касаться грудной клетки пострадавшего. Надавливать следует быстрым толчком так, чтобы сместить нижнюю часть грудины вниз на 3...4 см, а у полных людей на 5...6 см. Усилие при надавливании следует концентрировать на нижней части грудины, которая более подвижна. Следует избегать надавливания на верхнюю часть грудины, а также на окончания нижних ребер, т.к. это может привести к их перелому. Нельзя надавливать ниже края грудной клетки (на мягкие ткани), поскольку можно повредить расположенные здесь органы, в первую очередь печень.

Надавливание (толчок) на грудину следует повторять примерно 1 раз в секунду. После быстрого толчка руки остаются в достигнутом положении в

течение примерно 0,5 с. После этого следует слегка выпрямиться и расслабить руки, не отнимая их от грудины.

Для обогащения крови пострадавшего кислородом одновременно с массажем сердца необходимо проводить искусственное дыхание по способу «изо рта в рот» (или «изо рта в нос»).

Если помощь оказывают два человека, то один из них должен производить искусственное дыхание, а другой – массаж сердца. Целесообразно каждому из них производить искусственное дыхание и массаж сердца поочередно, сменяя друг друга через каждые 5-10 мин. При этом порядок оказания помощи должен быть следующим: после одного глубокого вдувания производится пять надавливаний на грудную клетку.

Если окажется, что после вдувания грудная клетка пострадавшего остается неподвижной (а это может свидетельствовать о недостаточном количестве вдуваемого воздуха), необходимо помощь оказывать в ином порядке: после двух глубоких вдуваний делать 15 надавливаний. Нельзя производить надавливание на грудину во время вдоха.

Если помощь оказывает один человек, следует чередовать проведение указанных операций в следующем порядке: после двух глубоких вдуваний в рот или нос пострадавшего – 15 надавливаний на грудную клетку, затем снова два глубоких вдувания и 15 надавливаний для массажа сердца и т. д.

Эффективность наружного массажа сердца проявляется в первую очередь в том, что при каждом надавливании на грудину на сонной артерии четко прощупывается пульс. Для определения пульса указательный и средний пальцы накладывают на адамово яблоко пострадавшего и, продвигая пальцы вбок, осторожно ощупывают поверхность шеи до определения сонной артерии. Другими признаками эффективности массажа является сужение зрачков, появление у пострадавшего самостоятельного дыхания, уменьшение синюшности кожи и видимых слизистых оболочек.

Для повышения эффективности массажа рекомендуется на время наружного массажа сердца приподнять (на 0,5 м) ноги пострадавшего. Такое положение ног пострадавшего способствует лучшему притоку крови в сердце из вен нижней части тела.

Искусственное дыхание и наружный массаж сердца следует производить до появления самостоятельного дыхания и восстановления деятельности сердца или до передачи пострадавшего медицинскому персоналу.

О восстановлении деятельности сердца пострадавшего судят по появлению у него собственного, не поддерживаемого массажем регулярного пульса. Для проверки пульса через каждые 2 мин прерывают массаж на 2-3 с. Сохранение пульса во время перерыва свидетельствует о восстановлении самостоятельной работы сердца. При отсутствии пульса во время перерыва необходимо немедленно возобновить массаж.

Отсутствие пульса при появлении других признаков оживления организма (самостоятельного дыхания, сужения зрачков, попытки пострадавшего двигать руками и ногами и др.) служит признаком фибрилляции сердца. В этом случае необходимо продолжать оказание помощи пострадавшему до прибытия врача или до доставки пострадавшего в лечебное учреждение, где будет произведена дефибрилляция сердца. В пути следует непрерывно оказывать помощь пострадавшему, производя искусственное дыхание и массаж сердца вплоть до момента передачи его медицинскому персоналу.

## **6.5. Первая помощь при кровотечениях**

*Виды кровотечений.* Кровотечения, при которых кровь вытекает из раны или естественных отверстий тела наружу, принято называть наружными. Кровотечения, при которых кровь скапливается в полостях тела, называются внутренними. Среди наружных кровотечений чаще всего наблюдаются кровотечения из ран, а именно:

капиллярное – при поверхностных ранах, при этом кровь из раны вытекает по каплям;

венозное – при более глубоких ранах, например, резаных, колотых, происходит обильное вытекание крови темно-красного цвета;

артериальное – при глубоких рубленых, колотых ранах; артериальная кровь ярко-красного цвета бьет струей из поврежденных артерий, в которых она находится под большим давлением;

смешанное – в тех случаях, когда в ране кровоточат одновременно вены и артерии, чаще всего такое кровотечение наблюдается при глубоких ранах.

Наиболее опасно для жизни наружное артериальное кровотечение: временная остановка его достигается наложением жгута или закрутки, фиксированием конечности в положении максимального сгибания, прижатием артерии выше места ее повреждения пальцами (рис. 6.11).



