

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Рекомендовано в качестве учебного пособия  
Редакционно-издательским советом  
Томского политехнического университета

Учебное пособие

Издательство  
Томского политехнического университета  
2013

УДК 614:57.022 (076,5)  
ББК 68.9 Я73  
Л 125

Л 125 Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие. Ю.А. Амелькович, Ю.В. Анищенко, А.Н. Вторушина, М.В. Гуляев, М.Э. Гусельников, А.Г. Дашковский, Т.А. Задорожная, В.Н. Извеков, А.Г. Кагиров, К.М. Костырев, В.Ф. Панин, А.М. Плахов, С.В. Романенко – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2013. – 236 с.

Рассмотрены терминология дисциплины; опасные факторы при работе на производстве, методы и средства защиты от их воздействия на человека; организационные, правовые и социально-экономические знания в области безопасности жизнедеятельности. Учебное пособие предназначено для студентов вузов всех специальностей, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности».

УДК 614:57.022 (076,5)  
ББК 68.9 Я73

*Рецензенты*

© Томский политехнический университет, 2013  
© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2013

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ .....</b>	<b>7</b>
<b>ЦЕЛЬ РАБОТЫ .....</b>	<b>7</b>
<b>ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>13</b>
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОСТРАДАВШЕГО .....</b>	<b>14</b>
Сердечно-легочная реанимация.....	17
Кровотечения .....	22
Вывихи и переломы .....	29
Шок .....	34
Ожоги.....	36
Поражение электрическим током.....	41
Обморок.....	43
Солнечный (тепловой) удар .....	44
Обморожение .....	45
Отравления .....	48
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....</b>	<b>58</b>
<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>59</b>
Задачи .....	59
Описание тренажера .....	59
Порядок выполнения работы .....	60
<b>ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ .....</b>	<b>63</b>
<b>ЦЕЛЬ РАБОТЫ .....</b>	<b>63</b>
<b>ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>63</b>
Пожарная техника .....	76
Мероприятия, проводимые в организациях для повышения пожарной безопасности .....	101
Порядок действий при возникновении пожара.....	107
Меры безопасности при тушении пожара .....	109

<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....</b>	<b>111</b>
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ .....</b>	<b>112</b>
<b>Цель.....</b>	<b>112</b>
<b>ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>112</b>
Терморегуляция организма человека .....	119
Физическая терморегуляция .....	120
Химическая терморегуляция.....	121
<b>МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>123</b>
Метеометр .....	123
Кондиционер .....	125
Техника безопасности .....	128
<b>Порядок выполнения работы .....</b>	<b>128</b>
1. Микроклимат в естественных условиях .....	128
2. Микроклимат при воздействии источника тепла. ....	128
3. Микроклимат при воздушном душировании .....	129
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ .....</b>	<b>131</b>
<b>Цель работы .....</b>	<b>131</b>
<b>ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>131</b>
<b>МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>140</b>
Описание лабораторной установки .....	141
<b>Порядок выполнения работы .....</b>	<b>144</b>
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....</b>	<b>148</b>
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ.....</b>	<b>150</b>
<b>Цель.....</b>	<b>150</b>
<b>ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>150</b>
Параметры звуковой волны.....	150
Уровни акустических величин.....	153
Производственный шум.....	154
Нормирование шума .....	158

Способы защиты от шума.....	160
<b>МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>162</b>
Лабораторный стенд.....	162
Методика измерений.....	166
Меры безопасности .....	167
<b>ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ.....</b>	<b>167</b>
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....</b>	<b>171</b>
<b>СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ .....</b>	<b>171</b>
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИИ И СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЕ</b> <b>.....</b>	<b>172</b>
<b>ЦЕЛЬ.....</b>	<b>172</b>
<b>ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>172</b>
Действие вибрации на человека.....	172
Основные параметры вибрации и приборы для их измерения .....	177
Нормирование вибраций .....	179
Методы снижения вибраций и средства защиты .....	184
<b>ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ .....</b>	<b>190</b>
Измерение параметров вибрации .....	190
Оценка эффективности средств виброзащиты.....	191
<b>МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>193</b>
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....</b>	<b>201</b>
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА .....</b>	<b>202</b>
<b>ЦЕЛЬ.....</b>	<b>202</b>
<b>ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>202</b>
<b>ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ .....</b>	<b>204</b>
Исследование зависимости сопротивления тела человека от частоты.....	204
Исследование зависимости сопротивления тела человека от напряжения.....	205

<b>МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>206</b>
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....</b>	<b>206</b>

# **ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ**

## **ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Приобретение знаний и навыков по оказанию первой медицинской помощи пострадавшим от различных поражающих факторов.

### **Законодательство РФ о первой помощи**

В данной главе представлены основные статьи и положения нормативно-правовых документов в области охраны жизни и здоровья граждан РФ.

1. Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации принят **приказ от 17 мая 2010 г. № 353н «О ПЕРВОЙ ПОМОЩИ, ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОКАЗАНИЮ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ»**

#### **Перечень мероприятий по оказанию первой помощи\***

1. Оценка обстановки (с определением угрозы для собственной жизни, угрозы для пострадавших и окружающих, с оценкой количества пострадавших).

2. Вызов скорой медицинской помощи, других специальных служб, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь по закону или специальному правилу.

3. Определение признаков жизни (с определением наличия сознания, дыхания, пульса на сонных артериях).

4. Извлечение пострадавшего из транспортного средства и его перемещение.

5. Восстановление и поддержание проходимости верхних дыхательных путей.

6. Проведение сердечно-легочной реанимации.

7. Остановка кровотечения и наложение повязок.

8. Проведение опроса больного на наличие признаков сердечного приступа.

9. Проведение осмотра больного/пострадавшего в результате несчастных случаев, травм, отравлений и других состояний и заболеваний, угрожающих их жизни и здоровью.

10. Герметизация раны при ранении грудной клетки.

11. Фиксация шейного отдела позвоночника.

12. Проведение иммобилизации (фиксации конечностей).
13. Местное охлаждение.
14. Термоизоляция при холодовой травме.
15. Придание оптимального положения.

---

*\* в соответствии с частью второй статьи 19.1 Основ законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан от 22 июля 1993 г. N 5487-1 первая помощь оказывается гражданам Российской Федерации и иным лицам, находящимся на ее территории, до оказания медицинской помощи при несчастных случаях, травмах, отравлениях и других состояниях и заболеваниях, угрожающих их жизни и здоровью, лицами, обязанными ее оказывать по закону или по специальному правилу и имеющими соответствующую подготовку (сотрудниками органов внутренних дел Российской Федерации, сотрудниками, военнослужащими и работниками Государственной противопожарной службы, спасателями аварийно-спасательных формирований и аварийно-спасательных служб, водителями транспортных средств и другими лицами)*

## **2. ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ПРАВИЛАМ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ, А ТАКЖЕ ОСНОВАМ ДЕЙСТВИЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ (президент Российской Федерации Д. Медведев).**

Затраты на обучение персонала по оказанию первой помощи пострадавшим можно учесть при расчете налога на прибыль, как расходы на обеспечение нормальных условий труда и мер по технике безопасности (основание – подпункт 7 пункта статьи 264 Налогового кодекса РФ).

При этом суммы, затраченные на обучение, нельзя считать доходом работника. Как следствие, с них не нужно удерживать НДФЛ, а так же начислять ЕСН, пенсионные взносы и взносы на страхование от несчастных случаев.

## **3. ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ В ОТНОШЕНИИ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ РАБОТОДАТЕЛЯ:**

**ФЗ от 11 ноября 1994 года «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»**



Настоящий Федеральный закон определяет общие для Российской Федерации организационно-правовые нормы в области защиты граждан Российской Федерации, иностранных граждан и лиц без гражданства, находящихся на территории Российской Федерации, всего земельного, водного, воздушного пространства в пределах Российской Федерации или его части, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей среды от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

#### **Статья 14. Обязанности организаций в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций**

Организации обязаны:

а) планировать и осуществлять необходимые меры в области защиты работников организаций и подведомственных объектов производственного и социального назначения от чрезвычайных ситуаций;

б) планировать и проводить мероприятия по повышению устойчивости функционирования организаций и обеспечению жизнедеятельности работников организаций в чрезвычайных ситуациях;

в) обеспечивать создание, подготовку и поддержание в готовности к применению сил и средств предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, осуществлять обучение работников организаций способам защиты и действиям в чрезвычайных ситуациях;

г) создавать и поддерживать в постоянной готовности локальные системы оповещения о чрезвычайных ситуациях;

е) финансировать мероприятия по защите работников организаций и подведомственных объектов производственного и социального назначения от чрезвычайных ситуаций;

з) предоставлять в установленном порядке информацию в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, а также оповещать работников организаций об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций.

#### **Статья 19. Обязанности граждан Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций**

Граждане Российской Федерации обязаны:

соблюдать законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, законы и иные нормативные правовые акты субъектов

Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;

соблюдать меры безопасности в быту и повседневной трудовой деятельности, не допускать нарушений производственной и технологической дисциплины, требований экологической безопасности, которые могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций;

изучать основные способы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, приемы оказания первой помощи пострадавшим, правила охраны жизни людей на водных объектах, правила пользования коллективными и индивидуальными средствами защиты, постоянно совершенствовать свои знания и практические навыки в указанной области;

выполнять установленные правила поведения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций;

при необходимости оказывать содействие в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

#### **Статья 21. Пропаганда знаний в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций**

Для пропаганды знаний в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в том числе обеспечения безопасности людей на водных объектах, могут использоваться средства массовой информации, а также специализированные технические средства оповещения и информирования населения в местах массового пребывания людей.

**4. ТРУДОВОЙ КОДЕКС ФЗ №197 от 30.12.01 (с изменениями от 24, 25 июля 2002 г., 30 июня 2003 г., 27 апреля, 22 августа, 29 декабря 2004 г., 9 мая 2005 г., 30 июня, 18, 30 декабря 2006 г., 20 апреля, 21 июля, 1, 18 октября, 1 декабря 2007 г., 28 февраля, 22, 23 июля 2008 г.)**

#### **Раздел X. Охрана труда**

#### **Статья 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда**

Работодатель обязан обеспечить:

обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, проведение

инструктажа по охране труда, стажировки на рабочем месте и проверки знания требований охраны труда;

недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;

организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;

проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией организации работ по охране труда;

недопущение работников к исполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований, а также в случае медицинских противопоказаний;

информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;

принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников при возникновении таких ситуаций, в том числе по оказанию пострадавшим первой помощи;

расследование и учет в установленном настоящим Кодексом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации порядке несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

## **Статья 225. Обучение и профессиональная подготовка в области охраны труда**

Все работники, в том числе руководители организаций, а также работодатели - индивидуальные предприниматели, обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знания требований охраны труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Для всех поступающих на работу лиц, а также для работников, переводимых на другую работу, работодатель или уполномоченное им лицо обязаны проводить инструктаж по охране труда, организовывать обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказания первой помощи пострадавшим.

Работодатель обеспечивает обучение лиц, поступающих на работу с вредными и (или) опасными условиями труда, безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей

экзаменов и проведение их периодического обучения по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в период работы.

### **Статья 228. Обязанности работодателя при несчастном случае**

При несчастных случаях работодатель (его представитель) обязан: немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинскую организацию;

принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;

## **5. УГОЛОВНЫЙ КОДЕКС РФ от 13 июня 1996 г. №63-Ф**

### **Глава 16. Преступления против жизни и здоровья**

#### **Статья 124. Неоказание помощи больному**

1. Неоказание помощи больному без уважительных причин лицом, обязанным ее оказывать в соответствии с законом или со специальным правилом, если это повлекло по неосторожности причинение средней тяжести вреда здоровью больного, - наказывается штрафом в размере до сорока тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до трех месяцев, либо обязательными работами на срок от ста двадцати до ста восьмидесяти часов, либо исправительными работами на срок до одного года, либо арестом на срок от двух до четырех месяцев.

2. То же деяние, если оно повлекло по неосторожности смерть больного либо причинение тяжкого вреда его здоровью, - наказывается лишением свободы на срок до трех лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

#### **Статья 125. Оставление в опасности**

Заведомое оставление без помощи лица, находящегося в опасном для жизни или здоровья состоянии и лишенного возможности принять меры к самосохранению по малолетству, старости, болезни или вследствие своей беспомощности, в случаях, если виновный имел возможность оказать помощь этому лицу и был обязан иметь о нем заботу либо сам поставил его в опасное для жизни или здоровья

состояние, - наказывается штрафом в размере до восьмидесяти тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до шести месяцев, либо обязательными работами на срок от ста двадцати до ста восьмидесяти часов, либо исправительными работами на срок до одного года, либо арестом на срок до трех месяцев, либо лишением свободы на срок до одного года.

**6. ГОСТ Р 112.0.006-2002 (стандарт гармонизирован с международным стандартом OHSAS 18001-99).**

## **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА В ОРГАНИЗАЦИИ ГОССТАНДАРТ РОССИИ**

5.3.1 Организация должна выявлять потребности в обучении персонала для компетентного выполнения работ, включая обучение по охране труда.

5.3.2 Работники должны быть обучены с учетом специфики выполняемых работ, иметь соответствующую квалификацию и компетентность, необходимые для безопасного выполнения рабочих заданий.

5.3.3 Организация должна устанавливать методы, подтверждающие наличие у работника соответствующих знаний, касающихся:

- обязанностей работника в области охраны труда в соответствии с действующим законодательством;
- фактических или потенциальных последствий его деятельности на уровень безопасности труда;
- понимания ответственности за соответствие его действий политике организации в области охраны труда, требованиям охраны труда, системы управления охраной труда, включая действия работника в аварийных ситуациях;
- возможных последствий несоблюдения технологических процессов и производственных инструкций.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Первая помощь – комплекс простейших мероприятий, выполняемых гражданами в порядке самопомощи или взаимопомощи, а также специально подготовленным персоналом непосредственно на месте происшествия табельными или подручными средствами с целью сохранения и поддержания жизни пострадавшего, а также

предупреждения развития тяжёлых последствий до прибытия медицинского персонала или госпитализации пострадавшего в ближайшее лечебно-профилактическое учреждение.

При оказании первой помощи необходимо придерживаться следующих принципов.

- Все действия должны быть целесообразными, обдуманными, решительными.
- Прежде всего, нужно принять меры по прекращению воздействия повреждающих факторов.
- Быстро и правильно оценить состояние пострадавшего. Это особенно важно, если пострадавший находится в бессознательном состоянии. При осмотре пострадавшего устанавливают наличие признаков жизни, определяют вид и тяжесть травмы, наличие кровотечения.
- После осмотра пострадавшего определить способ и последовательность оказания первой помощи.
- Выяснить, какие средства необходимы для оказания первой помощи, исходя из конкретных условий и возможностей.
- После оказания первой помощи подготовить пострадавшего к транспортировке.
- Организовать транспортировку пострадавшего в лечебно-профилактическое учреждение.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОСТРАДАВШЕГО**

Одним из важнейших моментов в комплексе мероприятий по оказанию первой помощи до прихода врача – быстрое выявление признаков жизни и смерти у пострадавшего.

При тяжелых травмах, когда пострадавший находится в бессознательном состоянии и лежит без движения, бывает сложно определить, жив он или нет. Чаще всего это наблюдается при черепно-мозговой травме, при сдавливании тяжестями грудной клетки или живота, при закупорке дыхательных путей вследствие утопления и др.

**К основным признакам наличия жизни** относятся:

— сердцебиение, определяемое плотным прикладыванием уха или ладони к грудной клетке в ее левой половине;

— пульсация артерий в левой или правой половине шеи; в области лучезапястного сустава; в середине паховой области по переднебугорчатой поверхности, где располагается бедренная артерия (рис.1.1.)

— дыхание, определяемое глазом или прикладыванием ладоней к груди и животу, по движению грудной клетки или передней брюшной стенки, а также по помутнению зеркала или какого-нибудь гладкого блестящего предмета и минимальному движению разволокненного кусочка ваты, поднесенного к носовым отверстиям и рту;

— реакция зрачков на свет, влажность и блеск роговиц, подтверждающие наличие жизни. Реакцию зрачков на свет проверяют, заслонив глаза от дневного света и резко отдернув ладони от глаз. При этом можно заметить сужение зрачка, что расценивается как положительная реакция. Однако надо знать, что отсутствие вышеперечисленных признаков может быть при резко сниженных жизненных процессах в организме, например, при «клинической смерти», поэтому совершенно необходимо незамедлительно приступить к оказанию первой помощи и продолжать ее до появления явных признаков смерти. Основные приемы оживления (реанимации) на месте происшествия изложены ниже.

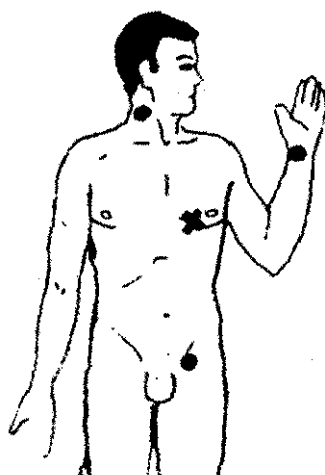


Рис. 1.1. Места определения пульса на артериях шеи, руки и ноги

Оказание первой помощи должно начинаться с оценки общего состояния больного или пострадавшего. С этой целью у больного чаще всего проводят исследование состояния сердечной деятельности (пульса), дыхания, сознания и температуры.

**Пульс** обычно определяют в нижней части предплечья, над лучезапястным суставом на ладонной стороне выше основания большого пальца. Пульс ощущается четырьмя пальцами оказывающего помощь человека в виде ритмичной пульсации лучевой артерии в течение одной минуты. Нормальная частота пульса у взрослых — от 60 до 80 ударов в минуту, у детей — от 78 до 80 в возрасте 10 лет и старше, у пятилетних — 98-100 и у новорожденных — 120-140 ударов. Пульс может быть учащенным и замедленным, напряженным и слабым, а также аритмичным. Значительное

учащение или замедление, а также появление аритмичности пульса указывают на нарушение сердечно-сосудистой деятельности.

Весьма важно наблюдение за частотой и ритмом дыхания больного. Частоту дыхания можно определить либо наблюдая дыхательные движения грудной клетки, либо положив ладонь на подложечную область больного. В норме частота дыхания у взрослых колеблется от 16 до 20 в минуту, а у детей несколько чаще. Дыхание может быть частым или редким, глубоким или поверхностным. Учащение дыхания наблюдается при повышении температуры и, особенно, при заболеваниях легких и сердца. При этом может нарушаться и ритм дыхания, когда дыхательные движения происходят через различные промежутки времени. Нарушения дыхательной деятельности могут сопровождаться изменением цвета кожи и слизистых оболочек губ — они приобретают синюшный оттенок (цианоз). Наиболее часто расстройство дыхания проявляется в виде одышки, при которой нарушаются его частота, глубина и ритм. Сильная и быстро возникающая одышка называется *удушьем*, а остановка дыхания — *асфиксией*. Нарушение дыхания, зависящее от заболеваний легких (пневмония и др.), может сопровождаться кашлем и выделением мокроты, иногда с примесью крови.

Потеря сознания может быть либо кратковременной (например, при обмороке) или более длительной (при повреждениях и заболеваниях головного мозга, при коматозных состояниях и др.). Иногда наблюдается своеобразная заторможенность, оглушенность, сонливость или судорожное состояние больного или пострадавшего, о чем всегда следует сообщать врачу.

Изменение температуры тела часто наблюдается при различных воспалительных процессах и инфекционных заболеваниях. У здоровых людей температура бывает в пределах 36,5-37°C, у детей — 37-37,5° С, а в пожилом возрасте — 35,5-36,5° С, причем утром температура обычно ниже, чем вечером.

Если у больного имеются общие явления, свойственные, например, особо тяжелым повреждениям (травматический шок, большая кровопотеря и т. п.), то, прежде всего, необходимо принять соответствующие меры к ликвидации или уменьшению этих жизненно опасных осложнений.

В том случае, когда у больного или пострадавшего резко нарушено или отсутствует дыхание или произошла остановка сердечной деятельности (что определяется по отсутствию дыхательных движений грудной клетки и отсутствию пульса), то немедленно приступают к искусственному дыханию и непрямому массажу сердца.



## Сердечно-легочная реанимация

Искусственная вентиляция легких (ИВЛ) имеет большое значение для спасения жизни пострадавшего, так как способствует насыщению крови кислородом при отсутствии самостоятельного дыхания. Прежде всего, следует убедиться в проходимости воздухопроводящих путей пострадавшего и устранить механические причины, препятствующие дыханию. С этой целью осматривают полость рта и носа, которые при помощи пальца, носового платка или марлевого тампона должны быть быстро очищены, от слюны, слизи или рвотных масс, земли, ила, песка и других инородных тел.

Перед началом искусственного дыхания необходимо быстро выполнить следующие операции (все эти подготовительные меры к искусственной вентиляции легких должны проводиться максимально быстро и занимать не более одной минуты):

- освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды;
- уложить пострадавшего на спину на горизонтальную поверхность;
- максимально запрокинуть голову пострадавшего назад, положив под затылок ладонь одной руки, а второй рукой надавливать на лоб пострадавшего (рис.1.2а) до тех пор, пока подбородок его не окажется на одной линии с шеей (рис.1.2б). При таком 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;
- пальцами обследовать полость рта и, если в нем обнаружится инородное содержимое, удалить его, вынув одновременно зубные протезы, если они имеются. Для удаления слизи и крови голову и плечи пострадавшего поворачивают в сторону (можно подвести свое колено под плечи пострадавшего), а затем с помощью носового платка или края рубашки, намотанного на указательный палец, очищают полость рта и глотки. После этого голове придают первоначальное положение и максимально запрокидывают ее назад, как указано на рис. 1.2.

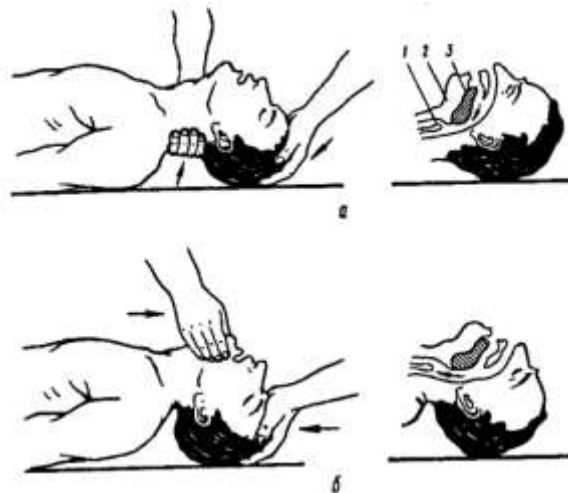


Рис. 1.2. Положение головы пострадавшего перед проведением искусственного дыхания способом «изо рта в рот»:

а) начальное положение головы: вход в гортань – 1 перекрыт надгортаником – 2 и запавшим языком – 3;

б) положение головы, при котором начинают искусственное дыхание: голова запрокинута назад, нижняя челюсть выдвинута вперед, надгортанник поднялся и язык отошел от входа в гортань, благодаря чему обеспечен свободный проход воздуха в нее.

Частота вдохов должна приближаться к физиологической, т.е. составлять 16–20 полных дыхательных циклов в минуту. Объем вдвухаемого воздуха составляет 1 – 1,5 л, чтобы вызвать достаточную стимуляцию дыхательного центра. Длительность искусственного дыхания различна и зависит от характера причины вызвавшей нарушение нормальной дыхательной деятельности, и ее тяжести. Однако во всех случаях следует руководствоваться общими правилами: *ИВЛ следует продолжать до тех пор, пока не восстановится самостоятельное и нормальное по глубине, частоте и ритму дыхание* или же не появятся явные признаки окончательной остановки сердечной деятельности, несмотря на применение мер для ее восстановления (массаж сердца и др.). Наиболее простым и эффективным способом ИВЛ является способ «рот в рот» или «рот в нос», который заключается в следующем: пострадавшего кладут на спину с резко запрокинутой назад головой, для чего подкладывают под плечи валик или удерживают голову руками. Оказывающий помощь стоит на коленях сбоку от пострадавшего (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Искусственное дыхание «рот в рот»

При этом положении просвет глотки и воздухоносных путей значительно расширяются и обеспечивается их полная проходимость, что является основным условием успешного проведения такого способа ИВЛ. Всякое смещение головы способно нарушить проходимость дыхательных путей, и часть воздуха может попасть в желудок. Поэтому необходимо тщательно удерживать голову пострадавшего в запрокинутом к спине положении. Перед тем, как начать вдвухать воздух через рот, следует плотно зажать нос пострадавшего, чтобы воздух не выходил через него. Оказывающий помощь делает глубокий вдох, широко раскрывает рот, быстро приближает его ко рту пострадавшего и, плотно прижав свои губы вокруг рта пострадавшего, делает глубокий выдох в рот последнего, т.е. вдвухает воздух в его легкие и раздувает их. При этом становится заметным подъем грудной клетки пострадавшего (вдох). После этого оказывающий помощь откидывается назад и вновь делает глубокий вдох. В это время грудная клетка пострадавшего опускается – происходит пассивный выдох. Затем оказывающий помощь вновь выдыхает воздух в рот пострадавшего и т. д. При попадании воздуха в желудок (что легко заметить по раздуванию надчревной области) одной ладонью, положенной на темя, удерживают голову пострадавшего в запрокинутом положении, а другой – осторожно, но непрерывно надавливают на область расположения желудка. Аналогичными приемами можно вдвухать воздух в нос (рис. 1.4). Для этого нос пострадавшего плотно охватывается губами оказывающего помощь. Во избежание выхождения воздуха через рот следует приподнять подбородок пострадавшего и тем самым закрыть ему рот.



Рис. 1.4. Искусственное дыхание «рот в нос»

По гигиеническим соображениям лицо пострадавшего перед вдуванием воздуха через рот или нос по возможности следует покрыть чистым платком, куском марли или другой легкой материи. Можно производить вдувание воздуха в легкие пострадавшего, используя обычную резиновую трубку.

**Наружный (непрямой) массаж сердца** вместе с искусственным дыханием относится к числу важнейших мероприятий, направленных на спасение жизни пострадавшего.

Наружный массаж сердца заключается в сильном и ритмичном сдавливании грудной клетки в направлении от грудины к позвоночнику, что вызывает сжатие и расправление сердца. В результате многократного сдавливания искусственно поддерживается кровообращение в организме.

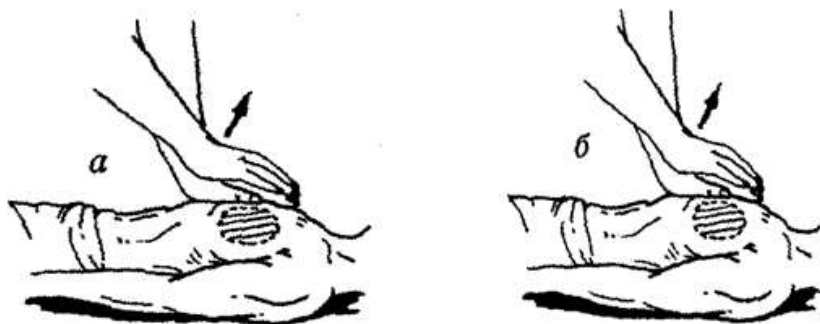


Рис. 1.5. Непрямой массаж сердца: *а* – положение сердца при поднятии рук; *б* – положение сердца при нажатии руками на область грудной клетки.

Массаж сердца следует выполнять до восстановления самостоятельной сердечной деятельности, признаками которой являются появление пульсации на сонных или лучевых артериях, уменьшение

синюшной или бледной окраски кожи, сужение зрачков и повышение артериального давления.

Наружный массаж сердца надо выполнять следующим образом:

- пострадавшего укладывают на спину на плотное основание (пол, земля и др.);
- оказывающий помощь становится сбоку от него и ладонными поверхностями рук, наложенными одна на другую, ритмично (80 – 100 раз в минуту) и сильно надавливает на область нижней трети поверхности грудины, сдавливая грудную клетку по направлению к позвоночнику на глубину не менее 3 – 4 см, используя собственную массу тела. Эту манипуляцию нужно выполнять выпрямленными руками в локтевом суставе (рис. 1.5).

Наружный массаж сердца у грудных детей надо проводить кончиками пальцев с частотой 100–120 раз в 1 мин в области нижнего края грудины, а у детей от 1 года до 12 лет так же, как у взрослых, но только одной рукой (рис. 1.6).

Если реанимацию выполняет 1 человек, то рекомендуется после каждых 15 нажатий на грудину делать 2 вдувания в легкие пострадавшего; если же 2 человека, то одно вдувание следует чередовать с 5 нажатиями на грудную клетку.

Искусственный массаж сердца требует большой выносливости и физического напряжения, так как иногда эту процедуру приходится выполнять больше 1,5–2 ч. Необходимо знать, что грубое выполнение может привести к перелому ребер с повреждением легких, сердца и других внутренних органах.



Рис. 1.6. Непрямой массаж сердца: а – у ребенка; б – у подростка.

Особую осторожность надо проявлять при оказании этого вида помощи детям и пожилым.

Эффективность проводимого непрямого массажа подтверждается появлением пульса на сонной или бедренной артерии. Через 1–2 мин кожа и

слизистые оболочки губ пострадавшего принимают розовый оттенок, зрачки сужаются.

Внимание! Искусственное дыхание и непрямой массаж сердца являются реанимационными мероприятиями. Их следует начинать немедленно и проводить до восстановления самостоятельного устойчивого пульса и дыхания, до прибытия врача или доставки пострадавшего в лечебное учреждение. При появлении явных признаков биологической смерти оказание помощи прекращают (отсутствие реакции зрачка на световое раздражение).

**Помните, что от быстроты и правильности ваших действий зависит жизнь человека!**

## **Кровотечения**

Кровотечением называют потерю крови организмом из поврежденного кровеносного сосуда.

Кровь представляет собой биологическую ткань, обеспечивающую нормальное существование организма. Количество крови у мужчин в среднем около 5 л, у женщин – 4,5 л; 55% объема крови составляет плазма, 45% – кровяные клетки, так называемые форменные элементы (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты и др.).

Кровь в организме человека выполняет сложные и многообразные функции. Она снабжает ткани и органы кислородом, питательными компонентами, уносит образующиеся в них углекислоту и продукты обмена веществ, доставляет их к почкам и коже, через которые эти токсические вещества удаляются из организма. Жизненная, вегетативная функция крови заключается в непрерывном поддержании постоянства внутренней среды организма, доставке тканям необходимых им гормонов, ферментов, витаминов, минеральных солей и энергетических веществ.

Организм человека без особых последствий переносит утрату только 500 мл крови. Истечение 1000 мл крови уже становится опасным, а потеря более 1000 мл крови угрожает жизни человека. Если утрачено более 2000 мл крови, сохранить жизнь обескровленному можно, лишь при условии немедленного и быстрого восполнения кровопотери. Кровотечение из крупного артериального сосуда может привести к смерти уже через несколько минут. Поэтому любое кровотечение должно быть, по возможности, быстро и надежно остановлено. Необходимо учитывать, что дети и лица преклонного возраста, старше 70-75 лет, плохо переносят и сравнительно малую потерю крови.

Кровотечение наступает в результате нарушения целостности различных кровеносных сосудов вследствие ранения или заболевания. Скорость истечения крови и интенсивность его зависят от характера и величины сосуда, особенностей его повреждения. Кровотечения бывают нередко при гипертонической, язвенной, лучевой и некоторых других болезнях. Эти нетравматические кровотечения происходят из носа, рта. Излившаяся кровь может скопиться в грудной полости, органах живота.

В зависимости от вида поврежденного сосуда различают артериальное, венозное, капиллярное и паренхиматозное кровотечения.

Если кровь изливается наружу через поврежденные ткани, то говорят о *наружном кровотечении*. Если же кровь изливается во внутренние полости, в просвет полых органов или между тканями, имеют в виду *внутреннее кровотечение*. Причиной кровотечения могут быть не только различные ранения или другие повреждения, но и различные заболевания внутренних органов: легких, желудка, кишечника и др.

*Артериальное кровотечение*, являющееся наиболее опасным, возникает при повреждении более или менее крупных артерий и характеризуется тем, что из раны сильной толчкообразной (пульсирующей) струей вытекает кровь алого цвета. Повреждение крупных артерий (бедренной, плечевой и др.) представляет опасность для жизни.

*Венозное кровотечение*. При венозном кровотечении кровь темно-красная, течет медленно, непрерывно. Венозное кровотечение менее интенсивное, чем артериальное, и поэтому реже носит угрожающий характер. Однако при ранении вен шеи и грудной клетки имеется другая (нередко смертельная) опасность: вследствие, того, что давление в этих венах может быть ниже атмосферного, то в них в момент вдоха может попасть воздушный пузырь, который в свою очередь может вызвать закупорку просвета кровеносного сосуда – воздушную эмболию и стать причиной молниеносной смерти.

*Капиллярное кровотечение* является следствием повреждения мельчайших кровеносных сосудов (капилляров) и характеризуется тем, что из всей поверхности раны сочится кровь, по цвету средняя между артериальной и венозной.

*Паренхиматозное кровотечение* наблюдается при повреждении так называемых паренхиматозных органов (печень, селезенка и др.) и является, по существу, смешанным кровотечением.

Кровотечение из капилляров и мелких сосудов чаще всего самопроизвольно останавливается в ближайшие минуты, так как в просвете поврежденных сосудов, вследствие свертывания крови,

образуются кровяные сгустки (тромбы), закупоривающие кровоточащий сосуд. Однако при пониженной свертываемости крови (лучевая болезнь, гемофилия) повреждение даже небольших сосудов может вызвать весьма длительное, а иногда и опасное для жизни кровотечение и кровопотерю.

Серьезные последствия, а иногда и большая опасность сильных кровотечений и обильных кровопотерь для организма диктуют одну из главных задач первой помощи при ранениях – остановку кровотечения и ликвидацию его последствий, т. е. острой кровопотери. Различают временную (предварительную) и окончательную остановку кровотечения.

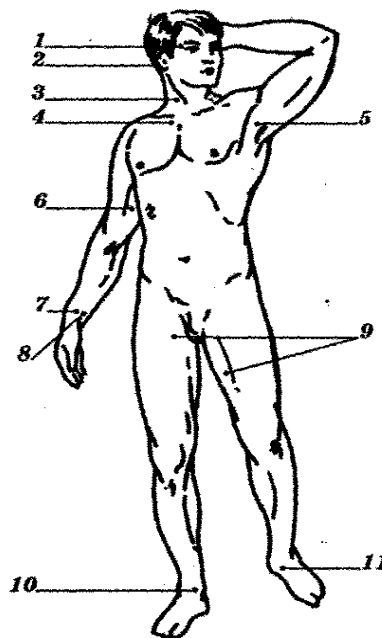
*Временные способы остановки кровотечения* применяются обычно в условиях оказания первой помощи. К ним относятся: возвышенное (приподнятое) положение поврежденной части тела, прижатие сосуда на протяжении, резкое сгибание конечности, давящая повязка, тампонада и наложение кровоостанавливающего жгута.

*Приподнятое положение* (с помощью подкладывания подушки и др.) поврежденной части тела чаще всего применяется при ранениях конечностей, в частности, при венозных кровотечениях. Такое положение целесообразно придать конечности лишь после наложения давящей повязки на рану.

*Прижатие сосуда на протяжении* состоит в том, что кровоточащий сосуд прижимают не в области самой раны, а выше нее. Способ этот применяют, как правило, при сильном артериальном или венозном кровотечении. Прижимают кровеносный сосуд обычно в тех местах, где он расположен относительно поверхностно и где удастся пальцами прижать его к подлежащей кости, т. е. сдавить его и закрыть просвет. Прижимать сосуд к кости следует не одним, а несколькими пальцами. Для каждого крупного артериального сосуда имеются определенные анатомические точки, где целесообразнее всего производить его прижатие. Так, височную артерию прижимают впереди мочки уха, плечевую артерию – у внутреннего края двуглавой мышцы плеча (бицепса) и т. д. (рис. 1.7).

Рис. 1.7. Точки временного пережатия артерий:

- 1 – височная;
- 2 – затылочная;
- 3 – правая общая сонная;
- 4 – подключичная;
- 5 – подмышечная;





- 6 – плечевая;
- 7 – лучевая;
- 8 – локтевая;
- 9 – бедренная;
- 10 – передняя большеберцовая;
- 11 – задняя большеберцовая.

*Резкое (максимальное) сгибание конечности*, например, в локтевом или коленном суставах при ранении предплечья или голени (стопы), иногда бывает настолько эффективным, что необходимость наложения жгута отпадает. Этот прием (резкое сгибание) приходится употреблять и при сильном кровотечении из ран, расположенных у основания (корня) конечности, когда наложение жгута невозможно. В этих случаях при кровотечении из верхней конечности руку фиксируют в положении до отказа заведенной за спину, а при кровотечении из нижней конечности – ногу закрепляют согнутой и приведенной к животу (см. рис. 1.8).

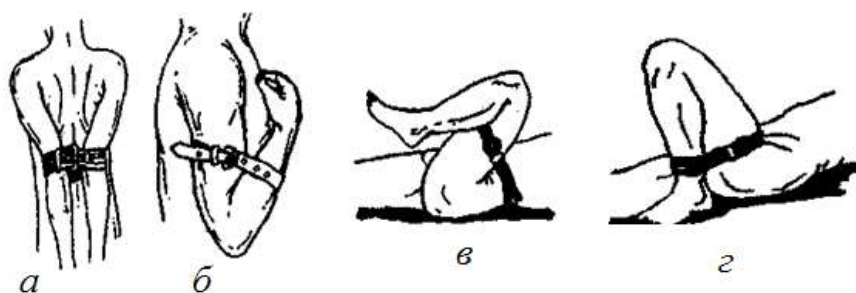


Рис. 1.8. Временная остановка кровотечения

*а* – максимальным отведением или подведением верхних конечностей к поясице; *б* – сгибанием руки в локтевом суставе, *в* – сгибанием ноги в тазобедренном суставе; *г* – сгибанием ноги в коленном суставе.

*Давящую повязку* в качестве способа временной остановки кровотечения применяют довольно часто при небольших кровотечениях. Сущность способа заключается в том, что после смазывания краев раны йодной настойкой на нее накладывают несколько стерильных марлевых салфеток, поверх которых кладут довольно толстый слой ваты, затем все это туго, т.е. с определенным давлением, прибинтовывают марлевым или другим бинтом.

Самым надежным способом временной остановки сильного артериального кровотечения является *наложение*

*кровоостанавливающего жгута* на тот или иной отдел поврежденной конечности – ее круговое перетягивание (рис. 1.9). Существует много видов кровоостанавливающих жгутов (резиновые, матерчатые и др.), но самым простым и наиболее распространенным является резиновый жгут Эсмарха; при его отсутствии можно использовать любой подручный материал: типовую трубку, полотенце, ремень, веревку, платок и т. п.

Жгут накладывается следующим образом. Часть конечности, где будет лежать жгут, обертывают полотенцем или несколькими слоями бинта (подкладка). Затем поврежденную конечность приподнимают, жгут растягивают, делают 2–3 оборота вокруг конечности, чтобы несколько сдавить мягкие ткани, и закрепляют концы жгута с помощью цепочки и крючка или завязывают узлом (рис. 1.9). Правильность наложения жгута проверяется прекращением кровотечения из раны и исчезновением пульса на периферии конечности.

При употреблении жгута не редко допускаются серьезные ошибки:

- накладывают жгут без достаточных показаний — его следует применять лишь в случаях сильного артериального кровотечения, которое невозможно остановить другими способами;
- жгут накладывают на обнаженную кожу, что может вызвать ее ущемление и даже омертвление;
- неправильно выбирают места для наложения жгута – его надо накладывать выше места кровотечения при артериальном кровотечении;
- неправильно затягивают жгут; слабое затягивание усиливает кровотечение, а очень сильное – сдавливает нервные окончания.

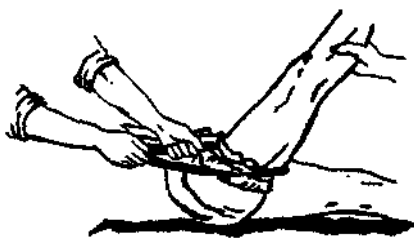


Рис. 1.9. Наложение кровоостанавливающего жгута

При наложении жгута происходит сдавливание всех сосудов конечности, поэтому полностью прекращается приток крови к тем отделам конечности, которые расположены ниже (дистальнее) жгута, что, естественно, резко нарушает питание этих отделов. Надо всегда учитывать это важное обстоятельство: кровоостанавливающий жгут должен по возможности меньше находиться на конечности. Следует

твёрдо запомнить правило: максимальное время, в течение которого можно не снимать жгут на бедре, в теплое время года составляет 1,5–2 ч, в холодное время – 1 ч. Превышение указанного времени может привести к омертвлению обескровленной конечности. У людей же, подвергшихся воздействию ионизирующей радиации – в пределах 30–60 мин. Также необходимо вложить под жгут записку с указанием даты и времени наложения. Пострадавшего с наложенным жгутом необходимо немедленно направить к врачу или в лечебное учреждение для окончательной остановки кровотечения и снятия жгута, которое производят путем постепенного его распускания.

*Окончательная остановка кровотечения* осуществляется обычно врачом при оказании хирургической помощи раненому (первичная обработка раны и др.) и чаще всего состоит в перевязке кровоточащих сосудов.

## **Раны**

Раной называется повреждение тканей человеческого тела — его покровов, кожи, слизистых оболочек, глубже расположенных биологических структур и органов.

*Раны бывают поверхностными, глубокими и проникающими в полости тела.*

*Причины ранения* — различные физические или механические воздействия. В зависимости от их силы, характера, особенностей и мест приложения они могут вести к разнообразным дефектам кожи и слизистых, разможению и ушибам мышц, травмам нервных проводников и кровеносных сосудов.

Рана нередко осложняется повреждением внутренних органов, переломами костей и суставов. Обширная и глубокая рана, как правило, сопровождается сотрясением и ушибом окружающих ее тканей и органов, распространенным тромбозом (закупоркой) артерий и вен.

Различают *колотые, резаные, ушибленные, рубленые, рваные, укушенные и огнестрельные раны.*

Колотые раны являются следствием проникновения в тело колющих предметов — иглы, гвоздя, шила, ножа, острой щепки и др.

Форма входного отверстия и раневого канала, особенности повреждения зависят от величины ранящего орудия и глубины его проникновения. Колотые раны, нанесенные большим и острым предметом, расположенные на голове, лице, шее, груди и животе, могут быть весьма опасными, если ранящий снаряд проник далеко и повредил какой-нибудь крупный венозный сосуд или внутренний орган. Такие

пострадавшие должны быть немедленно направлены в травматологическое или хирургическое отделение больницы для врачебного обследования, рентгенографии и лечения.

Резаные раны, наносятся острыми предметами — бритвой, ножом, стеклом, обломками железа. Они отличаются ровными краями, обильным кровотечением.

Ушибленные раны происходят от действия тупых предметов — удара камнем, молотком, частями двигающихся машин, вследствие падения с высоты. Это тяжелые и опасные раны, часто связанные со значительным повреждением и размятостью тканей. Они мало кровоточат и имеют предрасположенность к длительным гнойным осложнениям.

Рубленые раны представляют собою как бы комбинацию резаных и ушибленных ран. Нередко они сопровождаются тяжелой травмой мышц и костей. Рваные раны отличаются раздавленностью поврежденных тканей, отрывом и разможением пострадавших частей тела.

Укушенные раны наносятся зубами кошек, бродячих собак, другими домашними и дикими животными, змеями. Их главная опасность — возможность крайне тяжелых последствий (бешенство, столбняк). Поэтому лица с такими ранами должны быть незамедлительно доставлены в соответствующее медицинское учреждение для обследования, обработки поврежденных тканей и проведения необходимых прививок.

Огнестрельные раны — это особый вид повреждений. Они являются результатом преднамеренного или неосторожного применения огнестрельного оружия и могут быть пулевыми, осколочными, дробовыми, шариковыми, пластиковыми. Огнестрельные раны отличаются большой зоной повреждения, травмой внутренних органов, сосудов и нервов.

Получившие огнестрельные ранения нуждаются в своевременной и квалифицированной помощи врача-специалиста.