Рис. 6.11. Наложение жгута (закрутки) для временной остановки кровотечения.

Жгут накладывают на бедро, голень, плечо и предплечье выше места кровотечения, ближе к ране, на одежду или мягкую подкладку из бинта, чтобы не прищемить кожу. Жгут накладывают с такой силой, чтобы остановить кровотечение. При этом необходимо следить, чтобы жгут был наложен не слишком сильно, так как при этом травмируются нервные стволы конечности, но и не слабо, так как будут сдавливаться только вены, по которым осуществляется отток крови из конечностей и артериальное кровотечение усилится. О правильности наложения жгута говорит отсутствие пульса на периферическом сосуде.

Время наложения жгута (дата, час, минуты) указывают в записке, которую подкладывают под жгут так, чтобы она была хорошо видна. Жгут следует держать на конечности не более 1,5-2 часов, во избежание омертвления нижележащих конечностей.

Если прошло 2 часа и кровотечение не остановилось, жгут снять, выполнить пальцевое прижатие артерии на 5-10 мин и затем снова наложить его немного выше предыдущего места. Такое временное снятие жгута повторяют через каждый час, пока пострадавшему не будет оказана хирургическая помощь. При этом в записке каждый раз следует делать отметку о времени.

Временная остановка наружного венозного и капиллярного кровотечения проводится путем наложения давящей стерильной повязки на рану следующим образом: рану закрывают стерильной салфеткой или бинтом в 3-4 слоя, сверху кладут гигроскопическую вату и туго закрепляют бинтом. Затем поврежденной части тела придают приподнятое положение по отношению к туловищу. При правильных действиях кровотечение может прекратиться окончательно.

При кровотечении из носа пострадавший должен сидя откинуть голову назад, дыша ртом. Ему следует расстегнуть воротник, на переносицу положить лед или холодную примочку.

Кровотечение из сосудов нижней части лица останавливается прижатием челюстной артерии к краю нижней челюсти.

Кровотечение из ран виска и лба – прижатием артерии впереди уха.

Кровотечение из больших ран головы и шеи можно остановить придавливанием сонной артерии к шейным позвонкам.

Кровотечение из ран на предплечье останавливается прижатием плечевой артерии посередине плеча.

Кровотечение из ран на кисти и пальцах рук останавливается прижатием двух артерий в нижней трети предплечья у кисти.

Кровотечение из ран нижних конечностей останавливается придавливанием бедренной артерии к костям таза (рис. 6.12.).



Рис. 6.12. Придавливание бедренной артерии к костям таза.

Кровотечение из ран на стопе можно останавливать прижатием артерии, идущей по поверхности стопы. При этом придавливание пальцами кровоточащего сосуда следует производить достаточно сильно.

Большую опасность для жизни представляют кровотечения из внутренних органов. Внутреннее кровотечение распознается по резкой бледности лица, слабости, очень частому пульсу, одышке, головокружению, сильной жажде и обморочному состоянию. В этих случаях необходимо срочно вызвать врача, а до его прихода обеспечить пострадавшему полный покой. Нельзя давать ему пить, если есть подозрение на ранение органов брюшной полости. На место травмы необходимо положить холод (резиновый пузырь со льдом, снегом или холодной водой, холодные примочки и т.п.).

## 6.6. Первая помощь при ожогах

Ожоги бывают термические – вызванные огнем, паром, горячими предметами и веществами, химические – кислотами и щелочами, и электрические – воздействием электрического тока или электрической дуги. По глубине поражения все ожоги делятся на четыре степени: первая – покраснение и отек кожи; вторая –

водяные пузыри; третья – омертвление поверхностных и глубоких слоев кожи; четвертая – обугливание кожи, поражение мышц, сухожилий и костей.

*Термические и электрические ожоги.* Если на пострадавшем загорелась одежда, нужно быстро набросить на него пальто, любую плотную ткань или сбить пламя водой. Нельзя бежать в горячей одежде, так как ветер, раздувая пламя, увеличит и усилит ожог.

При оказании помощи пострадавшему во избежание заражения нельзя касаться руками обожженных участков кожи или смазывать их мазями, жирами, маслами, вазелином, присыпать пищевой содой, крахмалом и т.п. Нельзя вскрывать пузыри, удалять приставшую к обожженному месту мастику, канифоль или другие смолистые вещества, так как, удаляя их, легко можно содрать обожженную кожу и тем самым создать благоприятные условия для заражения раны.

При небольших по площади ожогах первой и второй степени нужно наложить на обожженный участок кожи стерильную повязку (рис. 6.13.).