*Признаки.* Первыми следствиями ранений являются боль и кровотечение. Рана опасна возможным повреждением важного органа, кровопотерей и развитием, так называемой, раневой или гнойной инфекции. Микробы, попадая через рану в ткани пострадавшего, могут привести к развитию инфекционного процесса: местного, ограниченного (и поэтому менее опасного) или общего, ведущего к тяжелой реакции всего организма.

Заражение раны микробной флорой происходит через ее «открытые ворота». Микробы могут попасть в рану вместе с ранящим предметом или с одежды и кожи самого раненого, а также при неумелом,

неосторожном оказании помощи пострадавшему (грязные руки, нестерильный перевязочный материал и др.).

Все раны должны быть по возможности быстро и надежно закрыты повязкой, чтобы уменьшить боль и предупредить их инфицирование.

*Первая помощь.* Задача оказывающего первую помощь при ранении — остановить опасное кровотечение (хотя бы временно), и закрыть рану чистой, стерильной повязкой. Рекомендуется использовать в этих случаях индивидуальный перевязочный пакет.

На кровоточащую рану нужно наложить давящую повязку. Если кровотечение после этого продолжается, следует наложить поверх первой повязки несколько слоев ваты и перевязочного материала и вновь забинтовать раненую часть тела. При сильном кровотечении поврежденных сосудов конечностей показано применение кровоостанавливающего жгута. Если кровотечение из раны незначительно или его нет, поврежденная поверхность тела должна быть обязательно закрыта надежно укрепленной мягкой и чистой повязкой.

Не следует трогать рану руками, нельзя удалять из нее инородные тела — обрывки одежды, осколки стекла, дерева и др. Не нужно и промывать ее водой или лекарственными жидкостями (до осмотра врачом). После смазывания краев раны йодом на рану накладывают стерильную повязку.

После перевязки раны пострадавшего следует уложить, а раненой части тела придать наиболее удобное положение.

## **Вывихи и переломы**

Вывихами называется стойкое смещение суставных частей сочленяющихся костей, сопровождающееся повреждением суставной сумки.

Признаками вывиха служат:

- изменение формы сустава;
- нехарактерное положение конечности;
- боль;
- пружинящая фиксация конечности при попытке придать ей физиологическое положение;
- нарушение функции сустава.

Наиболее часто встречаются травматические вывихи, обусловленные чрезмерным движением в суставе. Это происходит,

например, при сильном ударе в область сустава, падении. Как правило, вывихи сопровождаются разрывом суставной сумки и разъединением сочленяющихся суставных поверхностей. Попытка сопоставить их не приносит успеха и сопровождается сильнейшей болью и пружинящим сопротивлением. Иногда вывихи осложняются переломами.

Поскольку любое, даже незначительное движение конечности при вывихах несет нестерпимую боль, прежде всего, необходимо зафиксировать конечность в том положении, в котором она оказалась, обеспечив ей покой на этапе госпитализации. Для этого используются транспортные шины, специальные повязки или любые подручные средства. Для иммобилизации верхней конечности можно использовать косынку, узкие концы которой завязывают через шею. При вывихе нижней конечности под нее и с боков подкладывают шины или доски и прибинтовывают к ним конечность. При вывихе пальцев кисти производят иммобилизацию всей кисти к какой-либо ровной твердой поверхности. В области суставов между шиной и конечностью прокладывают слой ваты. При вывихе нижней челюсти под нее подводят пращевидную повязку (напоминает повязку, надеваемую на руку дежурным), концы которой перекрестным образом завязывают на затылке (рис. 1.10).



Рис. 1.10. Пращевидная повязка подбородка

После наложения шины или фиксирующей повязки пациента необходимо госпитализировать для вправления вывиха.

Перелом кости – полное или частичное нарушение целостности кости при нагрузке, превышающей прочность травмируемого участка скелета. Переломы могут возникать как вследствие травмы, так и в результате различных заболеваний, сопровождающихся изменениями в прочностных характеристиках костной ткани. Переломы могут быть закрытыми (без повреждения кожного покрова) и открытыми (с повреждением кожного покрова). Возможны также трещины кости.

Признаками перелома служат:

- деформация конечности в месте перелома;

- невозможность движения конечности;
- укорочение конечности;
- похрустывание костных отломков под кожей;
- боль при осевом поколачивании (вдоль кости);
- при переломе костей таза – невозможность оторвать ногу от поверхности, на которой лежит пострадавший.

Если перелом сопровождается повреждением кожного покрова, его нетрудно распознать при наличии костных отломков, выходящих в рану. Сложнее установить закрытые переломы. Основные признаки при ушибах и переломах – боль, припухлость, гематома, невозможность движений – совпадают. Ориентироваться следует на ощущение похрустывания в области перелома и боль при осевой нагрузке. Последний симптом проверяется при легком поколачивании вдоль оси конечности. При этом возникает резкая боль в месте перелома.

При оказании первой помощи при закрытых переломах, точно также как и при вывихах, необходимо обеспечить иммобилизацию конечности и покой пострадавшего. Средства иммобилизации включают шины, вспомогательные приспособления.

При переломах костей бедра и плеча шины накладывают, захватывая три сустава (голеностопный, коленный, бедренный и лучезапястный, локтевой и плечевой, соответственно).

Техника обездвиживания отломков костей при повреждении бедра шинами следующая: берут 2 рейки соответствующей длины, обертывают их ватой или другими мягкими материалами (тканью или элементами одежды) и прибинтовывают к конечности. Более длинную рейку укладывают по наружной поверхности конечности от подмышечной области до стопы, короткую рейку – по внутренней поверхности от промежности до внутреннего края стопы. Стопа устанавливается под углом 90°. Обе рейки круговыми витками бинта, ремнями или полосками материи фиксируют к туловищу и конечности (рис. 1.11).



Рис. 1.11. Шинные повязки на бедро

При переломе плеча шина должна идти от середины лопатки здоровой стороны, затем – по спине, обогнуть плечевой сустав,

спуститься по плечу до локтевого сустава, затем – изгиб под прямым углом, и далее – по предплечью и кисти до основания пальцев. В подмышечную впадину на стороне повреждения до наложения шины вкладывают комок ваты или свернутую косынку. Шину укрепляют бинтом. Если нет ничего подходящего, чтобы сделать такую сложную шину, можно уложить на плечо сверху и снизу до согнутого локтя деревянные шины. Если уж совсем ничего под рукой нет – подвесить руку на косынке (рис. 1.12).

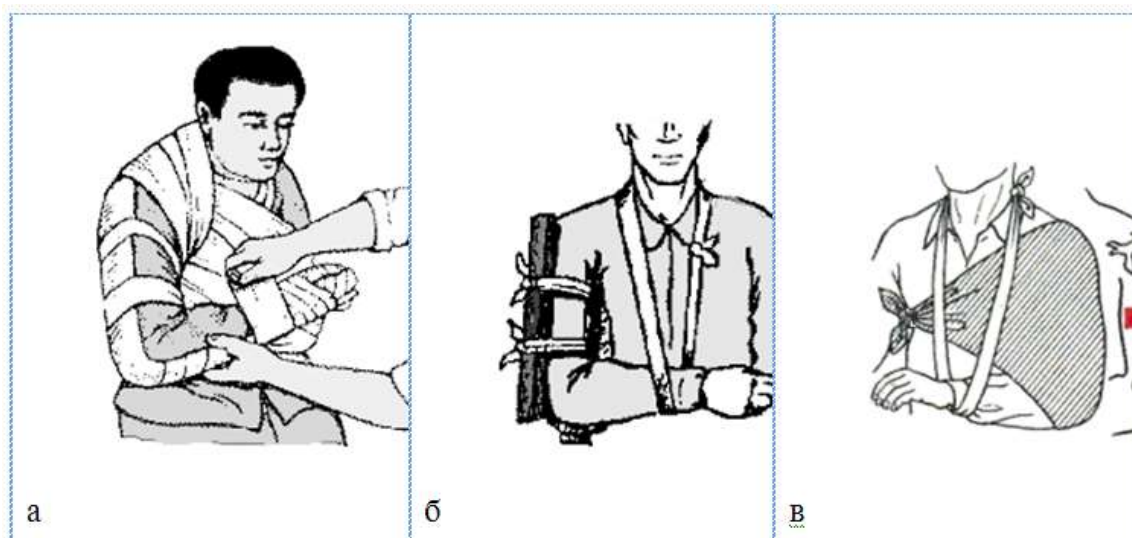


Рис. 1.12. Шинные повязки на плечо: а – фиксация перелома плеча изогнутой шиной;  
б – фиксация перелома плеча деревянными шинами; в – фиксация перелома плеча косынкой.

В остальных случаях фиксируют два сустава – выше и ниже места перелома (перелом голени, предплечья). Ни в коем случае не нужно сопоставлять отломки костей – этим можно вызвать кровотечение.

Переломы голени фиксируют двумя шинами, наложенными по бокам конечности от пальцев до верхней трети бедра (рис. 1.13). Допустима иммобилизация бедра и голени методом "нога к ноге", но этот способ весьма ненадежен, поэтому особенно на него рассчитывать не стоит.



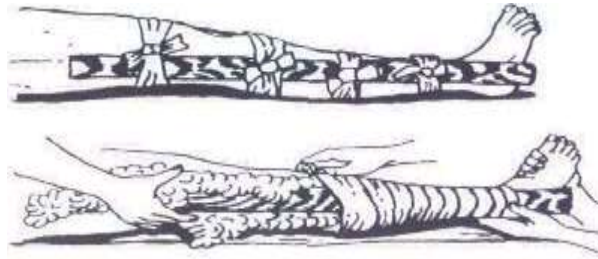


Рис. 1.13. Наложение шинной повязки при переломе костей голени

Переломы предплечья фиксируют на прямой шине с обязательной фиксацией локтевого сустава (обычно – в согнутом до прямого угла положении). Затем поврежденную руку подвешивают на косынке (рис. 1.14).

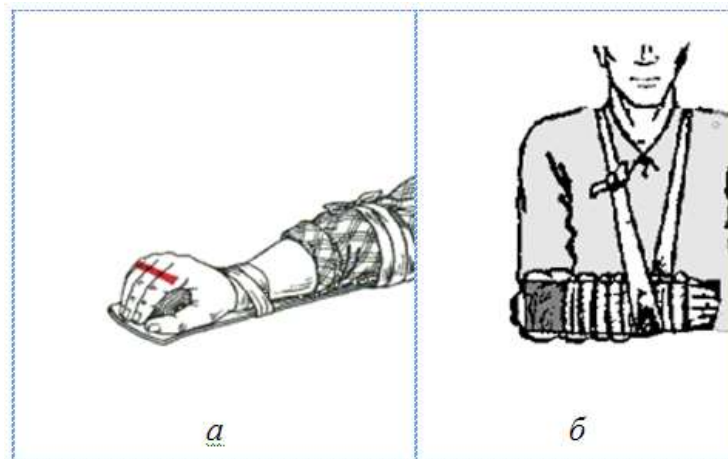


Рис. 1.14. Фиксация шин на предплечье:  
*а* – фиксация перелома предплечья на деревянной шине – начало;  
*б* – полностью фиксированный перелом предплечья.

Переломы костей кисти иммобилизируют шиной, уложенной по ладонной поверхности, доходящей до середины предплечья с одной стороны и, выступающей за фаланги пальцев – с другой. Предварительно необходимо вложить в ладонь кусок ваты или ткани.

При повреждении позвоночника пострадавшего необходимо положить на твердую подстилку (доску, фанеру, дверь и т.д.) — на спину или живот, в зависимости от того, в каком положении он находится. Поднимать пострадавшего следует очень осторожно, привлекая для этого трех-четырех человек, избегая при подъеме любых сотрясений и сгибов позвоночника.

При переломах ребер на грудную клетку нужно наложить тугую круговую повязку на выдохе.

При открытых переломах стоят две задачи:

- остановить кровотечение;
- произвести иммобилизацию конечности.

Если кровь изливается пульсирующей струей (артериальное кровотечение), выше места кровотечения следует наложить жгут. После остановки кровотечения на область раны накладывается асептическая повязка и производится иммобилизация. Если кровь изливается равномерной струей, необходимо наложить давящую асептическую повязку и произвести иммобилизацию.

Иммобилизация осуществляется так же, как и при закрытых переломах. Следует помнить, что шину не укладывают на голую кожу – под нее обязательно подкладывают одежду, ткань или вату.

Необходимо знать, что при открытом или закрытом (со смещением костных отломков) переломе крупных костей нужна срочная госпитализация и репозиция (восстановление анатомического положения) костей в условиях больницы. Если после перелома прошло более 2 часов, а костные отломки не сопоставлены, возможно, тяжелейшее осложнение – жировая эмболия, которая может привести к смерти или инвалидности пострадавшего.

## **Шок**

*Шоком* называется тяжелое общее состояние пострадавшего, внезапно возникающее вслед за травмой: угнетение нервной системы и всех жизненных процессов организма, прогрессивное катастрофическое падение артериального давления.

Причины шока весьма разнообразны, но здесь нас интересует так называемый травматический шок, возникающий при травмах. Любое тяжелое (особенно множественное) повреждение, сопровождающееся сильными болевыми ощущениями, может вызвать шоковые явления, однако наиболее часто они наблюдаются при таких травмах, которые сопровождаются обширным разможением мягких тканей, повреждением органов грудной и брюшной полостей или крупных нервных стволов, раздроблением костей, отрывом конечностей, при обширных ожогах и т.п.

Шок чаще всего бывает при уличных или транспортных травмах, при падении с высоты и т.п. При тяжелых повреждениях появлению шока могут способствовать многие предрасполагающие причины: охлаждение, значительная потеря крови, голодание, жажда,

переутомление, перевозка пострадавших на тряском транспорте, неудовлетворительная иммобилизация места повреждения (например, перелома), психические и психологические переживания и др.

*Травматический шок* характеризуется следующими признаками:

- полное безразличие пострадавшего ко всему окружающему (однако сознание сохраняется);
- бледность покровов (иногда с легким синюшным или сероватым оттенком);
- холодный и липкий пот;
- слабый и частый, иногда нитевидный пульс;
- поверхностное, частое, иногда неправильное дыхание;
- падение температуры тела (иногда до 32–30 °С) и артериального давления.

Очень характерным бывает неподвижное выражение лица у пострадавших, находящихся в состоянии шока. Иногда отмечаются жажда, тошнота или рвота. В более редких случаях при шоке вначале могут наблюдаться явления возбуждения (так называемая эректильная стадия шока).

Степень тяжести шоковых явлений может быть различной. Самая тяжелая форма шока переходит в так называемое терминальное (предельное) состояние.

В зависимости от тяжести различают 4 степени травматического шока:

1) *легкая степень*: общее состояние пострадавшего удовлетворительное, бледность, пульс 90–110 ударов в минуту;

2) *средняя степень*: общее состояние тяжелое, пострадавший бледен, иногда беспокоен, кожа покрыта холодным потом, пульс 110–130 ударов в минуту;

3) *тяжелая степень*: общее состояние пострадавшего очень тяжелое, пульс 130–160 ударов, с трудом сосчитываемый, иногда нитевидный, непрощупываемый;

4) *терминальное (предельное), или агональное состояние*, при котором человек теряет сознание, пульс становится нитевидным, почти несчитываемым, дыхание частым и поверхностным. Терминальное состояние часто кончается смертью пострадавшего.

К пострадавшему, находящемуся в шоковом состоянии, необходимо немедленно вызвать врача скорой помощи. До прибытия врача нужно сделать следующее:

1. Пострадавшему обеспечить максимальный покой не только всего организма, но и создание покоя для пострадавшей части тела, что

достигается, например, при переломах или обширных повреждениях мягких тканей, путем тщательной иммобилизации конечности. Если возникает необходимость наложить повязку на рану или шины в области перелома, то для того, чтобы не особенно тревожить поврежденную часть тела и не охлаждать пострадавшего, не следует снимать одежду (например, брюки), а разрезать ее в области раны или перелома. Перевозку таких больных, как правило, производят лишь после выведения их из состояния шока, угрожающего жизни или только в экстренных случаях.

2. Дать больному крепкий горячий чай, кофе или 100 гр. вина.

3. Согреть пострадавшего, что необходимо даже в жаркое время: его кладут в теплое помещение, укутывают в теплую одежду или одеяло.

Таким образом, оказывающий первую помощь при шоке должен сделать следующее: устранить действие поражающего фактора, иммобилизовать поврежденную часть тела (при наличии раны – сначала наложить стерильную повязку, а при сильном кровотечении – жгут), согреть пострадавшего (дать горячее питье, укутать, положить грелки).

Весьма важна *профилактика шока* при различных повреждениях. Следует иметь в виду все факторы, располагающие к развитию шока, о которых говорилось выше. Поэтому при каждой травме (особенно тяжелой) необходимо принять все меры к уменьшению боли и кровопотери. Очень важно также устранить располагающие факторы, как охлаждение, жажда, возбуждение, волнение и пр. Следует подчеркнуть, что одной из самых существенных мер профилактики шока является своевременная и хорошая иммобилизация перелома, остановка кровотечения, а также правильная транспортировка.

## **Ожоги**

Ожогами называют повреждения тканей организма, возникшие в результате местного воздействия высокой температуры (термические ожоги), химических веществ (химические ожоги), электрического тока (электрические ожоги), ионизирующего излучения (лучевые ожоги). *Термические ожоги* вызываются пламенем, горячими жидкостями или паром, воздействием раскаленных предметов. *Химические ожоги* – действием едких щелочей, крепких растворов кислот, йода, марганцовокислого калия и т.д. Особенностью электрических ожогов является дополнительное поражение электромагнитным полем внутренних органов (электротравма). Лучевые ожоги могут быть вызваны инфракрасным, ультрафиолетовым или ионизирующим

излучением, при этом всегда есть и общие изменения в организме (лучевая болезнь). Тяжесть ожога зависит от глубины и площади поражения тела. По глубине ожоги делятся на четыре степени.

*I степень* характеризуется повреждением самого поверхностного слоя кожи (эпидермиса), состоящего из эпителиальных клеток. При этом появляется покраснение кожи, небольшая припухлость, сопровождающаяся болезненностью. Через два – три дня эти явления самостоятельно проходят, и после ожога не остается никаких следов, исключая незначительный зуд и шелушение кожи.

*II степень* отличается образованием пузырей с желтоватой жидкостью на фоне покраснения кожи. Пузыри могут образовываться сразу после ожога или спустя некоторое время. Если пузыри лопаются, то обнажается ярко-красная эрозия. Заживление при этой степени происходит обычно к 10-12 дню без образования рубцов.

*III степень* ожогов характеризуется большей глубиной поражения с омертвением тканей (некроз) и образованием ожогового струпа. Струп представляет собой сухую корку от светло-коричневого до почти черного цвета; при ошпаривании же струп бывает мягким, влажным, белесовато-серого цвета. Выделяют IIIА степень, при которой сохраняются эпителиальные элементы кожи, являющиеся исходным материалом для самостоятельного заживления раны, и IIIБ степень, при которой все слои кожи полностью погибают и образовавшаяся ожоговая рана заживает посредством рубцевания.

*IV степень* ожогов сопровождается обугливанием кожи и поражением глубже лежащих тканей – подкожной жировой клетчатки, мышц и костей. Ожоги I-IIIА степени считаются поверхностными, а ожоги IIIБ-IV степени – глубокими. Точно определить степень ожога (особенно отличить IIIА от IIIБ степени) можно только в медицинском учреждении при использовании специальных диагностических проб.

Для приблизительного определения площади пораженной поверхности пользуются "правилом ладони": площадь ладони пострадавшего приблизительно равна 1% от площади поверхности его тела. Для взрослых людей критическим состоянием считается тотальный ожог I степени, ожоги II-IIIА степени более 30% поверхности тела (хотя при правильном лечении спасают жизнь и при ожогах более 60%). Опасен для жизни глубокий ожог 10 – 15% поверхности тела, а также ожоги лица, верхних дыхательных путей и промежности. При обширных поверхностных ожогах и глубоких ожогах более 10% поверхности тела высока вероятность развития ожогового шока, причинами которого являются сильный болевой синдром и большая потеря жидкости через ожоговую поверхность. Для этого

состояния характерно нарастание заторможенности вслед за кратковременной стадией возбуждения, человек зябнет, его мучает жажда, пульс учащается, артериальное давление падает, уменьшается мочеотделение. В особо тяжелых случаях пострадавший теряет сознание, моча становится темно-коричневого цвета. Ожоговый шок является первой стадией ожоговой болезни и всегда представляет опасность для жизни пострадавшего, лечить его можно только в условиях стационара.

### ***Первая помощь при термических ожогах***

В случае загорания собственной одежды, ни в коем случае не стоит бежать. Если под рукой есть емкость с холодной водой, тогда можно потушить пламя, вылив ее на себя. Если же нет, то в первую очередь, нужно сбросить с себя горящую одежду, либо лечь на пол, и, перекатываясь по полу, сбить пламя на одежде и окончательно его потушить. Если необходимо помочь горящему человеку, то следует остановить его, набросить сверху пальто, пиджак, покрывало (то есть перекрыть доступ воздуху) или облить горящую одежду водой, или заставить человека тушить пламя, перекатываясь по земле. Когда пламя сбито, пострадавшему необходимо оказать первую помощь. Сначала снять обгоревшую одежду. Так как одежда могла прилипнуть к телу, ее не нужно срывать и обрывать, а аккуратно срезать ножницами. Далее необходимо наложить стерильную марлевую повязку или из любой чистой ткани, оказавшейся под рукой (платок, матерчатая салфетка и т.д.). Если ожог обширный, то следует завернуть пострадавшего в чистую ткань. После оказания первой помощи получившему ожог человеку в обязательном порядке вызвать скорую помощь.

Если в результате ожога появились пузыри, ни в коем случае нельзя их прокалывать. Также категорически запрещается смазывать ожоги яичным желтком, подсолнечным маслом, мазями, посыпать порошком, смазывать обожженное место маслом, детским кремом, хозяйственным мылом и т.д., так как они способствуют загрязнению обожженной поверхности и заражению инфекциями, а также при этом замедляется теплоотдача, а, следовательно, увеличивается площадь и глубина поражения. Облепиховое масло и различные мази по назначению врача используются на более поздних стадиях лечения, так как они ускоряют заживление ожогового дефекта.

Пострадавшему необходимо пить больше жидкости. До приезда скорой помощи, у пострадавшего может появиться озноб, тогда его необходимо согреть: укрыть теплым одеялом, и дать выпить 100 гр. вина для снятия болевого шока и стресса.

Если ожог получен в результате прикосновения к раскаленным предметам, то правила оказания первой помощи следующие. Во-первых, обожженную поверхность кожи следует обмыть прохладной водой, подержать под водой минут 10-15 для отведения лишнего тепла. Во-вторых, наложить чистую марлевую или тканевую повязку. В-третьих, вызвать скорую помощь.

При ожоге паром пострадавшего нужно сразу же облить водой комнатной температуры, а затем очень осторожно снять одежду, так как вместе с ней можно повредить целостность обожженной кожи. Одежду же лучше разрезать ножницами и удалять по частям. При ожогах первой степени, которые характеризуются только покраснением и болью, достаточно после охлаждения смочить обожженное место водкой, наложение повязки не обязательно. При глубоких и обширных ожогах необходимо дать пострадавшему обезболивающее, укутать, дать теплое питье, желательное – щелочное (минеральную воду или раствор 1/2 чайной ложки соды и 1 чайной ложки поваренной соли на литр воды).

Нельзя прикладывать натуральный лед к обожженной коже, так как это может привести к омертвлению клеток кожи и не восстановлению их в дальнейшем.

**Электротермический ожог** – как ясно из названия, это ожог, полученный в результате воздействия электрического тока. Правила оказания первой помощи: вывести пострадавшего из зоны воздействия тока – обесточить источник поражения, либо оттащить человека с помощью любого предмета, не проводящего электрический ток. Далее необходимо следовать тем же правилам оказания первой помощи, что и при термических ожогах.

### ***Химические ожоги***

Во-первых, перед тем, как оказывать первую помощь при химических ожогах, нужно снять пропитанную химическими веществами одежду.

Во-вторых, обильно промыть обожженные участки тела под струей воды в течение 10-15 мин. **НО! Категорически, этого нельзя делать при ожоге негашеной известью, которую смывать надо растительным маслом или удалять механическим путем.** Необходимо удалить все кусочки извести и затем наложить марлевую повязку. Химические вещества нужно именно смывать под струей воды, а не пытаться удалить салфетками, тампонами, смоченными водой с пораженного участка кожи, так как в этом случае они интенсивно проникают в поверхностные слои кожного покрова.

В-третьих, необходимо знать, что важным действием первой помощи при химических ожогах является нейтрализация химических веществ. Если ожог вызван кислотой, то нужно промыть поврежденный участок кожи мыльной водой или 2 % раствором пищевой соды (это 1 чайная ложка пищевой соды на 2,5 стакана воды), чтобы нейтрализовать кислоту. Если же ожог получен в результате контакта со щелочью, то следует промыть поврежденный участок кожи раствором борной или лимонной кислоты.

В-четвертых, наложить сухую марлевую или тканевую повязку и обратиться к врачу.

Если проводились опыты с фосфором и в результате его попадания на кожу получен ожог, то его можно нейтрализовать 5% раствором медного купороса (сернокислой меди). Но медный купорос в аптеках не продают, его можно найти только в специальных магазинах. Поэтому при таком химическом ожоге необходимо немедленно обратиться за помощью к врачу. Обычно, в больницах содержатся все необходимые лекарства первой необходимости.

Дальнейшее лечение ожогов проводится в медицинском учреждении.

### ***Солнечный ожог***

После длительного пребывания на солнце кожа, не защищенная одеждой, или, солнцезащитным кремом, сильно краснеет, и в итоге получает солнечный ожог. Часто солнечный ожог дополняется общим перегреванием тела. Какие же правила оказания первой помощи в данной ситуации?

При солнечном ожоге, во-первых, необходимо принять прохладный душ. Если пострадавший не в состоянии самостоятельно принять душ, его следует обмыть холодной водой. Во-вторых, необходимо пить много жидкости (чай, молоко, морс) для восстановления баланса воды в организме. В-третьих, в число методов оказания первой помощи при сильных солнечных ожогах, смазать кожу борным вазелином или сделать компресс из раствора календулы. Календула – это лекарственное растение, настойка календулы продается в любой аптеке. Для компресса необходимо развести настойку календулы в холодной воде в пропорции 1:10. В-четвертых, если поднялась температура, необходимо выпить жаропонижающее средство. Если пострадавший с обширным ожогом, то следует вызвать врача. Врач введет обезболивающее средство и назначит лечение.



## Поражение электрическим током

Поражение током – сложный физико-химический процесс, складывающийся из термического, электролитического и механического воздействий на организм.

Термическое воздействие заключается в нагреве тканей и биологических сред организма, что ведет к перегреву всего организма и, как следствие, нарушению обменных процессов и связанных с ним отклонений, а также к ожогам.

Электролитическое воздействие заключается в разложении крови, плазмы и прочих физиологических растворов организма, после чего они уже не могут выполнять свои функции.

Биологическое воздействие связано с раздражением и возбуждением нервных волокон и других органов.

Различают два основных вида поражений электрическим током: электрические травмы и удары.

К электрическим травмам относятся:

- электрический ожог — результат теплового воздействия электрического тока в месте контакта;
- электрический знак — специфическое поражение кожи, выражающееся в затвердевании и омертвлении верхнего слоя;
- металлизация кожи — внедрение в кожу мельчайших частичек металла;
- электроофтальпия — воспаление наружных оболочек глаз из-за воздействия ультрафиолетового излучения дуги;
- механические повреждения, вызванные непроизвольными сокращениями мышц под действием тока.

Электрическим ударом называется поражение организма электрическим током, при котором возбуждение живых тканей сопровождается судорожным сокращением мышц.

В зависимости от возникающих последствий электроудары делят на четыре степени:

I — судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II — судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимися дыханием и работой сердца;

III — потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (или того и другого);

IV — состояние клинической смерти.

Тяжесть поражения электрическим током зависит от многих факторов:

- силы тока
- электрического сопротивления тела человека;
- длительности протекания тока через тело человека;
- рода и частоты тока;
- индивидуальных свойств человека;
- условий окружающей среды.

Основной фактор, обуславливающий ту или иную степень поражения человека, – сила тока. Для характеристики его воздействия на человека установлены три критерия (табл. 1.1):

- пороговый осязаемый ток – наименьшее значение тока, вызывающего осязаемые раздражения;
- пороговый неотпускающий ток – значение тока, вызывающее судорожные сокращения мышц, не позволяющие пораженному человеку освободиться от источника поражения;
- пороговый фибрилляционный ток – значение тока, вызывающее фибрилляцию сердца. Фибрилляцией называются хаотические и одновременные сокращения волокон сердечной мышцы, полностью нарушающие ее работу.

Табл. 1.1. Средние значения пороговых токов

Тип тока	Значение порогового тока, мА		
	осязаемого	неотпускающего	фибрилляционного
Переменный, 50 Гц	0,5...1,5	6...10	50...100
Постоянный	5.0...20	50...80	300

На исход поражения влияет сопротивление тела человека. Наибольшим сопротивлением (3–20 кОм) обладает верхний слой кожи (0,2 мм), состоящий из мертвых ороговевших клеток, тогда как сопротивление спинномозговой жидкости 0,5–0,6 Ом. Общее сопротивление тела за счет сопротивления верхнего слоя кожи достаточно велико, но как только этот слой повреждается – его значение резко снижается.

Длительность действия тока существенно влияет на исход поражения, так как с течением времени резко падает сопротивление кожи человека, более вероятным становится поражение сердца человека и возникают другие отрицательные последствия. Наиболее опасно прохождение тока через сердце, легкие и головной мозг.

Степень поражения зависит также от рода и частоты тока. Наиболее опасен переменный ток частотой 20–1000 Гц. Переменный ток опаснее

постоянного при напряжениях до 300 В. При больших напряжениях постоянный ток более опасен.

Оказывая первую помощь при поражении электрическим током, прежде всего, освободите пострадавшего от источника тока – оттолкните от пострадавшего электрический провод с помощью деревянной сухой палки (ручка швабры, скалка), резинового коврика или других изолирующих материалов. Пострадавшего нельзя брать за открытые части тела, пока он находится под действием тока. **Помните о мерах собственной безопасности!**

Если сердцебиение сохранено, а дыхание отсутствует – начинайте искусственную вентиляцию легких (рот в рот или рот в нос). При отсутствии сердцебиения – начинайте непрямой массаж сердца в сочетании с искусственной вентиляцией легких (2 вдоха на 15 толчков). Показателем правильного массажа сердца будут пульсовые толчки на сонной артерии, сужение зрачков и появление самостоятельного дыхания. После появления сердцебиения и дыхания пострадавшего надо срочно госпитализировать. Госпитализации подлежат все лица, получившие электротравму. Они должны соблюдать строгий постельный режим, находиться под наблюдением врача.

Оказывать первую помощь больным с электрическими ожогами, в соответствии с правилами оказания первой помощи при термических ожогах, а так же провести транспортную иммобилизацию (обездвиживание). Переправляют их в стационар всегда в положении лежа, несмотря на кажущееся удовлетворительное состояние.

## **Обморок**

Внезапная кратковременная потеря сознания (обморок) может наступить от различных причин. В основе обморока лежит кислородное голодание мозга. Оно может вызываться спазмом сосудов головного мозга (испуг, сильная боль), недостаточным содержанием кислорода во вдыхаемом воздухе (душное помещение), резким снижением давления (при приеме гипотензивных препаратов, ганглиоблокаторов, при резком вставании). Но кроме кратковременных функциональных сосудистых нарушений обморок может быть следствием серьезных внутренних повреждений или заболеваний, например внутреннего кровотечения, нарушения ритма сердца со склонностью к брадикардии. Обмороки могут быть и проявлением эпилепсии.

Потере сознания часто предшествуют приступы дурноты, слабости, тошноты. Пострадавший падает или медленно опускается на землю. Лицо у него бледнеет, зрачки становятся узкими, однако реакция на

свет сохраняется живая (при поднесении источника света к глазам зрачки сужаются). Артериальное давление снижено, пульс слабого наполнения. В горизонтальном положении пострадавшего обморок, как правило, быстро прекращается, возвращается сознание, щеки розовеют, пострадавший делает глубокий вдох и открывает глаза. Но не следует успокаиваться при окончании обморока, необходимо уточнить причину возникновения этого состояния.

Если есть возможность при оказании первой помощи, уложите пострадавшего на спину, приподняв его ноги. Если положить пострадавшего невозможно (на улице, в транспорте), усадите его и попросите опустить голову ниже колен или до уровня колен. Все стесняющие части одежды надо расстегнуть и обеспечить приток свежего воздуха. Разотрите или опрыскайте холодной водой кожу лица, шеи. Поднесите к носу пострадавшего ватку с нашатырным спиртом, потрите ей виски.

Часто бывает так, что после обморока человек смущается вниманием большого количества людей и отказывается от дальнейшей помощи. Вам следует настоять на том, чтобы пострадавший не остался без сопровождения в ближайшее время, потому что обморок может повториться. При подозрении на органическую причину обморока необходима госпитализация и проведение обследования пострадавшего.

## **Солнечный (тепловой) удар**

Солнечный или тепловой удар – тяжелое поражение нервной системы и ее важнейших центров продолговатого мозга. Под влиянием внешних тепловых факторов у пострадавшего происходит повышение температуры тела, сопровождающееся патологическими изменениями, температура тела поддерживается равновесием между теплообразованием и теплоотдачей, а основные источники теплообразования – мышечная работа и окислительные процессы. Теплоотдача обусловлена потоотделением, излучением, теплопроводностью и конвекцией. При этом теплообразование и теплоотдача регулируются терморегуляционным центром головного мозга. Если человек длительное время пребывает в помещении с высокой температурой и влажностью, выполняет тяжелую физическую работу при высокой температуре окружающей среды или подвергается длительному воздействию прямых солнечных лучей на голову или обнаженное тело, то деятельность терморегуляционного центра нарушается. Тепловой удар развивается, например, при усиленной

мышечной работе в плотной, особенно в кожаной или прорезиненной одежде.

Клинические признаки при тепловом ударе развиваются значительно быстрее, чем при солнечном: повышается температура тела, появляются озноб, разбитость, головная боль, головокружение, покраснение кожи лица, резкое учащение пульса и дыхания, заметны потеря аппетита, тошнота, обильное потоотделение. В дальнейшем самочувствие пострадавшего может еще более ухудшиться. Температура тела повышается до 40 °С, дыхание частое и прерывистое, пульс частый, слабого наполнения, могут появиться судороги, нарушается сознание. При солнечном ударе аналогичная картина развивается спустя несколько часов после облучения.

При оказании первой помощи нужно немедленно удалить пострадавшего из зоны высокой температуры и влажности. Уложить его в постель, освободить шею и грудь от стесняющей одежды, дать обильное питье (минеральная вода) и легкую пищу. В тяжелых случаях пострадавшего следует поместить в прохладное затененное место, раздеть, уложить на спину с приподнятыми конечностями и опущенной головой, положить холодные компрессы на голову, шею, грудь. Можно применить влажное обертывание, облить тело холодной водой. Если пострадавший не дышит, необходимо провести искусственное дыхание. В тяжелых случаях показана госпитализация. Для профилактики перегрева при длительном пребывании на солнце необходимо защищаться от солнечных лучей зонтом и носить головной убор светлого цвета. При работе в помещении с высокой температурой воздуха и влажностью следует периодически делать перерывы для охлаждения.

## **Обморожение**

Обморожение представляет собой повреждение какой-либо части тела (вплоть до омертвения) под воздействием низких температур. Чаще всего обморожения возникают в холодное зимнее время при температуре окружающей среды ниже  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При длительном пребывании вне помещения, особенно при высокой влажности и сильном ветре, обморожение можно получить осенью и весной при температуре воздуха выше нуля. Обморожения делятся на 4 степени.

**Обморожение I степени** (наиболее легкое) обычно наступает при непродолжительном воздействии холода. Пораженный участок кожи бледный, после согревания покрасневший, в некоторых случаях имеет багрово-красный оттенок; развивается отек. Омертвения кожи не

возникает. К концу недели после обморожения иногда наблюдается незначительное шелушение кожи. Полное выздоровление наступает к 5-7 дню после обморожения. Первые признаки такого обморожения – чувство жжения, покалывания с последующим онемением пораженного участка. Затем появляются кожный зуд и боли, которые могут быть и незначительными, и резко выраженными.

**Обморожение II степени** возникает при более продолжительном воздействии холода. В начальном периоде имеется побледнение, похолодание, утрата чувствительности, но эти явления наблюдаются при всех степенях обморожения. Поэтому наиболее характерный признак – образование в первые дни после травмы пузырей, наполненных прозрачным содержимым. Полное восстановление целостности кожного покрова происходит в течение 1-2 недель, грануляции и рубцы не образуются. При обморожении II степени после согревания боли интенсивнее и продолжительнее, чем при обморожении I степени, беспокоят кожный зуд, жжение.

При **обморожении III степени** продолжительность периода воздействия холода и снижения температуры в тканях увеличивается. Образующиеся в начальном периоде пузыри наполнены кровянистым содержимым, дно их сине-багровое, нечувствительное к раздражениям. Происходит гибель всех элементов кожи с развитием в исходе обморожения грануляций и рубцов. Сошедшие ногти вновь не отрастают или вырастают деформированными. Отторжение отмерших тканей заканчивается на 2–3-й неделе, после чего наступает рубцевание, которое продолжается до 1 месяца. Интенсивность и продолжительность болевых ощущений более выражена, чем при обморожении II степени.

**Обморожение IV степени** возникает при длительном воздействии холода, снижение температуры в тканях при нем наибольшее. Оно нередко сочетается с обморожением III и даже II степени. Омертвевают все слои мягких тканей, нередко поражаются кости и суставы.

Поврежденный участок конечности резко синюшный, иногда с мраморной расцветкой. Отек развивается сразу после согревания и быстро увеличивается. Температура кожи значительно ниже, чем на окружающих участках обморожения тканей. Пузыри развиваются в менее обмороженных участках, где имеется обморожение III – II степени. Отсутствие пузырей при развившемся значительно отеке, утрата чувствительности свидетельствуют об обморожении IV степени.

В условиях длительного пребывания при низкой температуре воздуха возможны не только местные поражения, но и **общее охлаждение организма**. Под общим охлаждением организма следует

понимать состояние, возникающее при понижении температуры тела ниже 34 °С.

Действия при оказании первой помощи различаются в зависимости от степени обморожения, наличия общего охлаждения организма, возраста и сопутствующих заболеваний.

Первая помощь состоит в прекращении охлаждения, согревании конечности, восстановления кровообращения в пораженных холодом тканях и предупреждения развития инфекции. Первое, что надо сделать при признаках обморожения – **доставить пострадавшего в ближайшее теплое помещение**, снять промерзшую обувь, носки, перчатки. Одновременно с проведением мероприятий первой помощи необходимо **срочно вызвать врача**, скорую помощь для оказания врачебной помощи.

При **обморожении I степени** охлажденные участки следует согреть до покраснения теплыми руками, легким массажем, растираниями шерстяной тканью, дыханием, а затем наложить ватно-марлевую повязку.

При **обморожении II-IV степени** быстрое согревание, массаж или растирание **делать не следует**. Необходимо наложить на пораженную поверхность теплоизолирующую повязку (слой марли, толстый слой ваты, вновь слой марли, а сверху клеенку или прорезиненную ткань). Пораженные конечности фиксируют с помощью подручных средств (дощечка, кусок фанеры, плотный картон), накладывая и прибинтовывая их поверх повязки. В качестве теплоизолирующего материала можно использовать ватники, фуфайки, шерстяную ткань и пр.

Пострадавшим дают горячее питье, горячую пищу, по таблетке аспирина или анальгина, или 2 таблетки "Но-шпа".

**Не рекомендуется растирать больных снегом**, так как кровеносные сосуды кистей и стоп очень хрупки и поэтому возможно их повреждение, а возникающие микроразрывы на коже способствуют внесению инфекции. Нельзя использовать **быстрое отогревание** обмороженных конечностей у костра, бесконтрольно применять грелки и тому подобные источники тепла, поскольку это ухудшает течение обморожения. Неприемлемый и неэффективный вариант первой помощи – **втирание** масел, жира, растирание спиртом тканей при глубоком обморожении.

При **общем охлаждении легкой степени** достаточно эффективным методом является согревание пострадавшего в теплой ванне при начальной температуре воды 24 °С, которую повышают до нормальной температуры тела.

При *средней и тяжелой степени общего охлаждения* с нарушением дыхания и кровообращения пострадавшего необходимо как можно быстрее доставить в больницу.

## **Отравления**

*Отравления химическими веществами.* Острые отравления возникают при попадании в организм человека химического вещества в количестве, способном вызвать нарушения жизненно важных функций и создать угрозу жизни. Исход острых отравлений зависит от своевременно начатой интенсивной медицинской помощи. Количество случаев острых химических отравлений в последнее время значительно возросло. Это связано с более широким применением химических веществ в промышленности, сельском хозяйстве, быту.

Попадание токсического вещества в организм возможно через дыхательные пути, через кожу, после инъекции токсической дозы лекарства, при введении токсических веществ в различные полости организма (рот, прямую кишку, влагалище).

Наиболее часты бытовые отравления:

- *случайные*, когда ошибочно принят внутрь ядовитый химический препарат (жидкость от насекомых, лекарство для наружного применения);
- *суицидальные* – умышленный прием ядовитого вещества с целью самоубийства;
- *алкогольные* интоксикации при передозировке спиртных напитков.

Часто отравления наступают при самолечении снотворными, abortивными и другими лекарствами. Детей привлекает яркая упаковка и сладкое покрытие некоторых препаратов. В лечебном учреждении отравления могут быть при передозировке лекарств или неверном их применении.

Конкретные мероприятия зависят от пути попадания ядовитых веществ в организм.

*При попадании токсических веществ через рот* необходимо провести следующие мероприятия:

- Механическое удаление яда.
- Промыть желудок через зонд (7-10 л воды комнатной температуры с однократным приемом 300–500 мл).
- Опорожнить кишечник с помощью сифонной клизмы.
- Адсорбция (химическое связывание) яда. Для этой цели применяют активированный уголь, 5-6 таблеток с водой.



*При попадании ядовитых веществ на кожу необходимо:*

- пораженные участки кожи промыть проточной водой (за исключением попадания на кожу негашеной извести);
- яд обезвредить химическим реактивом (в случае попадания кислоты или щелочи, см. химические ожоги).

*При ингаляционных отравлениях* в первую очередь следует вынести пострадавшего на свежий воздух, открыть окно.

Лечение включает поддержание функции сердечно-сосудистой системы, стимуляцию центральной нервной системы и дыхания, оксигенотерапию. Необходимо уделить внимание профилактике острой почечной недостаточности (диуретики, гемодиализ).

*Алкогольное отравление.* Доза алкоголя, вызывающая интоксикацию, индивидуальна. Иногда небольшие количества самодельного спиртного (чача, самогон) могут оказать токсическое действие. У принявшего алкоголь человека повышается артериальное давление, учащается пульс, изменяется деятельность центральной нервной системы, печени, почек. Пьяный теряет контроль над своими действиями, совершает нелепые поступки и часто бесконтрольно продолжает употреблять спиртное. При содержании алкоголя в крови 0,8 г/л в поведении человека происходят значительные изменения: снижается внимание, резко нарушается координация движений, происходит переоценка своих возможностей. Внешние признаки алкогольного опьянения: резкое покраснение лица, белки глаз как бы наливаются кровью, кожные покровы бледные, запах алкоголя изо рта, возбуждение, иногда агрессия, снижение чувствительности. При подобном отравлении появляется рвота, может произойти потеря сознания.

Потерявший сознание пьяный человек может быть травмирован при падении, сгореть от неосторожного обращения с огнем, замерзнуть, захлебнуться в луже, попасть под колеса автомобиля, стать непосредственной причиной дорожно-транспортного происшествия и т.д. Концентрация алкоголя в крови 6 г/л является смертельной. Это соответствует примерно 300 мл 96 % этилового спирта, выпитого за короткий промежуток времени. В этом случае быстро развивается кома, кожа покрыта холодным липким потом, лицо гиперемировано, температура тела снижена, дыхание редкое, пульс частый нитевидный, появляется рвота, иногда непроизвольное выделение мочи и кала. В дальнейшем наступает паралич дыхательного и сосудодвигательного центров, что ведет к остановке работы сердца и легких. Только энергичные, своевременные мероприятия первой помощи могут предотвратить смертельный исход. У людей, длительно

злоупотребляющих алкоголем, происходят необратимые изменения в печени, дегенерация центральной нервной системы, наблюдается тремор рук, постепенно перерождается сердечная мышца (резко падает ее сократительная способность), развивается гипертоническая болезнь. У алкоголика нарушается сон, его порой преследуют видения, звуки, кошмары.