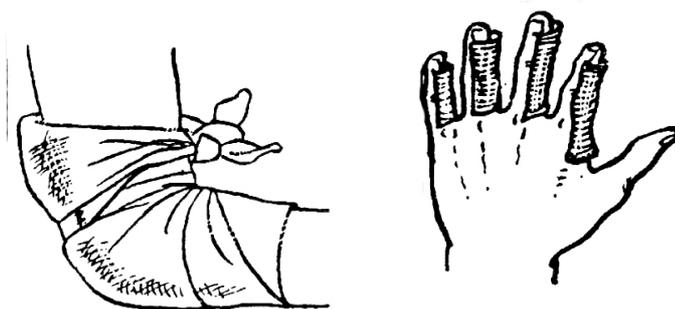


Рис. 6.13. Наложение стерильной повязки.

Одежду и обувь с обожженного места нельзя срывать, а необходимо разрезать ножницами и осторожно снять. Если куски одежды прилипли к обожженному участку тела, то поверх них следует наложить стерильную повязку и направить пострадавшего в лечебное учреждение.

При тяжелых и обширных ожогах пострадавшего необходимо завернуть в чистую простыню или ткань, не раздевая его, укрыть потеплее, напоить теплым чаем и обеспечить покой до прибытия врача. Обожженное лицо необходимо закрыть стерильной марлей.

При ожогах глаз следует делать холодные примочки из раствора борной кислоты (половина чайной ложки кислоты на стакан воды) и немедленно направить пострадавшего к врачу.

*Химические ожоги.* При химических ожогах глубина повреждения тканей зависит от длительности воздействия химического вещества. Важно как можно скорее уменьшить концентрацию химического вещества и время его воздействия. Для этого пораженное место сразу же промывают большим количеством проточной холодной воды из-под крана, из резинового шланга или ведра в течение 15-20 мин.

При химическом ожоге полностью смыть химические вещества водой не удается. Поэтому после промывания пораженное место необходимо обработать соответствующими нейтрализующими растворами, используемыми в виде примочек (повязок). Дальнейшая помощь при химических ожогах оказывается так же, как и при термических.

При ожоге кожи кислотой делаются примочки (повязки) раствором питьевой соды (одна чайная ложка соды на стакан воды). При попадании кислоты в виде жидкости, паров или газов в глаза или полость рта необходимо промыть их большим количеством воды, а затем раствором питьевой соды (половина чайной ложки на стакан воды).

При ожоге кожи щелочью делаются примочки (повязки) раствором борной кислоты (одна чайная ложка кислоты на стакан воды) или слабым раствором уксусной кислоты (одна чайная ложка столового уксуса на стакан воды).

При попадании брызг щелочи или ее паров в глаза и полость рта необходимо промыть пораженные места большим количеством воды, а затем раствором борной кислоты (половина чайной ложки кислоты на стакан воды). При попадании кислоты или щелочи в пищевод необходимо срочно вызвать врача. До его прихода следует удалить слюну и слизь изо рта пострадавшего, уложить его и тепло укрыть, а на живот для ослабления боли положить холод.

Если у пострадавшего появились признаки удушья, необходимо делать ему искусственное дыхание по способу «изо рта в нос», так как слизистая оболочка рта обожжена.

Нельзя промывать желудок водой, вызывая рвоту, либо нейтрализовывать попавшую в пищевод кислоту или щелочь. Если у пострадавшего есть рвота, ему можно дать выпить не более трех стаканов воды, разбавляя, таким образом, попавшую в пищевод кислоту или щелочь и уменьшая ее раздражающее действие. Хороший эффект оказывает прием внутрь молока, яичного белка, растительного масла.

При значительных ожогах кожи, а также при попадании кислоты или щелочи в глаза пострадавшего после оказания первой помощи следует сразу отправить в лечебное учреждение.

Когда ожог вызван негашеной известью, смывать ее водой нельзя! При взаимодействии извести и воды выделяется тепло, что может усугубить термическую травму. Поэтому очень тщательно следует удалить известь с поверхности тела куском чистой ткани, а затем уже промыть кожу проточной водой или обработать любым растительным маслом.

На область ожога следует наложить сухую стерильную повязку.

Во всех случаях ожога химическими веществами после оказания первой помощи пострадавшего необходимо доставить в лечебное учреждение.

## **6.7. Первая помощь при отравлениях**

*Отравления газами и парами.* Если произошло отравление бытовым угарным газом или выхлопным автомобильным газом, необходимо быстро выполнить следующие последовательные мероприятия:

- 1) распахнуть двери, окна, обеспечить доступ свежего воздуха;
- 2) прекратить поступление газа: перекрыть газ, выключить двигатель автомобиля;
- 3) вынести пострадавшего на свежий воздух (если это возможно).

Если у пострадавшего отсутствует дыхание, то необходимо провести искусственное дыхание до приезда врача. Тот, кто оказывает первую помощь, вдвигает в рот или нос пострадавшего должен делать через смоченную водой марлевую салфетку или носовой платок, а при пассивном выдохе пострадавшего отклонять свою голову. При утечке бытового газа нельзя пользоваться телефоном, электрическим звонком, освещением, зажигать спички, так как это может привести к пожару или взрыву.