При оказании первой помощи пострадавшего укладывают на живот или на бок (чтобы он не захлебнулся при рвоте). Если есть необходимость, нужно очистить дыхательные пути от рвотных масс пальцем, обернутым марлевой салфеткой, носовым платком. Немедленно промыть желудок водой. Затем пострадавший должен выпить до 5 л воды, в которую следует добавить пищевую соду (1 чайная ложка на 1 л воды). После приема 400–600 мл воды вызывают рвоту (кончиками пальцев пострадавший раздражает корень языка). После промывания желудка нужно очистить кишечник, поставив очистительную клизму с водой комнатной температуры и добавлением поваренной соли (одна столовая ложка на 500 мл воды). Затем следует дать горячий сладкий чай или кофе. Пострадавшего лучше уложить в постель, тепло укутать, на голову поместить пузырь со льдом. При тяжелом состоянии пострадавшего госпитализируют.

*Отравление ядовитыми грибами.* Грибы делятся на съедобные и несъедобные (ядовитые). Из большого разнообразия съедобных грибов в пищу употребляют около 60 видов.

Пищевая ценность грибов очень велика. Из грибов готовят супы, бульоны, соусы, их жарят, добавляют в мясные и рыбные блюда, из них готовят икру и начинку для пирогов. Грибы сушат, солят, маринуют. На территории России лучшими грибами считаются грибы первой категории качества: белый гриб, груздь белый, груздь желтый, рыжик. Съедобные грибы подразделяются на четыре категории качества (табл. 1.2). К первой группе относят виды, дающие лучшую грибную продукцию. Ко второй и третьей – грибы среднего качества, к четвертой группе относятся малоценные грибы, которые собирают и используют в пищу реже других.

Излюбленным местом обитания грибов являются хвойные, лиственные и смешанные леса, иногда они растут на лугах, вдоль дорог, на пастбищах. Съедобные грибы, выросшие в неблагоприятных экологических условиях (вблизи промышленных объектов, химических комбинатов, автотрасс, где имеется выброс токсических веществ в атмосферу, воду, почву), могут приобретать ядовитые свойства.

Табл. 1.2. Категорирование съедобных грибов

I категория	II категория	III категория	IV категория
Белый гриб	Трюфель	Польский гриб	Шампиньон
Груздь настоящий (белый)	Волнушка	Груздь черный	Головач продолговатый
	Гладыш (млечник)	Лисички	Горькушка
		Опенок	
Рыжик	Дубовик	Моховик	Ежовик
Груздь	Масленок	Сыроежка	Зеленушка
	Подберезовик		Навозник белый
	Подосиновик		Подгруздок черный
			Свинушка
			Скрипица
			Сморчок
			Рядовка фиолетовая

Некоторые грибы можно считать условно съедобными, т.е. ядовитые вещества в них уничтожаются при соответствующей обработке. Употребление в пищу без специальной обработки условно съедобных грибов (волнушек, горькушек, свинушек) может вызвать симптомы острого гастроэнтерита. Строчки без обработки могут вызвать смертельное отравление, но после 20-минутного отваривания ядовитое вещество переходит в отвар, и грибы становятся съедобными. Их можно подвергать и сушке: ядовитые вещества дезактивируются кислородом. Другие виды подобных грибов используются только в засоленном виде.

Безусловно, ядовитыми и несъедобными грибами являются те, у которых ядовитые свойства не исчезают при обработке любыми способами, т.е. при употреблении в пищу они всегда вызывают отравления. К ядовитым грибам относятся: бледная поганка, мухомор красный, мухомор зеленый, мухомор нантерный, опенок ложный, сатанинский гриб. При их употреблении в организм попадают чрезвычайно токсичные соединения, которые приводят к тяжелой интоксикации с развитием полиорганной недостаточности. Для отравления достаточно съесть половину гриба.

Симптомы острого отравления проявляются через 4–8 ч после приема в пищу этих грибов. Появляются сильные спастические боли по всему животу, тошнота, неукротимая рвота, понос, иногда с кровью, головная боль, головокружение, шум в ушах, холодный пот, слюно- и слезотечение. Нарушается деятельность сердца. Падает артериальное давление. Больные заторможены, безучастны. Нарастает печеночно-почечная недостаточность, появляется желтушная окраска кожных покровов. Наиболее тяжело переносят отравление грибами дети и старики.

Главная задача при оказании первой помощи – вывести токсины из организма, для чего надо немедленно приступить к обильному промыванию желудочно-кишечного тракта водой (10–12 л) комнатной температуры. После промывания внутрь дают адсорбенты (водную взвесь активированного угля), солевое слабительное. Нередко возникают показания к госпитализации.

*Отравления при укусах ядовитых змей.* Укусы змей вызывают острое отравление, обусловленное специфическим действием змеиного яда – продукта ядовитых желез змей. Наиболее опасны для человека следующие ядовитые змеи: среднеазиатская кобра (юг Средней Азии), азиатской щитомордник (Средняя Азия, Казахстан, юг Сибири), скалистый щитомордник (юг Приморского края, Восточная Сибирь), гадюка, гюрза (Средняя Азия, юг Казахстана, Закавказье), гадюка обыкновенная (средняя полоса, север европейской части России, Урал, Сибирь), степная гадюка (Молдова, Украина, Северный Кавказ, Казахстан). Действующее начало яда змей – токсические белки и ферменты (нейротоксин, гемолизин, кардиотоксин, холинэстераза, гиалуронидаза и др.). В тело жертвы яд вводится через проколотые зубами ранки.

При укусах *кобры* в первые же минуты появляется онемение и боль в зоне укуса, быстро распространяющиеся на всю конечность, а затем на туловище. В первые 15–20 мин артериальное давление падает, а затем нормализуется. Нарушается координация движений (неустойчивость, шаткая походка). Нарастает паралич двигательной мускулатуры (языка, глотки, глаз). Прогрессирует угнетение дыхания, появляется аритмия. Температура тела повышается до 38–39 °С. На месте укуса изменения отсутствуют. Наиболее тяжелый и опасный период – первые 12–18 ч.

При укусах *гадюки* и *щитомордника* рана имеет вид колотой, поэтому мало заметна. Вокруг нее быстро развивается геморрагический отек мягких тканей пораженной конечности (иногда и туловища). В первые 20–40 мин возникают явления шока: бледность кожных

покровов, головокружение, тошнота, рвота, частый пульс слабого наполнения, снижение артериального давления, возможна периодическая потеря сознания. Геморрагический отек быстро прогрессирует и распространяется (внутренняя кровопотеря может составить несколько литров). В печени, почках, легких развивается острая недостаточность, на месте укуса – цианоз, геморрагия, некроз, гангрена. Наибольшей выраженности все симптомы достигают к концу первых суток после укуса. Чтобы яд менее энергично распространился, необходимо произвести иммобилизацию конечности. Пострадавшему необходимо обильное питье (чай, кофе, бульон) и срочная госпитализация в ближайшее лечебное учреждение.

Чтобы избежать укусов змей, следует носить высокую кожаную обувь, соблюдать осторожность при сельхозработах.

При оказании *первой помощи* категорически противопоказаны перетягивание пораженной конечности жгутом, прижигание места укуса кислотами, щелочами, горячей водой. Эти мероприятия не ослабляют и не задерживают действия яда, а наоборот, усиливают как местные, так и общие проявления интоксикации, способствуют развитию некротических язв и гангрен. Оказание первой помощи следует начать с немедленного отсасывания содержимого ранки резиновой грушей в течение 15–20 мин. Затем ранку протирают антисептиком (раствор йода, этиловый спирт), накладывают асептическую повязку, производят иммобилизацию.

*Укусы ядовитых насекомых.* Для человека опасными являются скорпион (Средняя Азия, юг Казахстана, Кавказ) и каракурт (Средняя Азия, Казахстан, юг Западной Сибири, Приуралье, Северный Кавказ, Нижнее Поволжье). Менее опасны осы, пчелы. Интоксикацию вызывают входящие в состав ядов низкомолекулярные белки, оказывающие нейротоксическое действие. Следует различать токсическое действие ядов и аллергические реакции на них, которые могут протекать крайне тяжело.

*Укусы скорпионов* вызывают острую мучительную боль в месте попадания яда, часто иррадирующую по нервным стволам. В месте укуса развивается отек, гиперемия, иногда появляются пузыри с серозной жидкостью. Симптомы интоксикации проявляются недомоганием, головокружением, головной болью, ознобом, сонливостью, выделением слизи из носа, слюнотечением, потоотделением. Признаки интоксикации сохраняются не более 1–2 сут. Наибольшая выраженность их отмечается в первые 2–3 ч после укуса.

*Первая помощь:* накладывают мазь Вишневского, пострадавший участок тела тепло укутывают.

*Укусы ос и пчел* проявляются резкой местной болевой реакцией, краснотой и отеком. Тяжелая общая реакция (судороги, рвота) наблюдаются при множественных ужалениях. Иногда могут развиваться резко выраженные аллергические реакции на единичные ужаления. При оказании первой помощи необходимо удалить жало из ранки, положить холодные примочки на пораженное место. При гиперреактивных проявлениях надо отправить пострадавшего в лечебное учреждение для проведения интенсивной антиаллергической терапии.

*Защита от клещей.* Иксодовые клещи являются переносчиками от грызунов возбудителей клещевого энцефалита – тяжелого заболевания, поражающего центральную нервную систему. Отмечается сезонность заболевания – в весенне-летний период наступает наибольшая активность клещей. Для предупреждения этого заболевания при лесных прогулках, сборе ягод, грибов необходимо соблюдать простейшие меры предосторожности. Одежда должна надежно закрывать тело. Брюки необходимо заправить в носки, а затем обуться в сапоги или ботинки. Куртку наглухо застегивают и заправляют в брюки. Отвороты рукавов должны плотно облегать лучезапястную область. Ворот и манжеты неплохо смазать камфорным маслом. Уши и волосы надо закрыть косынкой или беретом, сверху набросить капюшон. Следует применять средства, отпугивающие насекомых, так называемые репелленты: крем «Тайга», лосьон «Ангара», аэрозоль «ДЭТА» и др. После возвращения из леса необходимо внимательно осмотреть одежду и тело. Присосавшихся клещей надо удалить, для чего кожу пострадавшего вокруг клеща смазывают эфиром или бензином, после этого клещ выходит самостоятельно. Если же этот прием не удастся, то можно сделать петлю из нитки, осторожно затянуть ее у хоботка клеща и, потягивая концы нитки кверху и в стороны, вытащить его. Ранку нужно смазать раствором йода, удаленных клещей сжечь. Если при удалении клеща головка его оторвалась и осталась в толще кожи, следует обратиться в медицинское учреждение для удаления головки, введения гамма-глобулина и дальнейшего наблюдения в течение 3 недель. В местах, где имеется природный очаг клещевого энцефалита, необходимо провести профилактическую вакцинацию.

## **Транспортировка пострадавших**

Важнейшей задачей первой помощи является организация быстрой, безопасной, щадящей транспортировки (доставки) больного или пострадавшего в лечебное учреждение. Причинение боли во время

транспортировки способствует ухудшению состояния пострадавшего, развитию шока. Выбор способа транспортировки зависит от состояния пострадавшего, характера травмы или заболевания и возможностей, которыми располагает оказывающий первую помощь.

При отсутствии какого-либо транспорта следует осуществить переноску пострадавшего в лечебное учреждение на носилках, в т. ч. импровизированных. Первую помощь приходится оказывать и в таких условиях, когда нет никаких подручных средств или нет времени для изготовления импровизированных носилок. В этих случаях больного необходимо перенести на руках.

Первую помощь приходится оказывать и в таких условиях, когда нет никаких подручных средств или нет времени для изготовления импровизированных носилок. В этих случаях больного необходимо перенести на руках. Один человек может нести больного на руках, на спине, на плече (рис. 1.15). Эти способы требуют большой физической силы и применяются при переноске на небольшие расстояния.

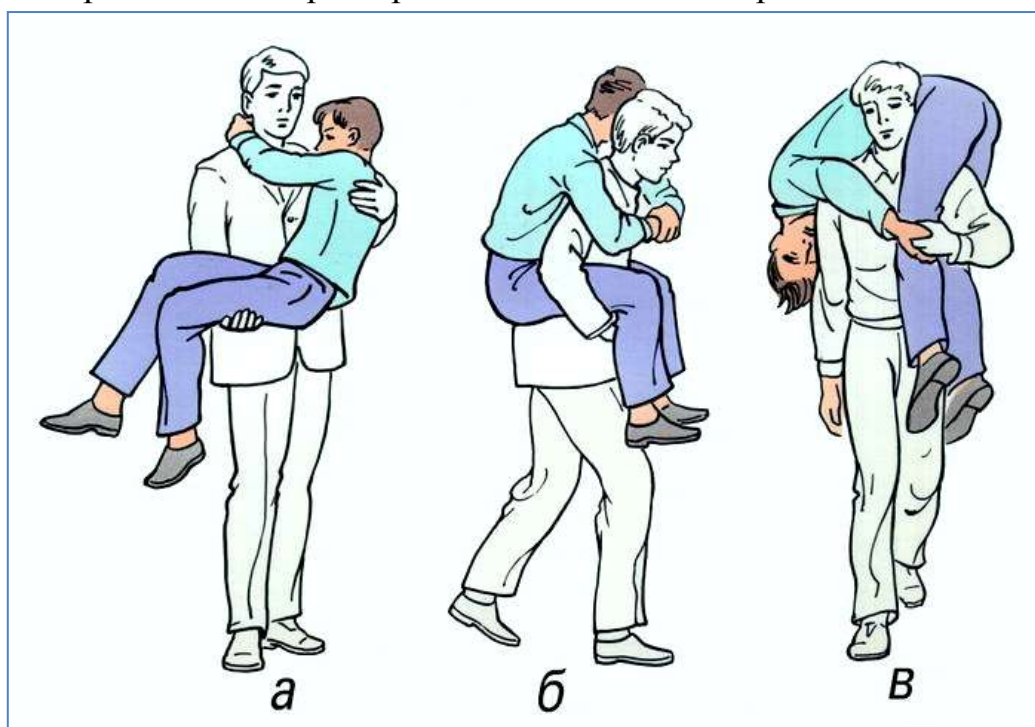


Рис. 1.15. Способы переноски пострадавших:  
а – "на руках впереди"; б – "на спине"; в - "на плече"

На руках значительно легче переносить вдвоем. Пострадавшего, находящегося в бессознательном состоянии, наиболее удобно переносить способом «друг за другом». Если больной в сознании и

может самостоятельно держаться, то легче переносить его на "замке" из 3 или 4 рук (рис. 1.16).

Значительно облегчает переноску на руках или носилках носилочная лямка. В ряде случаев больной может преодолеть короткое расстояние самостоятельно с помощью сопровождающего, который закидывает себе на шею руку пострадавшего и удерживает ее одной рукой, а другой обхватывает больного за талию или грудь.

Пострадавший свободной рукой может опираться на палку. При невозможности самостоятельного передвижения пострадавшего и отсутствии помощников возможна транспортировка волоком на импровизированной волокуше - на брезенте, плащ-палатке.

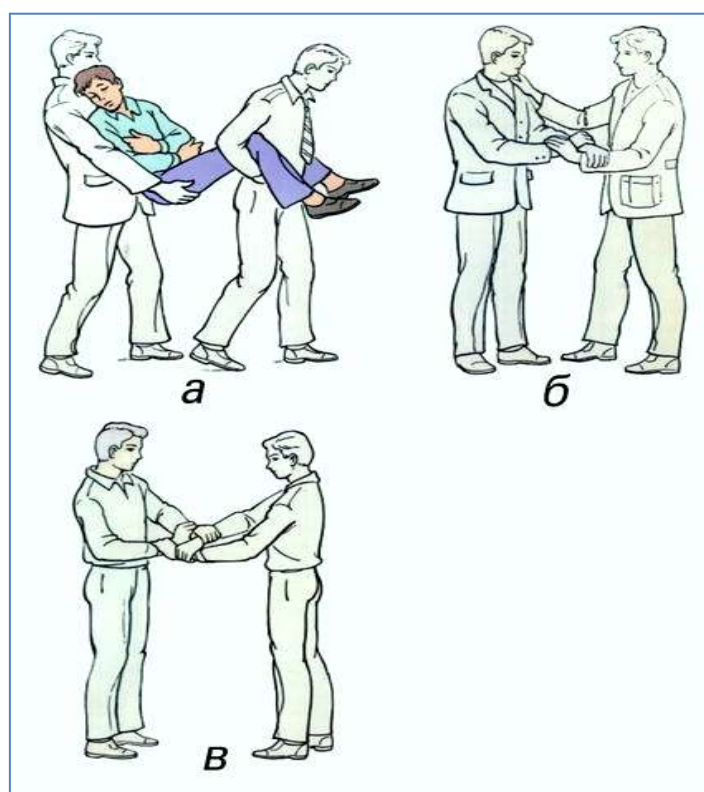


Рис. 1.16. Способы переноски пострадавших:  
а – «друг за другом»;  
б, в – на «замке».

Таким образом, в самых разнообразных условиях оказывающий первую помощь может организовать тем или иным способом транспортировку пострадавшего. Ведущую роль при выборе средств транспортировки и положения, в котором больной будет перевозиться



или переноситься, играют вид и локализация травмы или характер заболевания.

Транспортируют раненых в положении лежа на спине, на спине с согнутыми коленями, на спине с опущенной головой и приподнятыми нижними конечностями, на животе, на боку. В положении лежа на спине транспортируют пострадавших с ранениями головы, повреждениями черепа и головного мозга, позвоночника и спинного мозга, переломами костей таза и нижних конечностей. В этом же положении необходимо транспортировать всех больных, у которых травма сопровождается развитием шока, значительной кровопотерей или бессознательным состоянием, даже кратковременным, больных с острыми хирургическими заболеваниями (аппендицит, ущемленная грыжа, прободная язва и т.д.) и повреждениями органов брюшной полости.

Пострадавших и больных, находящихся в бессознательном состоянии, транспортируют в положении лежа на животе, с подложенными под лоб и грудь валиками. Такое положение необходимо для предотвращения асфиксии. Значительную часть больных можно транспортировать в положении сидя или полусидя. Необходимо также следить за правильным положением носилок при подъеме и спуске по лестнице.

При транспортировке в холодное время года надо принять меры для предупреждения охлаждения пострадавшего, т.к. охлаждение почти при всех видах травмы, несчастных случаях и внезапных заболеваниях резко ухудшает состояние и способствует развитию осложнений. Особого внимания в этом отношении требуют раненые с наложенными кровоостанавливающими жгутами, пострадавшие, находящиеся в бессознательном состоянии и в состоянии шока, с отморожениями.

В период транспортировки необходимо проводить постоянное наблюдение за больным, следить за дыханием, пульсом, сделать все, чтобы при рвоте не произошла аспирация рвотных масс в дыхательные пути.

Очень важно, чтобы оказывающий первую помощь своим поведением, действиями, разговорами максимально щадил психику больного, укреплял в нем уверенность в благополучном исходе заболевания.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- Каково значение знаний принципов оказания первой помощи при чрезвычайных ситуациях?
- Основные принципы оказания первой помощи?
- Какие потенциальные опасности могут привести к несчастному случаю?
- Последовательность действий при проведении сердечно-легочной реанимации.
- Кровотечения и правила оказания первой помощи при кровотечениях.
- Особенности ранений.
- Вывихи, переломы и правила оказания первой помощи при вывихах и переломах.
- Шок и первая помощь при состоянии шока.
- Ожоги и правила оказания первой помощи при ожогах (понятие, классификация, определение степени и площади ожога).
- Электротравма и правила оказания первой помощи при электротравмах (понятие, механизм поражения электрическим током).
- Правила оказания первой помощи при поражении электрическим током.
- Обморок и правила оказания первой помощи при состоянии обморока.
- Солнечный удар и первая помощь при солнечном ударе.
- Обморожения и правила оказания первой помощи при обморожении.
- Отравления и правила оказания первой помощи при отравлениях.
- Правила транспортировки пострадавших.

### **Использованная литература:**

1. Долин П.А. Действие электрического тока на человека и первая помощь пострадавшему / П. А. Долин. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 140 с.
2. Ильичев А.А. Популярная энциклопедия выживания. – Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1996. – 400 с.
3. Первая медицинская помощь: Справочник / Сост. Ю.С. Тюра. – Харьков: ФОНО-Единорог, 2001. – 384 с.

4. Соковня-Семенова И.И. Основы здорового образа жизни и первая медицинская помощь: учебное пособие / И.И. Соковня-Семенова. – М.: Академия, 1999. – 206 с.
5. Учебник спасателя / С. К. Шойгу, М. И. Фалеев, Г. Н. Кириллов и др.; под общ. ред. Ю. Л. Воробьева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Краснодар: «Сов. Кубань», 2002. — 528 с.— ил.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

### **Задачи**

Обучиться навыкам оказания первой помощи на тренажере «Максим III-01».

### **Описание тренажера**

Тренажер «Максим III-01» предназначен для обучения навыкам сердечно-легочной и мозговой реанимации. Тренажер позволяет проводить следующие манипуляции:

- непрямой массаж сердца;
- искусственную вентиляцию легких способами «изо рта в рот» и «изо рта в нос» (в дальнейшем ИВЛ);
- имитировать состояние пострадавшего (пульс, зрачки и т. д.); наложение жгутов, повязок и шин;
- транспортировку пострадавшего.

Контролировать:

- правильность положения головы и состояние поясного ремня;
- правильность проведения непрямого массажа сердца;
- достаточность воздушного потока при проведении ИВЛ;
- правильность проведения тестовых режимов реанимации пострадавшего одним или двумя спасателями;
- состояние зрачков у пострадавшего.