Симптомами отравления ядовитыми газами (ацетилен, природный газ, пары бензина и др.) являются частое сердцебиение, головная боль, шум в ушах, головокружение, тошнота, рвота; может наступить потеря сознания, резкое ослабление дыхания, расширение зрачков. При появлении таких признаков следует немедленно вывести пострадавшего на свежий воздух и обеспечить подачу кислорода для дыхания.

*Отравление металлами и их соединениями.* При отравлении соединениями меди появляется вкус меди во рту, обильное слюновыделение,

рвота зелеными или сине-зелеными массами, головная боль, головокружение, боль в животе, сильная жажда, затрудненное дыхание, слабый и неритмичный пульс, падение температуры, судороги, паралич.

При появлении первых признаков отравления следует немедленно произвести обильное промывание желудка водой или раствором марганцовокислого калия (1:1000); внутрь принять жженую магнезию, яичный белок или большое количество молока.

При отравлении свинцом или его соединениями во рту появляется металлический вкус, окраска языка и слизистой оболочки рта становится беловатой. Появляется головная боль, тошнота, рвота серовато-белыми массами, колики. Необходимо срочно провести промывание желудка 0,5-1,0 % раствором английской или глауберовой соли.

При отравлении ртутью или ее соединениями пострадавшему следует произвести промывание желудка водной взвесью извести или жженой магнезией, а внутрь принять молоко или белковую воду.

## **6.8. Первая помощь при обморожениях**

Важным является своевременное обнаружение начальных признаков обморожения: появление чувства холода в пораженном месте, нерезкая боль, легкое жжение. Помощь начинается с растирания и постепенного согревания мест переохлаждения. Если побелели щеки, нос, уши, достаточно растереть их чистой рукой до покраснения и появления покалывания. Лучше растирать обмороженный участок тела спиртом, водкой, одеколоном. Если их нет, следует растирать мягкой перчаткой, меховым воротником или сухой фланелью. Во время растирания пострадавший должен стараться двигать поврежденной конечностью.

Обувь нужно снимать осторожно, чтобы не повредить обмороженные пальцы. Если без усилий это сделать не удается, нужно распороть ножом по шву голенища сапог или валенок.

После порозовения обмороженной конечности ее надо вытереть досуха, смочить спиртом, водкой или одеколоном, наложить сухую чистую повязку, утеплить ватой или тканью. Пальцы нужно бинтовать все вместе, повязка не должна быть тугой. Если же кровообращение восстанавливается медленно и кожа остается синюшной, следует предположить глубокое обморожение и пострадавшего немедленно отправить в больницу.

Растирать отмороженные участки снегом не допускается, так как снег может содержать льдинки или песчинки, которые могут поранить кожу пострадавшего и вызвать инфицирование с последующим нагноением.

Во всех случаях обморожения пострадавшего следует согревать горячим чаем или кофе.

## **6.9. Помощь при переломах, ушибах, вывихах**

При переломах, вывихах, растяжении связок и других травмах пострадавший испытывает острую боль, резко усиливающуюся при попытке изменить положение поврежденной части тела.

Главным моментом в оказании первой помощи как при открытом переломе (после остановки кровотечения и наложения стерильной повязки), так и при закрытом – является иммобилизация (обеспечение покоя) поврежденной конечности. Это значительно уменьшает боль и предотвращает дальнейшее смещение костных обломков.

При закрытом переломе не следует снимать с пострадавшего одежду – шину нужно накладывать поверх нее. К месту травмы необходимо прикладывать холод (резиновый пузырь, со льдом, снегом, холодной водой, холодные примочки и т.п.) для уменьшения боли.

*Повреждения головы.* При падении, ударе возможны перелом черепа (кровотечение из ушей и рта, бессознательное состояние) или сотрясение мозга (головная боль, тошнота, рвота, потеря сознания).

Первая помощь при этом состоит в следующем: пострадавшего необходимо уложить на спину, на голову наложить тугую повязку (при наличии раны – стерильную) и положить холод, обеспечить полный покой до прибытия врача.

*Повреждение позвоночника* (резкая боль в позвоночнике, невозможность согнуть спину и повернуться). Первая помощь должна сводиться к следующему: осторожно, не поднимая пострадавшего, подсунуть под его спину широкую доску, дверь, снятую с петель, или повернуть пострадавшего лицом вниз и строго следить, чтобы при переворачивании его туловище не прогибалось (во избежание повреждения спинного мозга). Транспортировать также на доске или в положении лицом вниз.

*Перелом костей таза* (боль при ощупывании таза, боль в паху, в области крестца, невозможность поднять выпрямленную ногу). Помощь заключается в следующем: под спину пострадавшего необходимо подсунуть широкую доску,

уложить его в положение «лягушка», т.е. согнуть его ноги в коленях и развести в стороны, а стопы сдвинуть вместе, под колени подложить валик из одежды. Нельзя поворачивать пострадавшего на бок, сажать и ставить на ноги (во избежание повреждения внутренних органов).

*Перелом и вывих ключицы* (боль в области ключицы, усиливающаяся при попытке движения плечевым суставом, явно выраженная припухлость). Первая помощь: положить в подмышечную впадину с поврежденной стороны небольшой комок ваты, прибинтовать к туловищу руку, согнутую в локте под прямым углом, повесить руку к шее косынкой или бинтом. Бинтовать следует от больной руки на спину.

*Перелом и вывих конечности* (боль в кости, неестественная форма конечности, подвижность в месте, где нет сустава, искривление при наличии перелома со смещением костных отломков и припухлость).

Для оказания первой помощи при переломе или вывихе необходимо обеспечить полную неподвижность поврежденной конечности. Нельзя пытаться самим вправить вывих, сделать это может только врач.

При наложении шины обязательно следует обеспечить неподвижность, по крайней мере, двух суставов – одного выше, другого ниже места перелома, а при переломе крупных костей – даже трех. Центр шины должен находиться у места перелома. Шинная повязка не должна сдавливать крупные сосуды, нервы и выступы костей. Лучше обернуть шину мягкой тканью и обмотать бинтом. Фиксируют шину бинтом, косынкой, поясным ремнем и т.п. (рис. 6.14.).



Рис.6.14. Шинная повязка из подручного материала при переломе костей предплечья.

При отсутствии шины следует прибинтовать поврежденную верхнюю конечность к туловищу, а поврежденную нижнюю конечность – к здоровой.

При переломе и вывихе плечевой кости шины надо накладывать на согнутую в локтевом суставе руку. При повреждении верхней части шина должна захватывать два сустава – плечевой и локтевой, а при переломе нижнего конца плечевой кости

– лучезапястный. Шину надо прибинтовать к руке, руку подвесить на косынке или бинте к шее (рис. 6.15.).



Рис. 6.15. Косыночная повязка правой руки.

При переломе и вывихе предплечья шину (шириной с ладонь) следует накладывать от локтевого сустава до кончиков пальцев, вложив в ладонь пострадавшего плотный комок из ваты, бинта, который пострадавший как бы держит в кулаке. При отсутствии шины руку можно подвесить на косынке к шее или на поле пиджака. Если рука (при вывихе) неестественно отстает от туловища, между рукой и туловищем следует положить что-либо мягкое (например, сверток из одежды).

При переломе и вывихе костей кисти и пальцев рук кисть следует прибинтовать к широкой (шириной с ладонь) шине так, чтобы она начиналась с середины предплечья, а кончалась у конца пальцев. В ладонь поврежденной руки предварительно должен быть вложен комок ваты, бинт и т.п., чтобы пальцы были несколько согнуты. Руку следует подвесить на косынке или бинте к шее.

При переломе или вывихе бедренной кости нужно укрепить больную ногу шиной с наружной стороны так, чтобы один конец шины доходил до подмышки, а другой достигал пятки. Вторую шину накладывают на внутреннюю сторону поврежденной ноги от промежности до пятки (рис. 6.16.).



Рис. 6.16. Шинные повязки на голень и бедро.

Шины следует накладывать по возможности не приподнимая ноги, а придерживая ее на месте, и прибинтовать в нескольких местах (к туловищу, бедру, голени), но не рядом и не в месте перелома.

При переломе ребер необходимо туго забинтовать грудь или стянуть ее полотенцем во время выдоха (рис. 6.17.).

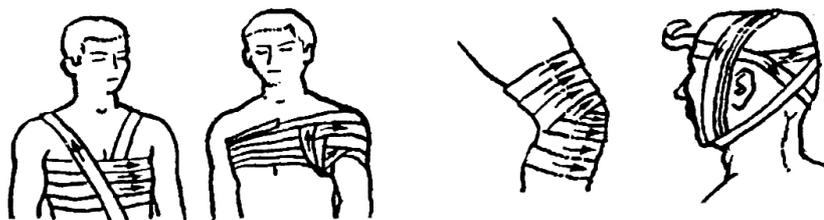


Рис. 6.17. Наложение бинтовых повязок на грудь, область плеча, колена, голову.

*Ушибы.* При ушибах происходит повреждение тканей и органов, возможно повреждение костей, нарушение целостности кожи. В месте ушиба возможны кровоподтеки, припухлость.

Первая помощь зависит от тяжести повреждения. Ушибленному органу или конечности следует обеспечить полный покой, придать возвышенное положение, на область повреждения наложить холодный компресс или пузырь со льдом, тугую давящую повязку, на конечности для иммобилизации наложить шину, при сильных болях необходимо пострадавшему дать обезболивающее средство.