Тренажер снабжен электронным пультом контроля, с помощью которого определяется правильность положений головы, состояние поясного ремня, достаточность вдуваемого воздуха, усилие компрессии, правильность положения рук при непрямом массаже сердца, правильность проведения реанимации одним или двумя спасателями, состояние зрачков пострадавшего, появление пульса. Тренажер можно использовать в трех режимах:

1. «учебный» — используется для отработки отдельных элементов реанимации;
2. «тестовый» — режим реанимации одним спасателем;
3. «тестовый» — режим реанимации двумя спасателями.

После правильно проведенного комплекса реанимации тренажер автоматически «оживает»: появляется пульс на сонной артерии, звуковые сигналы, сужаются зрачки пострадавшего.

Настенное табло является изображением торса человека со световой сигнализацией действий по реанимации пострадавшего. Табло подключается к электронному пульту контроля с помощью разъемов, расположенных на задней панели пульта, и позволяет наглядно демонстрировать процесс реанимации. Питание тренажера осуществляется от сети 220В (50Гц) через сетевой адаптер или от автономного источника постоянного тока 12–14 В через разъем на пульте и кабель, прилагаемые к тренажеру. Тренажер имеет вес не более 10 кг. Общий вид тренажера представлен на рис. 1.17:



Рис. 1.17. Внешний вид тренажера «Максим III - 01»

### **Порядок выполнения работы**

Для проведения практических занятий следует: положить тренажер горизонтально, подключить адаптер к сети 220В (50Гц) или к источнику постоянного тока 12 В. Включить тумблер подачи питания, расположенный на задней панели электронного пульта. При этом на пульте включится зеленый сигнал «вкл. сеть», а также красные светодиоды, сигнализирующие о том, что пояс пострадавшего не расстегнут, а голова не запрокинута (аналогичные сигналы на настенном табло).

Тренажер «Максим III-01» используется в трех режимах:

**Учебный режим:**

Используется для отработки отдельных элементов реанимации.

Порядок действий:

1. Обеспечить правильное запрокидывание головы тренажера (при угле запрокидывания 15 – 20 градусов включается зеленый сигнал «Правильное положение»).
2. Расстегнуть пояс (включается зеленый сигнал «Пояс расстегнут»).
3. Руки спасателя при отработке навыков непрямого массажа сердца должны находиться выше конца мечевидного отростка грудины, приблизительно на расстоянии двух диаметров пальцев руки. В случае неправильного положения включается красный сигнал «Положение рук», и действия спасателей будут считаться неправильными.
4. Провести по правилам оказания первой помощи непрямой массаж сердца. При прикладываемом усилии (25+2 кгс), глубине продавливания 3 – 5 см. включается зеленый сигнал «Положение рук». При усилии свыше 32 кгс (смещении грудины более чем 5 см) включаются 2 красных сигнала «Перелом ребер».
5. Провести по правилам оказания первой медицинской помощи ИВЛ. При достаточно интенсивном поступлении воздуха в легкие (скорость воздушного потока не менее 2 л/с и объем не менее 400 - 500 см<sup>3</sup>) включается зеленый сигнал «Нормальный объем воздуха».
6. Проконтролировать на сонной артерии тренажера наличие пульса можно, включив кнопку «Пульс».
7. Проверить состояние зрачков глаз пострадавшего, оттянув веко вверх. При этом зрачки глаз будут расширены — пострадавший находится в состоянии клинической смерти. При включении кнопки «Пульс» зрачки глаз тренажера становятся нормальными — функции пострадавшего восстановлены. Кроме этого, при каждом правильном нажатии при выполнении непрямого массажа сердца происходит сужение зрачков.
8. В случае работы с демонстрационным табло вся световая сигнализация о действиях спасателей идентична сигнализации на электронном пульте.

После выполнения всех учебных действий необходимо нажать кнопку «Сброс», при этом включается зеленый сигнал «Сброс».

**Режим реанимации одним спасателем («2 – 15»)**

Используется для отработки действий по реанимации пострадавшего одним человеком. Порядок действия:

1. Нажать кнопку «Сброс».
2. Убедиться в правильном положении головы (зеленый сигнал).
3. Расстегнуть пояс пострадавшему (зеленый сигнал).
4. Выбрать режим «2 – 15», нажав соответствующую кнопку.
5. Начать реанимационные мероприятия по правилам проведения первой помощи (2ИВЛ +15 нажатий, 5 – 6 циклов в течение минуты).

При неправильных действиях включается один из красных сигналов на пульте контроля и красный сигнал «Сбой режима».

При правильных действиях в течение 1 мин тренажер «оживает»: появляется пульс на сонной артерии, зрачки сужаются.

### ***Режим реанимации двумя спасателями («1 – 5»).***

Используется для отработки действий по реанимации пострадавшего двумя людьми. Порядок действий:

1. Нажать кнопку «Сброс».
2. Убедиться в правильном положении головы (зеленый сигнал).
3. Расстегнуть пояс пострадавшему (зеленый сигнал).
4. Выбрать режим «1 – 5» нажав соответствующую кнопку.

Начать реанимационные мероприятия по правилам проведения первой помощи (1ИВЛ + 5 нажатий, 10 – 12 циклов в течение минуты).

После окончания работы с тренажером необходимо выключить тумблер подачи питания на задней панели, при этом погаснет зеленый сигнал «вкл. сеть». Отключить блок питания от сети.

### ***Отчет по лабораторной работе***

Отчет по работе должен в себя включать:

- цель работы;
  - описание исходного состояния манекена;
  - описание приемов реанимации;
  - оценку эффективности реанимации;
- выводы по работе.

# ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Приобретение знаний и навыков по пожарной безопасности.

## ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

*Пожар* – это неконтролируемый процесс горения, развивающийся во времени и пространстве, опасный для людей и наносящий материальный ущерб.

*Пожарная и взрывная безопасность* – это система организационных мероприятий и технических средств, направленная на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов на производстве.

Пожары на промышленных предприятиях, на транспорте, в быту представляют большую опасность для людей и причиняют огромный материальный ущерб. Поэтому вопросы обеспечения пожарной и взрывной безопасности имеют государственное значение.

Пожары на производстве возникают по определенным причинам, устранение которых составляет основу всех мероприятий по пожарной безопасности.

Основные причины возникновения пожара:

- Нарушение порядка хранения пожароопасных материалов;
- Нарушение технологических режимов работы оборудования, вызывающих выброс горючих паров, газов, жидкостей;
- Нарушение правил эксплуатации электрического оборудования, эксплуатация его в неисправном состоянии;
- Неосторожное обращение с открытым огнем, газовыми приборами;
- Применение неисправных осветительных приборов, электропроводки и устройств, дающих искрение, замыкание и т. п.;
- Перегрузка электрических сетей;
- Самовозгорание веществ и материалов;
- Курение в неустановленных местах;
- Нарушение правил пожарной безопасности при проведении огневых работ и др.

*К опасным факторам пожара относятся:*

- открытый огонь,
- искры,

- повышенная температура окружающей среды и предметов,
- токсичные продукты горения,
- взрывы,
- дым,
- повышенная концентрация кислорода,
- факторы, проявляющиеся в результате взрыва (ударная волна, пламя, обрушение конструкций).

Пространство, в котором развивается пожар, можно условно разделить на 3 зоны:

- *Зона горения (очаг пожара)* – это часть пространства, в которой протекают процессы термического разложения или испарения горючих веществ и материалов в объеме диффузионного факела пламени. Данная зона может ограничиваться ограждениями здания, стенками технологических установок, аппаратов. Внешними признаками зоны активного горения является наличие пламени, а также тлеющих или раскаленных материалов.
- *Зона теплового воздействия* – это пространство вокруг зоны горения, в котором температура в результате теплообмена достигает значений, вызывающих разрушающее воздействие на окружающие предметы и опасных для человека.
- *Зона задымления* – это часть пространства, примыкающая к зоне горения и заполненная дымовыми газами в концентрациях, создающих угрозу для жизни и здоровья людей. Зона задымления, в которой видимость предметов составляет 6-12 м, концентрация кислорода не менее 17% и токсичность газов не представляет опасности для людей, находящихся без средств противодымной защиты, считается безопасной.

*Важнейшими параметрами пожаров*, определяющими условия пожаротушения, являются пожарная нагрузка и скорость выгорания пожарной нагрузки.

*Пожарная нагрузка* – масса всех материалов, находящихся на объекте, отнесенная к площади пола помещения. Если материалы находятся на открытом воздухе, то их массу относят к площади поверхности.

*Скорость выгорания пожарной нагрузки* характеризуется потерей массы горючих материалов с единицы поверхности в единицу времени.



### **Динамика развития пожара**

Параметры пожара изменяются во времени и пространстве от начала возникновения до полной ликвидации. В процессе развития пожара выделяют 3 характерные фазы (рис. 16):

I фаза (свободного развития  $i_{св}$ ) – начальная стадия, включающая переход от возгорания в пожар (1-3 мин) и рост зоны горения (5-6 мин). Общая продолжительность этой фазы – около 10 мин. В первой фазе горением охватывается до 30% пожарной нагрузки.

II фаза (локализации  $i_{лок}$ ) – стадия объемного развития пожара, характеризующаяся стабильностью пожара. Общая продолжительность этой фазы – около 20–30 мин. Во второй фазе происходит активное пламенное горение с потерей массы пожарной нагрузки. Скорость выгорания непрерывно увеличивается и достигает максимальных величин.

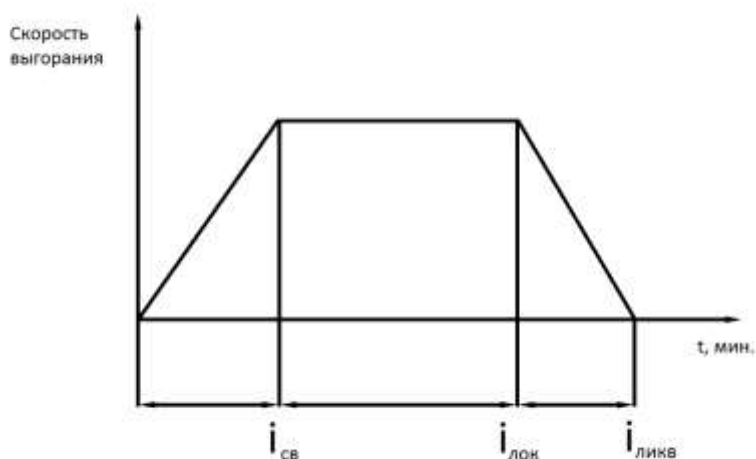


Рис. 2.1. Динамика развития пожара

III фаза (ликвидации  $i_{лик}$ ) – затухающая стадия пожара. В третьей фазе скорость выгорания резко падает, процесс характеризуется догоранием тлеющих материалов и конструкций.

В зависимости от вида горящих веществ и материалов пожары можно классифицировать:

*класс «А»* — горение твердых веществ.

*A1* — горение твердых веществ, сопровождаемое тлением (уголь, текстиль).

*A2* — горение твердых веществ, не сопровождаемых тлением (пластмасса).

*класс «В»* — горение жидких веществ.

*B1* — горение жидких веществ, нерастворимых в воде (бензин, эфир, нефтепродукты), сжижаемых твердых веществ (парафин, стеарин).

*B2* — горение жидких веществ растворимых в воде (спирт, глицерин).

*класс «C»* — горение газообразных веществ (бытовой газ, пропан).

*класс «D»* — горение металлов.

*D1* — горение легких металлов, за исключением щелочных (алюминий, магний и их сплавы).

*D2* — горение редкоземельных металлов (натрий, калий).

*D3* — горение металлов, содержащих соединения (металлоорганические соединения, гидриды).

*класс «E»* — горение электроустановок.

### **Горение веществ**

В основе пожара лежит процесс горения.

*Горение* – это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением тепла, света и продуктов горения, опасных для человека и окружающей среды.

Для того, чтобы произошло возгорание, необходимо взаимодействие трех составляющих:

- *Горючие вещества и материалы* — вещества и материалы, способные к горению.
- *Источник зажигания* — открытый огонь, химическая реакция, электрический ток, раскаленные предметы, искры, световое излучение.
- *Окислитель* — кислород воздуха, галогены, азотная кислота, окислы азота, сера, фосфор.

Процесс горения характеризуется повышением температуры и разложением горючего материала. В процессе теплового разложения образуется угарный газ или другие токсичные вещества, а также выделяется большое количество тепла. Время от начала зажигания горючего материала до его воспламенения называется временем воспламенения, которое может составлять несколько месяцев. С момента воспламенения начинается пожар.

Вещества и материалы по способности к горению подразделяются на:

- *негорючие* – неспособные к горению, тлению под действием источника зажигания (камень, бетон, железобетон).

- *трудногорючие* – загораются под действием источника зажигания, но не способные к самостоятельному горению после его удаления (асфальтобетон, гипсокартон, пропитанная *антипиренными* средствами древесина, или стеклопластик).
- *горючие* – загораются от источника зажигания и продолжают гореть после его удаления.

*По агрегатному состоянию различают:* горючие газы, жидкости способные к горению, твердые вещества и горючие пыли.

*Процесс возникновения горения* подразделяется на несколько видов:

- *Вспышка* – быстрое сгорание газопаровоздушной смеси над поверхностью горючего вещества, которое сопровождается кратковременным видимым свечением.
- *Воспламенение* – пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления.
- *Самовозгорание* – возникновение устойчивого горения при внешнем нагреве.
- *Самовоспламенение* – возникновение устойчивого горения в результате саморазогрева горючего вещества.
- *Взрыв* – чрезвычайно быстрое горение, сопровождающееся образованием сжатых газов, способных производить механическую работу. Возникает при наличии взрывоопасной среды и импульса тепловой энергии (искра, пламя).
- *Тление* – беспламенное горение материала при сравнительно низких температурах (400–600 °С), часто сопровождающееся выделением дыма.

*По степени пожарной опасности* горючие вещества характеризуется следующими параметрами:

- *Температура вспышки* — минимальная температура жидкого горючего вещества, при которой над его поверхностью образуется смесь паров этой жидкости с воздухом, способная гореть при поднесении открытого источника огня. Процесс горения прекращается после удаления этого источника. Температура вспышки используется для характеристики горючих жидкостей по пожарной опасности. По этому показателю горючие жидкости делятся на два класса: *легковоспламеняющиеся (ЛВЖ)* – с температурой вспышки менее или равной 61 °С (бензин, этиловый спирт, ацетон) и *горючие (ГЖ)* – с температурой вспышки более 61 °С (масло, мазут, формалин).
- *Температура воспламенения* — наименьшая температура вещества, при которой вещество выделяет горючие пары и газы с

такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение.

- Температура самовоспламенения — наименьшая температура окружающей среды, при которой наблюдается самовоспламенение вещества.

Нижний НКПВ (верхний ВКПВ) концентрационный предел распространения пламени — минимальное (максимальное) содержание горючего вещества в однородной смеси с окислительной средой, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания.

### ***Классификации технологических сред, зон, зданий и помещений по взрыво- и пожароопасности:***

*Классификация технологических сред по пожаровзрывоопасности и пожарной опасности* проводится для определения безопасных параметров ведения технологического процесса. При этом выделяют следующие виды сред:

Пожароопасная среда – это среда, в которой возможно образование горючей среды, а также появление источника зажигания достаточной мощности для возникновения пожара

Пожаровзрывоопасная среда – это среда, в которой возможно образование смесей окислителя с горючими газами, парами легковоспламеняющихся жидкостей, горючими аэрозолями и пылями. При появлении в такой среде источника зажигания возможно инициирование пожара или взрыва.

Взрывоопасная среда – это среда, в которой возможно образование смесей воздуха с горючими газами, парами легковоспламеняющихся жидкостей, горючими жидкостями, горючими аэрозолями и горючими пылями или волокнами. Образованная смесь при определенной концентрации горючего вещества и появлении источника зажигания способна взрываться.

Пожаробезопасная среда – это среда, в которой отсутствуют горючая среда и (или) окислитель.

Классификация пожароопасных и взрывоопасных зон проводится для выбора исполнения (степени защиты) электротехнического и другого оборудования для обеспечения пожаровзрывобезопасности в указанной зоне. Выделяют следующие зоны:

- П-I – зоны расположены в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61°C и более;
- П-II – зоны расположены в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна;

- П-Па- зоны расположены в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества;
- П-III - расположенные вне зданий, сооружений, строений зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 °С и более или любые твердые горючие вещества.

Классификация зданий, сооружений, строений и помещений по пожарной и взрывопожарной опасности проводится для выработки требований к устройствам пожарной сигнализации, оснащению средствами пожаротушения и установлению правил пожарной безопасности.

Исходя из пожароопасных свойств веществ и материалов, находящихся в помещении, их количества и условий применения, все помещения по взрыво- и пожароопасности делятся на пять категорий:

**Взрывопожароопасная категория А:** производства, связанные с применением горючих газов, легковоспламеняющиеся жидкостей с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что они могут образовывать взрывоопасные смеси. При их воспламенении развивается избыточное давление взрыва в помещении, которое превышает 5 кПа. К этой категории также относятся помещения, связанные с применением, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом веществ в таком количестве, что избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

К объектам данной категории можно отнести нефтеперерабатывающие и химические предприятия, цеха фабрик искусственного волокна, склады бензина и др.

**Взрывопожароопасная категория Б:** производства, связанные с применением горючих пылей и волокон, легковоспламеняющихся жидкостей с температурой вспышки более 28 °С, горючих жидкостей в таком количестве, что они могут образовывать взрывоопасные смеси. При их воспламенении развивается избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа

К объектам этой категории можно отнести цеха приготовления и транспортировки угольной пыли и древесной муки, цеха обработки синтетического каучука и др.

**Пожароопасная категория В:** производства, связанные с применением горючих и трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудно горючих веществ, способных при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что

помещения, в которых эти вещества находятся, не относятся к категориям А или Б.

К объектам этой категории можно отнести лесопильные, деревообрабатывающие, столярные цеха, цеха текстильного производства.

Пожароопасная категория Г: производства, связанные с применением негорючих веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени. Также возможно применение горючих газов, жидкостей и твердых веществ, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

К объектам этой категории можно отнести термические цеха, котельные, предприятия металлообработки.

Пожароопасная категория Д: производства, связанные с применением негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

Определение категорий помещений следует проводить путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д).

### **Огнегасительные вещества**

Огнегасительные вещества – это вещества, которые обладают физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения.

Для прекращения горения необходимо выполнение следующих условий:

- уменьшение количества горючих веществ, поступающих в зону горения ниже предела, необходимого для образования горючей смеси (НКПВ);
- уменьшение концентрации кислорода в воздухе ниже пределов, необходимых для горения;
- снижение температуры горения ниже температуры воспламенения горючей смеси.

Для ликвидации горения используются различные методы:

- прекращение доступа в зону горения окислителя или горючего вещества;
- снижение концентрации окислителя до величин, при которых горение прекращается;
- охлаждение очага горения;
- механический срыв пламени струей жидкости или газа;
- снижение скорости химической реакции, протекающей в пламени;

Вещества по принципу огнегашения можно разделить на несколько групп:

- средства разбавления (водяной пар, огнегасительные газы и др.);
- средства изоляции (пены, порошки, песок и др.);
- средства охлаждения (вода, водные растворы солей и др.);
- средства химического торможения (бромэтиловые соединения и др.).

Определение способа прекращения горения зависит от количества и свойств горючих веществ, участвующих в горении, а также от тактико-технических возможностей средств, привлекаемых к тушению пожара.

По агрегатному состоянию огнегасительные вещества подразделяются на следующие виды:

### **Вода и водные растворы с добавками**

Вода является наиболее широко применяемым средством тушения пожаров. Вода применяется в следующих видах: компактные струи, распыленное состояние, парообразное состояние, водные растворы различных солей.

*Принцип огнегашения:*

- охлаждение зоны горения;
- механическое сбивание пламени струей воды;
- уменьшение концентрации кислорода в воздухе из-за интенсивного образования пара.

*Область применения:*

- вода с компактной струей – применяется для тушения твердых веществ и материалов, для охлаждения объектов вблизи очага пожара.
- вода с распыленной струей - применяется для ликвидации горения внутри массы материала (например, волокнистые материалы), горящих жидкостей, вязких мазутов и газов. Высокая эффективность тушения распыленной водой обусловлена повышенным охлаждающим эффектом за счет высокой удельной поверхности капель, равномерного действия воды непосредственно на очаг горения. По сравнению с компактной струей при использовании распыленной струи наблюдается незначительный ущерб от пролитой воды.
- водяной пар – используется на производствах, где пар применяется в технологических целях. Пар вводят в воздушную среду и снижают концентрацию кислорода для прекращения горения.
- водные растворы солей – применяются в тех же случаях, что и вода с компактной струей. В качестве солей, которые повышают

смачивающую способность воды, применяются бикарбонат натрия, хлориды кальция и аммония, глауберова соль, аммиачно-фосфорные соли.

*Достоинства воды:* доступность; дешевизна; легкость транспортировки; не токсичность; химическая нейтральность; высокая теплоемкость.

*Воду нельзя применять для тушения:*

- веществ, вступающих с водой в химическое взаимодействие с выделением взрывоопасных веществ (натрий, калий, карбид кальция, магниевые сплавы);
- сильно нагретых или расплавленных веществ, а также веществ, бурно реагирующих с водой;
- материальных ценностей, приходящих в негодность после контакта с водой;
- легко воспламеняющихся и горючих жидкостей, плотность которых меньше воды (нефтепродукты);
- электроустановок, находящихся под напряжением.

Вода обладает относительно высокой температурой замерзания (0°C) (необходимо применение антифризов, при тушении пожаров при пониженной температуре воздуха, менее 0°C);

Вода обладает малой вязкостью, поэтому неизбежны растекаемость и большие потери воды при тушении (необходимость применения специальных добавок, повышающих вязкость).

### **Пена**

Пена – это коллоидная система из жидких пузырьков, наполненных газом. Пленка пузырьков содержит раствор поверхностно-активных веществ (ПАВ) в воде с различными стабилизирующими добавками. Существует два вида пены – химическая и воздушно-механическая.

Химическая пена образуется в результате взаимодействия кислотных и щелочных компонентов в присутствии пенообразователя. Пена состоит из углекислого газа (80%), воды (19,7%), пенообразователя (0,3%).