Ушиб головы опасен возможным сотрясением головного мозга, признаками которого являются тошнота и рвота, замедление пульса, понижение температуры тела, потеря сознания.

Пострадавшего необходимо уложить, обеспечить ему полный покой, на голову положить холодный компресс и срочно вызвать врача.

При ушибах живота возможны разрывы печени, селезенки и других внутренних органов, которые могут вызвать кровотечение.

Пострадавшего необходимо уложить, на поврежденное место наложить холодный компресс, не давать пить и срочно вызвать врача.

## **6.10. Правила транспортировки пострадавших**

На месте происшествия, прежде всего надо остановить кровотечение, наложить повязки на раны, зафиксировать с помощью шин переломы костей. Только после этого можно приступать к эвакуации пострадавшего в лечебное учреждение. При этом надо помнить, что неправильная транспортировка может привести к различным осложнениям – усилению кровотечения, смещению отломков костей, болевому шоку. Если несчастный случай произошел вдали от населенного пункта и вызвать «скорую» невозможно, транспортировку осуществляют на попутном транспорте, используя подручные средства. В крайнем

случае, пострадавшего до медицинского учреждения несут на руках. Носилки можно сделать из досок, жердей, фанеры, одежды, одеяла (рис. 6.18.).

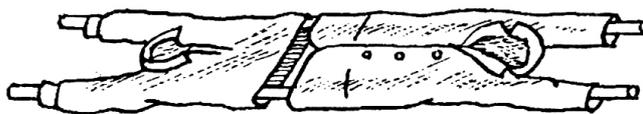


Рис. 6.18. Носилки, изготовленные из палок и одежды.

В положении лежа на спине транспортируют пострадавших с ранениями головы, повреждениями черепа и головного мозга, позвоночника и спинного мозга, при травме живота, переломах костей таза и нижних конечностей.

В случаях перелома позвоночника носилки должны быть жесткими (положить деревянный щит, доски, лист фанеры), чтобы тело не провисало, и позвоночник не прогибался. Если подложить нечего, то пострадавшего укладывают на мягкие носилки животом вниз.

При переломах костей таза больной должен лежать на спине на жестких носилках с валиком из одежды под согнутыми коленями, со слегка разведенными в стороны ногами (положение лягушки).

В полусидящем положении рекомендуется перевозить пострадавших с травмой грудной клетки или с подозрением на такую травму.

В положении лежа на животе, обычно транспортируют пострадавшего в бессознательном состоянии, подложив под грудь и лоб валики из одежды. Можно уложить его на спину, но обязательно повернуть голову набок, чтобы в дыхательные пути не попадали рвотные массы и кровь.

В пути надо следить, чтобы не сместилась наложенная шина, не сбилась повязка. В холодное время года пострадавшего следует тепло укрыть.

Передвигаться следует осторожно, короткими шагами. На крутых подъемах и спусках важно следить, чтобы носилки находились в горизонтальном положении, а для этого на подъеме приподнимают их задний конец, на спуске – передний. При этом ручки носилок можно положить на плечи несущих.

Транспортировать пострадавших на носилках на большие расстояния значительно легче, если использовать лямки (ремни, веревки), которые уменьшают нагрузку на кисти рук. Из лямки делают петлю в виде восьмерки и подгоняют ее под рост носильщика. Длина петли должна быть равна размаху вытянутых в стороны рук. Петлю надевают на плечи так, чтобы перекрест ее был на спине, а

петли, свисающие по бокам, – на уровне кистей опущенных рук. Эти петли продевают в ручки носилок.

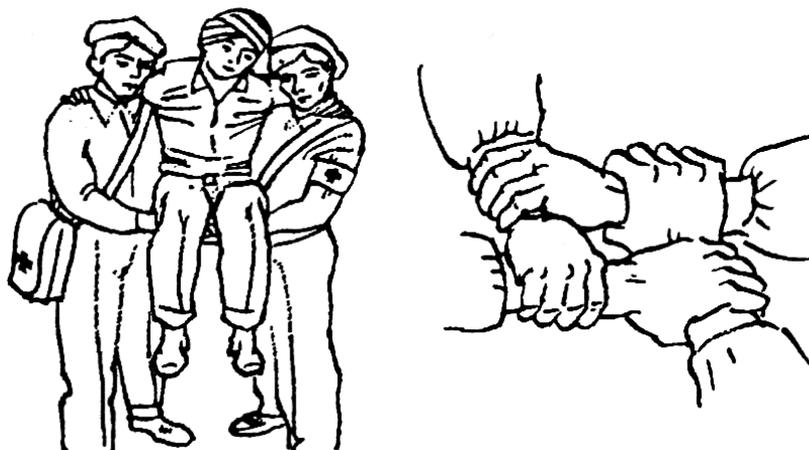


Рис. 6.19. Перенос пострадавшего на руках.