Воздушно-механическая пена – механическая смесь воздуха (90-99%), воды (9,7-0,96%) и пенообразователя (0,3-0,04%). Пену получают при взаимодействии распыленной струи водного раствора пенообразователя с потоком воздуха или другого газа в насадке-генераторе пены. Воздушно-механическая пена имеет более широкую область использования по сравнению с химическими пенами, т.к. она химически менее агрессивна.



Одной из характеристик пен является кратность – отношение объема пены к объему ее жидкой фазы.

*Принцип огнегашения:* изоляция поверхности горящих предметов от кислорода воздуха. Изолирующее действие пены зависит от ее физико-химических свойств и структуры, от толщины ее слоя, от природы горючего вещества. При тушении твердых материалов пена может проявлять охлаждающее действие.

*Область применения:* Пена широко применяется для тушения твердых и жидких веществ, не вступающих во взаимодействие с водой, и в первую очередь – для тушения горящих нефтепродуктов. Эффективность тушения горящих огнеопасных жидкостей зависит от интенсивности подачи пены в зону горения. Необходимая интенсивность определяется из расчета создания на поверхности горения слоя пены толщиной не менее 15 см для горючих жидкостей и 20 см для легковоспламеняющихся жидкостей.

*Достоинства:* возможность тушения больших площадей; повышенная, по сравнению с водой, смачивающая способность.

*Недостатки:* Пена электропроводна, поэтому ее нельзя использовать для тушения электроустановок, находящихся под напряжением. Пена плохо удерживается на вертикальных поверхностях. Возможность замерзания рабочего раствора пены при отрицательных температурах. Невысокая стойкость и высокая коррозионная активность огнетушащего заряда. Ограничения в применении для тушения сильно нагретых поверхностей или расплавленных и бурно реагирующих с водой веществ.

### **Твердые огнегасительные вещества**

К применяемым для тушения пожаров твердым веществам относят используемые для изоляции очага возгорания асбестовые, брезентовые и прочие покрывала, а также сыпучие материалы, такие как песок или огнегасительные порошки.

Огнегасительные порошки представляют собой однородные мелкодисперсные смеси минеральных солей с различными добавками. Добавки обеспечивают текучесть и препятствуют слеживаемости и комкованию. В состав огнегасительных порошков входят кальцинированная сода, хлориды щелочных и щелочно-земельных металлов, углекислая и двууглекислая сода, окись магния и др.

*Принцип огнегашения:* изоляция поверхности горящих предметов от кислорода воздуха за счет образования плотной пленки; охлаждение зоны горения.

*Область применения:* В зависимости от назначения порошковые составы подразделяются:

- порошки общего назначения (для тушения твердых и жидких горючих веществ, горючих газов, электрооборудования под напряжением до 1000 В)
- порошки специального назначения (для тушения металлов, металлоорганических соединений, гидридов металлов или других веществ, обладающих уникальными свойствами).

*Достоинства:* используются для тушения таких материалов, которые не рекомендуется тушить другими средствами.

*Недостатки:* Нанесение ущерба оборудованию и материалам из-за значительного загрязнения порошком поверхностей. Способности к комкованию и слеживанию порошков при хранении. Возможность появления разрядов статического электричества при работе порошковых огнетушителей с насадкой, выполненной из полимерных материалов, что сужает область их применения.

### **Газовые огнегасительные составы**

Газовые огнегасительные составы представляют собой химические соединения или их смеси, которые при тушении находятся в газообразном состоянии. В качестве огнегасительных составов при этом используют инертные разбавители или ингибиторы горения.

*Инертные разбавители* (диоксид углерода, азот, водяной пар, гелий, аргон).

В этой группе огнегасительных веществ наибольшее распространение получил диоксид углерода.

*Принцип огнегашения:* снижение содержания кислорода в зоне горения за счет разбавления горючей среды. Диоксид углерода при введении в зону горения в количестве около 30 % (об.), снижает содержание кислорода до 12-15 % (об.) и гасит пламя, а при снижении концентрации кислорода в воздухе до 8 % (об.) прекращает тление.

Особенностью диоксида углерода является его способность образовывать хлопья «снега» при выпуске из средства огнегашения. При поверхностном тушении «снежным» диоксидом углерода его разбавляющее действие дополняется охлаждением очага горения.

*Область применения:* применяются для ликвидации пожаров в закрытых помещениях, при ограниченном воздухообмене, на открытых пространствах при небольших пожарах, электрооборудования под напряжением (до 10кВ).

*Преимущества:* не причиняет вреда объекту тушения; обладает хорошими диэлектрическими свойствами. Наибольший эффект достигается при тушении пожаров в замкнутых объемах.

*Недостатки:* Недостатками объемного пожаротушения инертными разбавителями являются ограничение размеров защищаемых помещений и опасность поражения людей, т.к. происходит снижение содержания кислорода в помещении. Ограничение возможности применения при низких температурах. Инертные разбавители не должны применяться для тушения:

- волокнистых, сыпучих, пористых и других материалов, склонных к самовозгоранию или тлению внутри объема вещества (древесные опилки, хлопок, травяная мука и т.п.);
- химических веществ и их смесей, полимерных материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха;
- гидридов металлов и пирофорных веществ;
- порошков металлов (натрий, калий, магний, титан и др.).

***Ингибиторы горения*** (хладоны).

*Принцип огнегашения:* прекращение пожара достигается за счет ингибирования (торможения) процесса горения.

В качестве ингибиторов горения применяют хладоны – галогенсодержащие углеводороды. Обычно используются бромсодержащие, а также бромхлорсодержащие хладоны ( $\text{CH}_2\text{ClBr}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ ,  $\text{CF}_3\text{Br}$ ), которые эффективно тормозят химические реакции в пламени.

*Область применения:* Хладоны применяются для тушения металлов, многих металлоорганических соединений, некоторых гидридов металлов, органических веществ (нефтепродукты, растворители), электроустановок под напряжением (до 10кВ). Хладоны не оказывают воздействия на электронную аппаратуру и художественные ценности. Поэтому наибольшее применение хладоны получили при противопожарной защите вычислительных и информационных центров, телефонных станций, радиостанций, телестудий, архивов, музеев, библиотек. Низкие температуры замерзания делают возможным их применение при минусовых температурах.

*Достоинства:* Наряду с высокой эффективностью и возможностью быстрого тушения этот способ обеспечивает предупреждение взрыва при накоплении в помещении горючих газов и паров. Хладоны обладают хорошими диэлектрическими свойствами, легкостью образования газовой фазы.

*Недостатки:* Можно отметить довольно высокую степень токсичности и высокую коррозионную активность продуктов термического разложения хладонов. Они имеют достаточно выраженное наркотическое действие на человека. Хладоны

отрицательно воздействуют на окружающую среду, т.к. их пары, поднимаясь на большую высоту, взаимодействуют с озоном и снижают его концентрацию в атмосфере, вызывая появление так называемых «озоновых дыр». Поэтому в последнее время разрабатываются составы озонобезопасных хладонов.

Выбор огнегасительных веществ в конкретных случаях производится в зависимости от видов горящих веществ и материалов.

Табл. 2.1. Выбор огнегасительных средств

Класс пожара	Характеристика горючей среды	Огнетушащие средства
А	Твердые горючие материалы (дерево, уголь, бумага, резина, пластмассы и др.)	Все виды огнегасительных средств, прежде всего вода, песок, земля
В	Горючие жидкости и материалы, плавящиеся при нагревании (мазут, бензин, лаки, масла, спирты, каучук, синтетические материалы).	Распыленная вода, пена
С	Горючие газы (водород, углеводорода и др.)	Хладон, порошок
Д	Металлы и их сплавы: горение легких металлов (алюминий, магний и их сплавы); горение щелочных и др. подобных металлов; горение металлоорганических соединений или гидридов	Порошок, пена
Е	Электроустановки, оборудование, находящееся под напряжением	Хладоны, углекислота (до 10 кВ), порошок (до 1кВ)

## Пожарная техника

Эффективность огнегашения определяется качеством используемых веществ и конструктивным совершенством огнегасительного устройства. От последнего зависит количество вводимого в зону горения огнегасительного вещества и интенсивность подачи его в эту зону горения.

В качестве огнегасительных устройств применяются первичные средства пожаротушения и стационарные установки пожаротушения.

### **Первичные средства пожаротушения**

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Первичные средства пожаротушения подразделяются на следующие типы:

- 1) переносные и передвижные огнетушители;
- 2) пожарный кран;
- 3) пожарный инвентарь;
- 4) асбестовые и брезентовые покрывала для изоляции очага возгорания.

### **Пожарный щит**

Для размещения первичных средств огнетушения в зданиях и помещениях устанавливают пожарные щиты, на которых размещают огнетушители и пожарный инвентарь (ломы, багры, топоры, ведра, покрывала) (рис. 2.2). Рядом со щитом устанавливается ящик с песком и лопатами, а также бочка с водой объемом 200–250 л.



Рис. 2.2. Пожарный щит

Пожарные щиты размещают в следующих случаях:

- если помещения не оборудованы внутренним противопожарным водопроводом и автоматическими установками пожаротушения;
- если на территории предприятий, не имеется наружный противопожарный водопровод;

- если наружные пожарные водоисточники удалены от зданий, наружных технологических установок предприятий на расстояние более 100 м.

Пожарный инвентарь применяют на стадии развития пожара. Лом, топор, универсальный крюк используют для разрушения горящих конструкций, вскрытия путей эвакуации. Багор применяется для изъятия из зоны горения наиболее ценных вещей, удаления из нее горящих предметов. Асбестовые и брезентовые покрывала предназначены для изоляции очага горения от доступа воздуха, но применяются лишь при небольшом очаге горения. Ведра используются для огнетушения водой. Лопаты применяются для покрытия очага песком, землей.

### ***Источники пожарного водоснабжения***

На территории организации должны размещаться источники противопожарного водоснабжения. В качестве источников противопожарного водоснабжения могут использоваться естественные и искусственные водоемы, а также внутренний и наружный водопроводы.

Наружные водопроводы прокладываются в траншеях вдоль зданий и используются профессиональными пожарными командами. Доступ к ним осуществляется через запорные устройства (гидранты), приводимые в действие с помощью пожарной колонки. По уровню необходимого напора воды эти водопроводы могут быть с высоким или низким давлением. В водопроводах с высоким давлением напор создается стационарными насосными установками, а в водопроводах с низким давлением – передвижными насосами (автонасосы, мотопомпы).

Внутренний водопровод прокладывается в строительных конструкциях здания и оснащается водоразборными кранами, которые находятся в специальных шкафах (шкаф ПК) (рис. 2.3). Внутренний пожарный кран оборудуется стволом и пожарным рукавом, соединенным с пожарным краном.

Вода от гидранта или внутреннего крана под действием напора подается в очаг горения. Формирование огнетушительного потока воды, а также управление им при подаче воды осуществляется с помощью пожарного рукава и пожарного ствола (брандспойта). Эти элементы должны постоянно храниться в шкафу внутреннего крана. Пожарный рукав имеет длину 10-20м. Соединение элементов между собой и присоединение рукава к крану выполняется специальными устройствами (полугайками) с запрессованными в них с торцов уплотнительными резиновыми кольцами. В тех случаях, когда для

огнегашения необходима распыленная вода, применяются пожарные стволы с распылительными головками.



Рис. 2.3. Внутренний пожарный кран

При возникновении загорания нужно сорвать пломбу, или достать ключ из места хранения на дверце шкафчика, открыть дверцу, раскатать пожарный рукав и соединить ствол, рукав и кран, если это не сделано. Затем максимальным поворотом вентиля крана пустить воду в рукав и приступить к тушению загорания. При введении в действие пожарного крана рекомендуется действовать вдвоем. В то время как один человек производит пуск воды, второй подводит пожарный рукав со стволом к месту горения.

Требования к уходу и содержанию пожарных кранов представлены на рис. 2.4.



Рис. 2.4. Требования к уходу и содержанию пожарных кранов

Пожарные краны устанавливаются у выходов из помещений и на площадках отапливаемых лестничных клеток, коридорах и других хорошо обозреваемых местах.

Категорически запрещается использование внутренних пожарных кранов, а также рукавов и стволов для работ, не связанных с тушением загораний и проведением тренировочных занятий.

В зданиях, где по условиям производства недопустимо огнегашение водой, внутренний пожарный водопровод не прокладывается.

### ***Огнетушители***

Огнетушители предназначены для ликвидации небольших очагов горения до прибытия пожарной команды.

*В зависимости от объема и способа доставки к месту загорания огнегасительного вещества* огнетушители могут быть переносными (до 20 литров), передвижными (от 20 до 400 л) и стационарными (более 400 л). Переносные огнетушители могут быть ручными (при использовании находятся в руках человека), ранцевыми (при использовании находятся за спиной человека) или забрасываемыми (при использовании забрасываются человеком в зону горения).

В зависимости от применяемого огнетушащего вещества огнетушители разделяются:

- водные (ОВ);
- пенные: воздушно-пенные (ОВП) и химически-пенные (ОХП)
- порошковые (ОП);
- газовые: углекислотные (ОУ) и хладоновые (ОХ)
- комбинированные (ОК), с зарядами разных огнетушащих веществ (например, пенообразующий и порошковый состав), помещенных в двух емкостях.

Также огнетушители могут быть перезаряжаемыми (восстанавливаемые) и неперезаряжаемыми (разового использования).

В ручных огнетушителях основными конструктивными частями являются:

- баллон для огнегасительного вещества;
- запорно-пусковое устройство для выпуска наружу и направления в нужную сторону потока огнегасительного вещества;
- механизм удаления из баллона его содержимого путем создания внутреннего избыточного давления;
- чека для предотвращения случайного срабатывания огнетушителя.



Огнетушители маркируются буквами, которые характеризуют вид огнетушителя по заряду, и цифрой, которая обозначает его объем в литрах или массу в килограммах.

Маркировка огнетушителя должна быть выполнена на русском языке, и содержать следующую информацию:

- товарный знак и наименование предприятия-изготовителя;
- название и обозначение огнетушителя;
- обозначение нормативного или технического документа, которому соответствует огнетушитель (технические условия, стандарт и т.д.);
- классы пожаров, которые могут быть потушены данным огнетушителем;
- тип, марка и номинальное количество огнегасительного вещества;
- способ приведения огнетушителя в действие в виде нескольких пиктограмм (схематических изображений), которые последовательно показывают действия, необходимые для работы с огнетушителем;
- предостерегающие надписи: об электрической опасности (например, «ВНИМАНИЕ: Не применять для тушения электрооборудования под напряжением», «Огнетушитель пригоден для тушения пожаров электрооборудования под напряжением не более \_\_\_В с расстояния не менее \_\_\_ м»), о токсичности (например, «ВНИМАНИЕ: выделяющиеся при тушении газы опасны, особенно в замкнутых объемах»), о возможности обморожения при использовании углекислотных огнетушителей, о возможности возникновения разрядов статического электричества при использовании углекислотных и порошковых огнетушителей);
- диапазон температур эксплуатации;
- рабочее давление вытесняющего газа в огнетушителе;
- указание о действии, которое необходимо предпринять после применения огнетушителя;
- месяц и год изготовления.

### ***Водные огнетушители***

Огнетушители переносные водные предназначены для тушения пожаров класса А (твердые горючие вещества), а при использовании добавок к воде также и для тушения пожаров классов В (жидкие горючие вещества). Подобные огнетушители не пригодны для тушения

пожаров классов С (газообразные вещества), D (металлы и металлоорганические вещества), и электроустановок, находящихся под напряжением. Тактико-технические характеристики водных огнетушителей приведены в табл. 2.2.

Табл. 2.2 Тактико-технические характеристик водных огнетушителей

Наименование параметров	ОВ-1(з) “Нимбус”	ОВ-2(з) “Нимбус”	ОВ-3(з) “Нимбус”	ОВ-5(з) “Нимбус”	ОВ-5(з)-Б	ОВ-5(з)	ОВ-6(б)
Огнетушащая способность по тушению модельного очага: по классу А, по классу В, м <sup>2</sup>	0,3А; 1В	1А; 21В	2А; 21В	3А; 34В	1А, 5В	1А, 0В	1А, 34В
Полная масса огнетушителя, кг, не более	0,8	2,5	4,2	5,8	12,0	11,0	9,5
Длина струи ОТВ, м, не менее	3	3	3	3	3,5	3	3
Продолжительность подачи ОТВ, с, не менее	5	10	10	10	33	30	30

### ***Газовые огнетушители***

К газовым огнетушителям относятся огнетушители углекислотные (ОУ) и хладоновые (ОХ).

#### *Углекислотные огнетушители*

В горловину баллона ввинчено запорно-пусковое устройство с раструбом (огнетушители ОУ-1, ОУ-2, ОУ-3), или со шлангом с раструбом (огнетушители ОУ-4, ОУ-5, ОУ-6) (рис. 2.5).

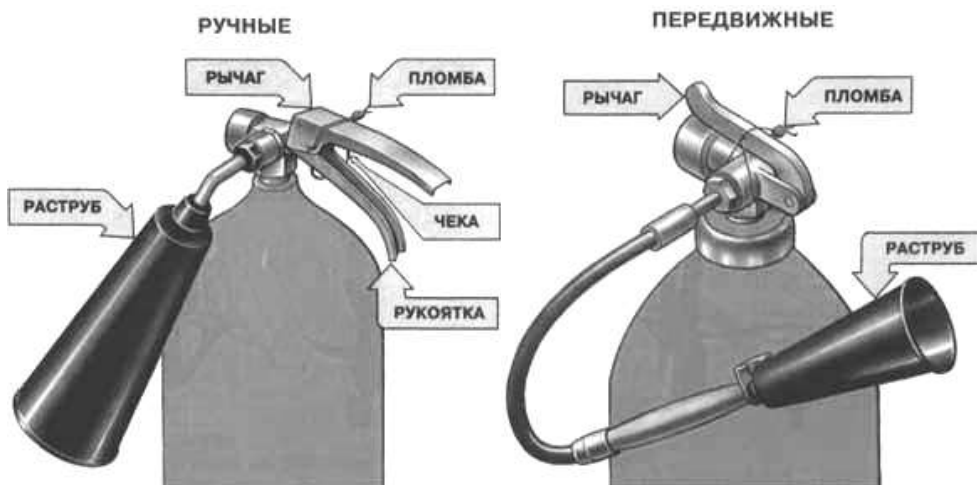


Рис. 2.5. Виды углекислотных огнетушителей

Принцип действия углекислотного огнетушителя основан на вытеснении находящейся под избыточным давлением 5,8 МПа углекислоты из баллона. При открывании запорно-пускового устройства диоксид углерода по сифонной трубке поступает к раструбу (рис. 2.6). Диоксид углерода из сжиженного состояния переходит в твердое (снегообразное) и его температура резко понижается.



Рис. 2.6. Конструкция углекислотного огнетушителя

Приведение в действие углекислотного огнетушителя.

При возникновении пожара необходимо сорвать пломбу с огнетушителя, выдернуть чеку, направить раструб в сторону огня, нажать на рычаг запорного устройства и приступить к тушению пожара (рис. 2.7, 2.8).



Рис. 2.7. Приведение в действие ручного углекислотного огнетушителя



Рис. 2.8. Приведение в действие передвижного углекислотного огнетушителя

При тушении электроустановок, находящихся под напряжением, не допускается подводить растроб ближе 2 м до электроустановки и пламени. После применения огнетушителя помещение необходимо обязательно проветрить. Необходимо соблюдать осторожность при выпуске углекислоты из растроуба, так как температура его поверхности понижается (до  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), поэтому гибкий шланг должен иметь ручку для защиты руки оператора от переохлаждения. Тактико-технические характеристики углекислотных огнетушителей представлены в табл. 2.3.

Табл. 2.3 Тактико-технические характеристики углекислотных огнетушителей

Наименование параметров	ОУ-2	ОУ-3	ОУ-5	ОУ-6	ОУ-8	ОУ-10	ОУ-20
Огнетушащая способность, м <sup>2</sup> (бензин)	0,41	0,41	1,08	1,08	1,1	1,08	1,73
Количество ОТВ заряженного в огнетушитель, кг	1,4	2,1	3,5	4,2	5,6	7	14
Полная масса огнетушителя, кг, не более	6,2	7,6	13,5	14,5	20	30	50
Длина струи ОТВ, м, не менее	1,5	2,5	3	3	3	3	3
Продолжительность подачи ОТВ, с, не менее	8	9	9	10	15	15	15

### *Хладоновые огнетушители*

В хладоновых огнетушителях выпуск огнегасительного вещества осуществляется через насадку баллона в виде аэрозольной струи, состоящей из мелкодисперсных капель. Поэтому подобные огнетушители также называют аэрозольными (ОА). Если в хладоновом огнетушителе в качестве огнегасительного вещества используется углекислый газ и бромистый этил, то он обозначаются как углекислотно-бромэтиловый (ОУБ). Например, огнегасительные вещества углекислотно-бромэтиловых огнетушителей (ОУБ-3А, ОУБ-7А) состоят из 98 % (по массе) бромистого этила и 2 % углекислоты с добавкой воздуха для создания давления 0,86 МПа при 20 °С.

Хладоновые огнетушители по конструктивному исполнению и внешнему виду схожи с углекислотными. Огнегасительным составом при нормальных условиях заполняется стальной баллон, внутри которого установлена сифонная трубка, вверху – запорная головка с пусковым устройством и распыляющей насадкой (рис. 2.9). Для выброса огнегасительного вещества из баллона в нем создается рабочее давление воздуха, составляющее при нормальной температуре 0,8–0,9 МПа.

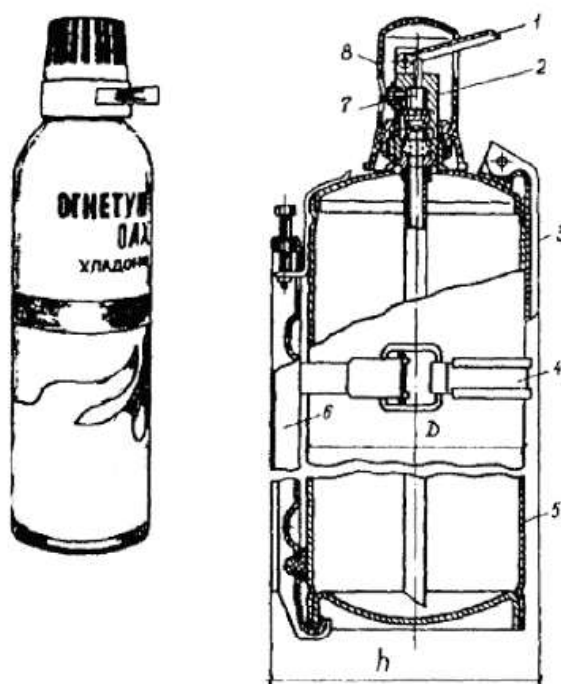


Рис. 2.9. Хладоновый огнетушитель ОУБ-3А (ОУБ-7А): 1 – пусковой рычаг; 2 – запорная головка; 3 – рукоятка; 4 – крепление; 5 – баллон; 6 – кронштейн; 7 – распылительное устройство; 8 – предохранительный колпак

Приведение в действие хладонового огнетушителя.