Пострадавшего с травмой коленного сустава, голени, стопы можно переносить на руках. Если же у него перелом бедра, то транспортировать его следует только на носилках. Нести пострадавшего на руках легче двоим, применяя способ «на замке» (рис. 6.19.).

При отсутствии помощников, транспортировать пострадавшего можно волоком на брезенте, плащ-палатке, одеяле или нести его на руках, на спине, на плече.

## **Основные законодательные и нормативно-правовые акты по охране труда, действующие на территории Республики Беларусь**

Конституция Республики Беларусь 1994 года с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г. Мн., 2005.

Закон «Об охране труда» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. 26.06.2008 г., 2/1453)

Трудовой кодекс Республики Беларусь (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 1999 г., № 80, 2/70), Мн. 2005.

Закон Республики Беларусь «О пожарной безопасности» (Ведомости Верховного Совета Республики Беларусь, 1993 г. № 23 ст. 28).

Закон Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2000г., № 52, 2/172).

Закон Республики Беларусь «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2000 г., № 8, 2/138).

Постановление Совета Министров Республики Беларусь «О мерах по обеспечению охраны труда и соблюдению законодательства о труде на предприятиях и в организациях республики» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 1999 г., № 32, 5/611).

Постановление Совета Министров Республики Беларусь «О Концепции государственного управления охраной труда в Республики Беларусь» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2001 г., № 7, 5/5001).

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утв. 22.08.1994 г. Постановлением комитета по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике при МЧС Республики Беларусь.

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, 1998 г.

Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, водопроводов и газопроводов, 2000 г.

Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. 2004 г.

Правила возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью работника, связанного с исполнением им трудовых обязанностей. (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 1999 г., № 54, 5/1211).

Типовое положение об обучении, инструктаже и проверке знаний работников по вопросам охраны труда, 2003 г.

ГН 2.1.8.11-34-2005. Предельно-допустимые уровни (ПДУ) плотности потока энергии (ППЭ), создаваемой радиолокационными станциями в прерывистом режиме воздействия на население.

ГН 2.1.8.12-38-2005. Предельно-допустимый уровень (ПДУ) плотности потока энергии, создаваемой микроволновыми печами.

ГН 2.2.5.12-32-РБ-2003. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

ГН 2.2.6.11-9-2003. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны.

ГН 2.6.1.8-127-2000. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000).

IEC 606001-2-27-2005. Оборудование медицинское электрическое. Часть 2-27. Дополнительные требования к безопасности электрокардиографической контрольной аппаратуры, включая основные рабочие характеристики.

Инструкция 2.2.4.10-13-82-2005. Оптимизация условий труда при воздействии на работающих импульсной вибрации и импульсного шума.

Инструкция 2.2.7.11-11-200-2003. Гигиеническая оценка характера трудовой деятельности по показателям тяжести и напряженности труда.

Инструкция 2.2.9.11-11-202-2003. Организация контроля за условиями труда и состоянием здоровья работающих женщин.

Инструкция 4.3-11-10-19-2003. Определение плотности потока мощности электромагнитного поля в местах размещения радиосредств, работающих в диапазоне частот 700 МГц – 30 ГГц.

Инструкция 4.3.11-10-20-2003. Определение уровней электромагнитного поля, границ санитарно-защитной зоны и зон ограничения застройки в местах размещения передающих средств радиовещания и радиосвязи километрового, гектометрового и декаметрового диапазонов.

Инструкция 4.3-11-11-18-2003. Определение уровней электромагнитных полей на рабочих местах персонала радиопредприятий, технические средства

которых работают в низкочастотном, среднечастотном и высокочастотном диапазонах.

Методические рекомендации № 50-9406. Методические рекомендации по измерению импульсного шума.

МР № 105-9807. Методика по гигиенической оценке производственных источников ультрафиолетового излучения.

МУ РБ 11.11.12-2002. Измерения и гигиеническая оценка освещения рабочих мест.

НПБ 5-2000. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

OHSAS 18002-2000. Система менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Руководящие указания по внедрению OHSAS 1800.

СанПиН 2.2.1.13-5-2006. Гигиенические требования к проектированию, содержанию и эксплуатации производственных предприятий.

СанПиН 2.2.4.11-25-2003. Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях.

СанПиН 2.2.4.13-2-2005. Лазерное излучение и гигиенические требования при эксплуатации лазерных изделий.

СанПиН 2.2.4.13-3-2006. Гигиенические требования к выполнению работ в условиях электрических полей промышленной частоты (50 Гц).

СанПиН 2.2.4-13-45-2005. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения производственных источников.

СанПин 2.2.4/2.1.8.9-36-2002. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ).

СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-35-2002. Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки.

СанПиН 2.6.1.8-8-2002. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП-2002).

СанПиН 2.6.1.8-15-2003. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации радиоизотопных приборов.

СанПиН 2.6.1.13-13-2005. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации источников, генерирующих низкоэнергетическое рентгеновское излучения.

СанПиН 2.6.4.13-24-2005. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и контролю радиоизотопных нейтрализаторов статического электричества с эмалевыми источниками альфа- и бета-излучения.

СанПиН 2.6.4.13-29-2005. Обеспечение радиационной безопасности при работе с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения.

СанПиП 9-72 РБ 98. Гигиенические требования к условиям труда женщин.

СанПиН 9-80 РБ 98. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

СанПиН 9-98 РБ 98. Санитарные правила и нормы аэроионизации воздушной среды производственных и общественных помещений.

СанПиН 9-109 РБ 98. Санитарные правила и нормы при работе со ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением.

СанПиН 9-131 РБ 2000. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организация работы.

СанПиН № 11- 6-2002 РБ. Гигиенические оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. (Гигиеническая классификация условий труда).

СанПиН № 11-15-94. Санитарные правила для процессов пайки изделий сплавами, содержащими свинец.

СанПиН № 11-16-94. Санитарно-гигиенические нормы допустимой напряженности электростатического поля на рабочих местах.

СанПиН № 11-19-94. Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ.

СанПиН № 11-20-94. Санитарные правила при производстве и применении эпоксидных смол и материалов на их основе.

СанПиН № 1837-88. Предельно-допустимые уровни воздействия прерывистых неоднородных магнитных полей при работе с магнитными материалами.

СанПиН № 11-13-94. Санитарные нормы микроклимата производственных помещений. Мн.РБ. 1994г.

СанПиН № 11-16-94. Санитарно-гигиенические нормы допустимой напряженности электростатического поля на рабочих местах. Мн. РБ. 1994г.

СанПиН № 11-12-94. Санитарные нормы инфразвука на рабочих местах. Мн. РБ. 1994г.

СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки.

СанПиН 9-90 РБ 98. Вибрация производственная локальная. Предельно-допустимые уровни. Санитарные нормы.

СанПиН 9-89 РБ 98. Вибрация производственная общая. Предельно-допустимые уровни. Санитарные нормы.

СанПиН 9-96 РБ 98. Санитарные правила и нормы для предприятий и производств негосударственной формы собственности и индивидуальной деятельности.

СанПиН 2.2.4.13-2-2006. Лазерное излучение и гигиенические требования при эксплуатации лазерных изделий.

СН 2.2.4.13-45-2005. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения производственных источников.

СН 9-87 РБ 98. Ультразвук, передающийся воздушным путем. Предельно допустимые уровни на рабочих местах

СН 9-88 РБ 98. Ультразвук, передающийся контактным путем. Предельно допустимые уровни на рабочих местах.

СН РБ № 9-85-98. Постоянное магнитное поле. Предельно допустимые уровни на рабочих местах .

СНБ 2.04.05-98. Естественное и искусственное освещение.

СНБ 2.02-01-98. Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов.

СНБ 2.02.03-03. Ограничение распространения пожара в зданиях и сооружениях. Объемно-планировочные и конструктивные решения.

СНБ 2.04.01-95. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

СТБ МЭК 60601-1-1-2005. Изделия медицинские электрические. Часть 1-1. Общие требования безопасности. Требования безопасности к медицинским электрическим системам.

СТБ ЕН 894-2-2005. Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 2. Индикаторы. 01.06.2006.

СТБ 18002-2005. Системы управления охраной труда. Руководство по применению СТБ 18001-2005.

## Литература

1. Барабаш В.И. Охрана труда специалистов, работающих с видеотерминалами. Методические рекомендации. – ЛПИ им. М.И. Калинина, 1990.
2. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. Под общей редакцией С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1999. – 448 с.
3. Девисиллов В.А. Охрана труда. Учебник. – 2-е издание испр. и доп. – М.: Форум, ИНФРА, 2006. 380 с.
4. Михнюк Т.Ф. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. – Мн.: Вышэйшая школа, 2007. – 335 с.
5. Практикум по инженерной психологии и эргономике. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. / Сергеев С.К., Бодров В.А., Писаренко Ю.Э. и др. Под общей редакцией Ю.К. Стрелкова, М.: Академия, 2003. – 400 с.
6. Русак О.Н., Малаян К.Р., Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие 6-е изд./ Под ред. О.Н. Русака. – СПб: Издательство «Лань», 2003. – 376 с.
7. Сенич В.П. Охрана труда при работе на персональных ЭВМ и другой офисной технике. Практическое пособие. Мн., Вышэйшая школа, 2001 – 125 с.
8. Сокол Т.С. Охрана труда. Учебное пособие. Мн.: «Дизайн ПРО», 2005. – 350 с.
9. Шимова О.С., Соколовский Н.К. Основы экологии и экономика природопользования, 2-е издание. Мн.: БГЭУ, 2002. – 367 с.