Для приведения в действие хладоновых огнетушителей или их разновидностей следует поднести их за ручку к очагу пожара и, нажимая на кнопку или рычаг запорно-пускового устройства, вскрыть предохранительную мембрану и направить струю на пламя. Тактико-технические характеристики углекислотных огнетушителей представлены в табл. 2.4.

Табл. 2.4. Тактико-технические характеристик хладоновых огнетушителей

Наименование параметров	ОУБ-3А	ОУБ-7А
Количество ОТВ заряженного в огнетушитель, кг	3,5	8,0
Полная масса огнетушителя, кг, не более	2,6	4,3
Длина струи ОТВ, м, не менее	3-4	3-4
Продолжительность подачи ОТВ, с, не менее	40	40

### ***Порошковые огнетушители***

В зависимости от применяемого порошка, порошковые огнетушители предназначены для тушения пожаров следующих классов: П-2АП (классы А, В, С, Е), Пирант (классы А, В, С, Е), Феникс АВС-7 (классы А, В, С, Е), ПФ (классы А, В, С, Е), ПСБ-3 (классы В, С, Е), ПХК (классы В, С, D, Е).

В горловину баллона ввинчено запорное устройство с индикатором давления и сифонной трубкой. В зависимости от типа огнетушителя в запорное устройство монтируется выходная трубка с раструбом или шланг с раструбом. Принцип работы огнетушителя основан на выходе огнетушащего порошка из баллона, находящегося под давлением 0,4 – 1,6 МПа.

#### *Порошковые огнетушители закачные.*

Рабочий газ закачан непосредственно в корпус огнетушителя (рис. 2.10). При срабатывании запорно-пускового устройства порошок вытесняется газом по сифонной трубке в шланг и к стволу-насадке или в сопло. Нажимая на курок ствола, можно подавать порошок порциями.

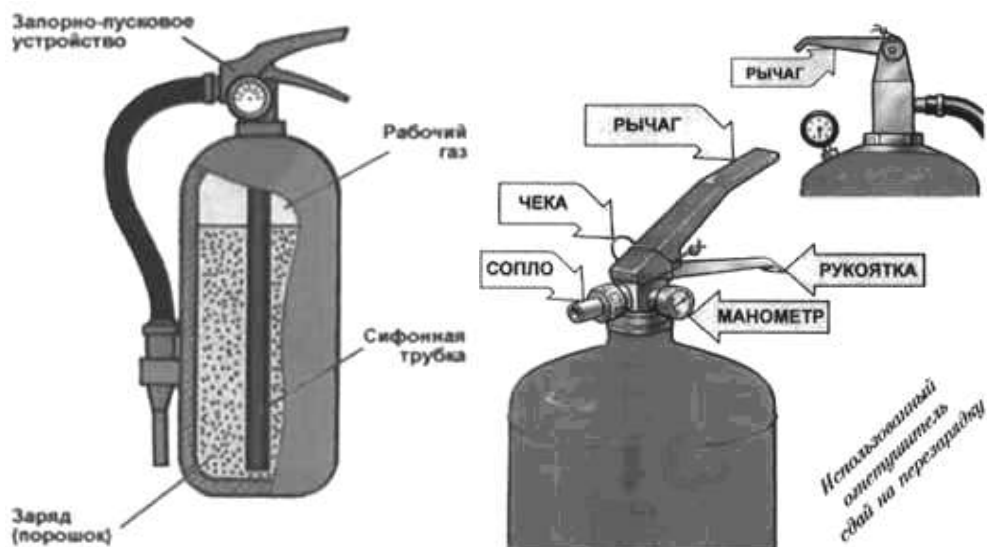


Рис. 2.10. Порошковые огнетушители закачные

*Порошковые огнетушители со встроенным источником давления*

При срабатывании запорно-пускового устройства прокалывается заглушка баллона с рабочим газом (углекислотный газ, азот) (рис. 2.11). Газ по трубке подвода поступает в нижнюю часть корпуса огнетушителя и создает избыточное давление. Порошок вытесняется по сифонной трубке в шланг к стволу.

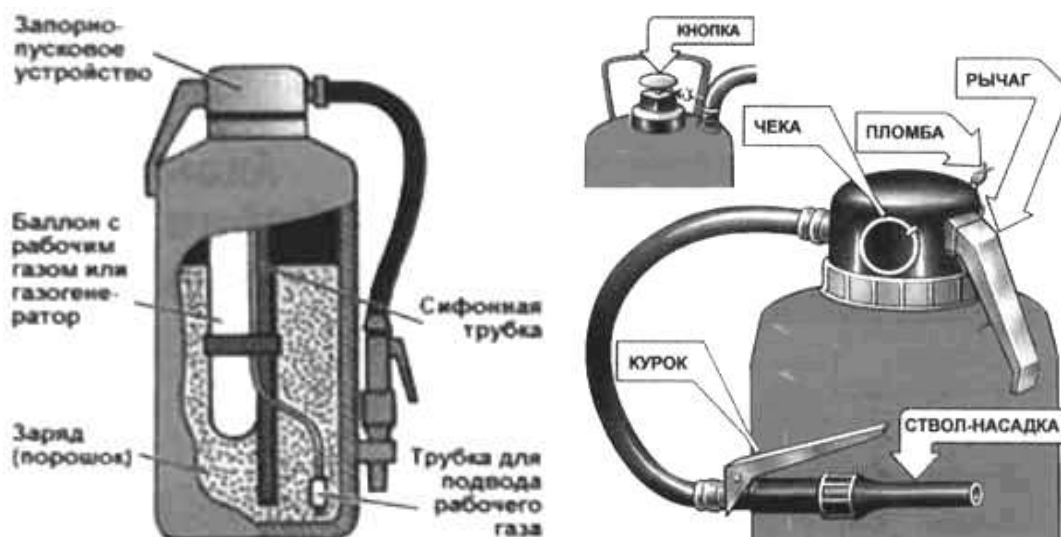


Рис. 2.11. Порошковые огнетушители со встроенным источником давления

Приведение в действие порошкового огнетушителя.

При возникновении пожара необходимо сорвать пломбу с огнетушителя, выдернуть чеку, направить раструб в сторону огня, нажать на рычаг запорного устройства и приступить к тушению. Способ приведение в действие порошкового огнетушителя приведен на рис. 2.12, 2.13.



Рис. 2.12. Приведение в действие порошкового огнетушителя закачного



Рис. 2.13. Приведение в действие порошкового огнетушителя со встроенным источником давления

Следует обратить внимание на то, что в самом начале тушения нельзя слишком близко подходить к очагу пожара, так как из-за высокой скорости порошковой струи происходит сильный подсос (эжекция) воздуха, который только раздувает пламя над очагом. Кроме того, при тушении с малого расстояния может произойти разбрасывание или разбрызгивание горящих материалов мощной струей порошка, что приведет не к тушению, а к увеличению площади очага пожара. Поэтому при использовании порошковых огнетушителей необходимо учитывать условия тушения пожара.

Для тушения очага пожара с большого расстояния целесообразно использовать порошковый огнетушитель с конической или цилиндрической насадкой, а с малого расстояния – лучше использовать



огнетушитель со щелевой насадкой, дающей плоскую расширяющуюся струю. При использовании огнетушителей со щелевой насадкой меньше опасность разбрызгивания горячей жидкости или разлета мелких горящих твердых частиц. Это особенно актуально при тушении порошков горящих металлов. Для тушения пожаров горящих металлов необходимо применять порошковые огнетушители, оснащенных «успокоителем» - устройством, позволяющим снизить скорость подачи огнетушащего состава и осуществлять тушение методом засыпки очага пожара и изоляции горящего металла от кислорода. Тактико-технические характеристики углекислотных огнетушителей представлены в таблице 5.

Табл. 2.5 Тактико-технические характеристик порошковых огнетушителей

Наименование параметров	Тип огнетушителя									
	ОП-1(з)	ОП-2(з)	ОП-5(з)	ОП-10(з)	ОП-50(з)	ОПУ-2	ОПУ-5	ОП-7Ф	ОПУ-10	ОП-50
Огнетушащая способность, м2 (бензин)	0,41	0,66	1,73	4,52	7,32	0,7	2,81	3,9	4,52	6,2
Количество ОТВ заряженного в огнетушитель, кг	1	2	5	10	49	2	4,4	6,4	8,5	45
Полная масса огнетушителя, кг, не более	2,5	3,7	8,2	16	85	3,6	8,8	10	15	80
Длина струи ОТВ, м, не менее	3	3	3,5	4,5	5	4	5	7	6,5	10
Продолжительность подачи ОТВ, с, не менее	6	6	10	13	25	8	10	12	15	24

### ***Пенные огнетушители***

Пенные огнетушители предназначены для тушения пожаров классов А (твердые горючие вещества), В (жидкие горючие вещества). Непригодны для тушения пожаров классов С (газообразные вещества), D (металлы и металлоорганические вещества), а также электроустановок, находящихся под напряжением.

#### *Химические пенные огнетушители (типа ОХП)*

Конструкция химических пенных огнетушителей представлена на рис.14. При срабатывании запорно-пускового устройства открывается клапан стакана, освобождая выход кислотной части огнетушащего вещества. При переворачивании огнетушителя кислота и щелочь вступают во взаимодействие. При встряхивании реакция ускоряется. Образующаяся пена поступает через насадку к очагу пожара (рис. 2.14).



Рис. 2.14. Химический пенный огнетушитель

Химические пенные огнетушители подлежат зарядке каждый год независимо от того, используются они или нет. К недостаткам химических пенных огнетушителей также относится необходимость их переворачивания для приведения в действие, отсутствие гибкого шланга, отсутствие возможности прерывания подачи огнетушащего вещества.

Способ приведение в действие огнетушителя типа ОХП приведен на рис. 2.15.



Рис. 15. Приведение в действие химического пенного огнетушителя

*С 1998 г. химические пенные огнетушители, приводимые в действие путем их переворачивания, запрещается вводить в эксплуатацию. Они должны быть*

заменены более эффективными огнетушителями, тип которых определяется в зависимости от возможного класса.

### Воздушно-пенные огнетушители (типа ОВП)

Принцип действия воздушно-пенных огнетушителей основан на вытеснении раствора пенообразователя избыточным давлением рабочего газа (воздух, азот, углекислый газ) (рис. 2.16). При срабатывании запорно-пускового устройства прокалывается заглушка баллона с рабочим газом. Пенообразователь выдавливается газом через клапаны и сифонную трубку. В насадке пенообразователь перемешивается с засасываемым воздухом, и образуется пена. Она попадает на горящее вещество, охлаждает его и изолирует от кислорода.

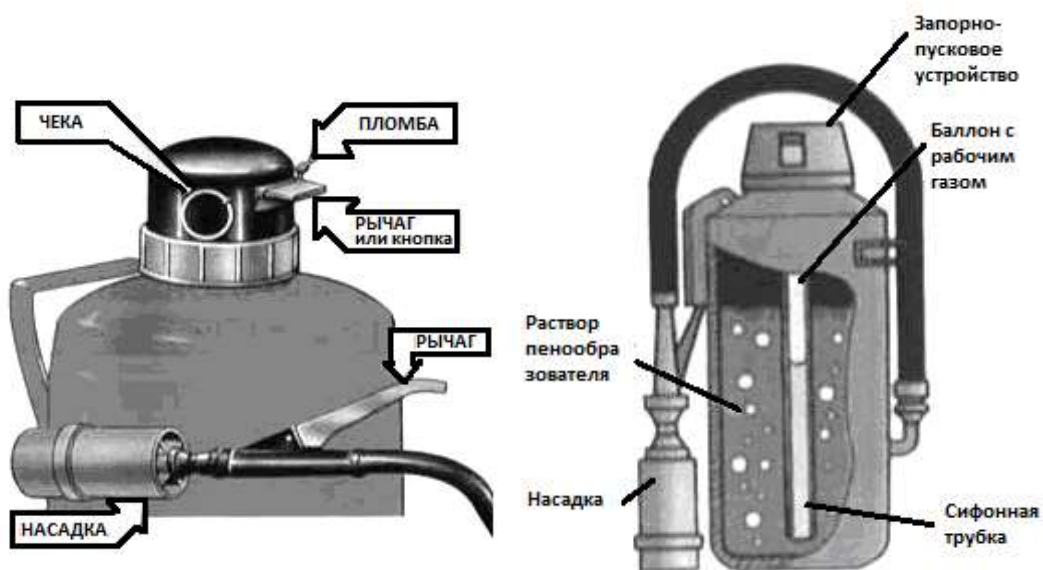


Рис. 2.16. Воздушно-пенный огнетушитель

Способ приведения в действие огнетушителя типа ОВП приведен на рис. 2.17.



Рис. 2.17. Приведение в действие воздушно-пенного огнетушителя

Тактико-технические характеристики воздушно-пенных огнетушителей представлены в табл. 2.6.

Табл. 2.6 Тактико-технические характеристики воздушно-пенных огнетушителей

Наименование параметров	Тип огнетушителя				
	ОВП-5(з)	ОВП-10	ОВП-10(з)	ОВП-50	ОВП-100)
Огнетушащая способность, м <sup>2</sup> (бензин)	1,73	1,73	2,8	3,25	6,5
Количество ОТВ заряженного в огнетушитель, кг	4,7	8	8,5	45	95
Полная масса огнетушителя, кг, не более	9	15	16	80	148
Длина струи ОТВ, м, не менее	3,5	3	3,5	6,5	6,5
Продолжительность подачи ОТВ, с, не менее	30	40	40	25-35	45-65

### **Выбор, размещение и использование огнетушителей**

Вид, количество и места размещения первичных средств пожаротушения определяются в зависимости от вида горючего материала, объемно-планировочных решений здания, параметров окружающей среды и расположения рабочих мест обслуживающего персонала. Эффективность применения огнетушителей в зависимости от класса пожара и огнегасительного вещества определяется по табл. 2.7.

Табл. 2.7. Эффективность применения огнетушителей в зависимости от класса пожара и огнегасительного вещества

Класс пожара	Огнетушители						
	Водные		Воздушно-пенные		Порошковые	Углекислотные	Хладоновые
	Р	М	Н	С			
А	+++	++	++	+	++ 2)	+	+
В	-	+	+1)	++1)	+++	+	++
С	-	-	-	-	+++	-	+
Д	-	-	-	-	+++3)	-	-
Е	-	-	-	-	++	+++4)	++

*Примечание:* знаком «+++» отмечены огнетушители, наиболее эффективные при тушении пожара данного класса; «++» огнетушители, пригодные для тушения пожара данного класса, «+» огнетушители, недостаточно эффективные при тушении пожара данного класса; «-» огнетушители, непригодные для тушения пожара данного класса. 1) Использование растворов фторированных пленкообразующих пенообразователей повышает эффективность пенных огнетушителей (при тушении пожаров класса В) на 1-2 ступени. 2) Для огнетушителей, заряженных порошком типа АВСЕ. 3) Для огнетушителей, заряженных специальным порошком и оснащенных успокоителем порошковой струи. 4) Кроме огнетушителей, оснащенных металлическим диффузором для подачи углекислоты на очаг пожара.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 м для общественных зданий и сооружений; 30 м – для помещений категорий А, Б и В; 40 м – для помещений категории Г; 70 м – для помещений категории Д.

На объекте должно быть определено лицо, ответственное за приобретение, ремонт, сохранность и готовность к действию первичных средств пожаротушения. Каждый огнетушитель, установленный на объекте, должен иметь порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской. На него заводят паспорт по установленной форме. Учет проверки наличия и состояния первичных средств пожаротушения следует вести в специальном журнале. Огнетушители должны всегда содержаться в исправном состоянии, периодически осматриваться, проверяться и своевременно перезаряжаться.

Не допускается хранение и эксплуатация огнетушителей без чеки и пломбы предприятия-изготовителя или организации, производящей

перезарядку. Запрещается выполнять любые ремонтные работы и разборку огнетушителя при наличии давления в корпусе огнетушителя.

Не допускается хранить огнетушители вблизи нагревательных приборов и других источников тепла, где температура может быть выше 50 °С. Не допускается прямое попадание солнечных лучей при транспортировании и хранении. В зимнее время (при температуре ниже 1 °С) огнетушители необходимо хранить в отапливаемых помещениях.

### ***Автоматические установки пожаротушения***

Говоря о средствах, применяемых для тушения пожаров, нельзя не отметить тенденцию их постепенного перехода на автоматический режим работы. Основным преимуществом автоматических систем пожаротушения является возможность непосредственно воздействовать на пожар в месте его возникновения и, таким образом, избежать распространения пламени и большего ущерба от пожара.

Здания должны быть оснащены автоматическими установками пожаротушения в случаях, когда ликвидация пожара первичными средствами пожаротушения невозможна, а также в случаях, когда обслуживающий персонал находится в защищаемых зданиях некруглосуточно. Тип автоматической установки пожаротушения, вид огнегасительного вещества и способ его подачи в очаг пожара определяются в зависимости от вида горючего материала, объемно-планировочных решений здания, и параметров окружающей среды.

Установки пожаротушения автоматически срабатывают при превышении определенным фактором пожара пороговых значений в защищаемой зоне. Подобные установки должны обеспечивать локализацию или ликвидацию пожара на его начальной стадии возникновения. Отличительной особенностью автоматических установок является выполнение ими функций автоматической пожарной сигнализации.

Принцип действия автоматических установок заключается в следующем:

- Датчики обнаруживают повышение температуры, наличие огня или дыма.
- Приборы приемно-контрольные и управления, которые в случае пожара подают сигнал для эвакуации персонала.
- Вырабатывается сигнал к обеспечению герметичности помещения (закрываются вытяжки, вентиляционные отверстия).

- Выпускается огнегасительный состав и проводится через систему труб на насадки-распылители.
- Распылители выпускают огнегасительный состав в помещение.

Наибольшее распространение в качестве автоматических установок приобрели спринклерные и дренчерные системы.

*Спринклерная система* относится к автоматическим средствам тушения пожаров распыленной водой. Система представляет собой трубопроводную водоразводящую сеть, смонтированную под потолком помещения, в которой постоянно находится вода. Источником питания сети водой может быть водопровод, специальная насосная установка, или емкости, расположенные на высоте.

В водоразводящей сети спринклерные оросители, представленные на рис. 2.18, ввинчиваются в отверстия труб и располагаются на потолке на расстояниях 3–4 м один от другого с расчетом 1 спринклер на 9–12 м<sup>2</sup> площади пола.



Рис. 2.18. Оросители спринклерные

Спринклерные оросители имеют в своей структуре стеклянную колбочку, содержащую жидкость, расширяющуюся при нагревании, либо плавкий замок, который запирает отверстие подачи воды. При достижении пороговой температуры разрушается стеклянная колба либо расплавляется легкоплавкий замок, вода поступает в головку, ударяется о розетку и разбрызгивается. При этом начинают работать спринклерные оросители, расположенные непосредственно над горящим объектом.

Сплав замка подбирается с расчетом плавления при температурах 72, 93, 141, 182 °С. Выбираемые температурные разрушения замка должны превышать нормальную температуру воздуха в помещении на 30–40 °С. Чувствительный элемент спринклера срабатывает через 2–3 мин с момента достижения в помещении температуры, на которую рассчитано его действие.

С вводом в работу спринклерной установки поток воды в специальном отводе трубы приводит в движение контрольно-сигнальное устройство, оповещающее о возникновении пожара. Прекращение работы системы производится вручную.

*Дренчерная система*, как и спринклерная, осуществляет тушение водой, подаваемой из трубопроводной сети. В трубопроводную сеть ввернуты дренчеры, не имеющие запирающих замков и всегда открытые для выхода воды (рис. 2.19). Поэтому подача и распыление воды возможны только одновременно по все дренчерные распылительные головки. Дренчерная система применяется для тушения пожаров по всему объему помещения либо локализации той части помещения, где возникло возгорание. Локализацию осуществляют путем создания, так называемых, «завес», экранирующих тепловые потоки, дым, токсичные продукты горения и исключающих распространение пожара и его опасных факторов за пределы водяных завес.

В конструкции дренчера предусматривается розетка или лопатка, при соударении с которой происходит распыление воды.



Рис. 2.19. Дренчер

Изготавливают дренчеры лопаточного или розеточного типа с диаметром выходного отверстия 12, 7, 10 и 8 мм. Расстояние между дренчерами, предназначенные для тушения площадей, не должно превышать 3 м, а между дренчерами и стенами или перегородками — 1,5 м. Расстояние между дренчерами, предназначенными для создания



водяных завес, определяется из расчета расхода воды, не менее 0,5 л/сек на 1 м ширины орошаемой плоскости или проема.

Включение дренчерной системы может проводиться вручную и автоматически. В первом случае вещество подается в трубопроводную сеть открыванием вентиля. Во втором случае – открытием специального клапана, управляемого от устройства с электрическими датчиками или от тросового устройства с легкоплавкими замками.

Технические характеристики дренчерных и спринклерных оросителей представлены в табл. 2.9.

Табл. 2.9. Технические характеристики спринклерных и дренчерных систем

Наименование параметра	Дренчерный ДВГо12-В3	Спринклерный СВГо12- Р68.В3
Условный диаметр выходного отверстия, мм	12	12
Рабочее давление перед оросителем минимальное, МПа	0,05	0,05
Защищаемая площадь, не менее <sup>2</sup>	12,0	12,0
Средняя интенсивность орошения, не менее л/м <sup>2</sup> ·с	0,05	0,05
Коэффициент расхода воды, не менее	0,9	0,9
Вид теплового замка	-	с разрывным элементом
Номинальная температура срабатывания, °С	-	68±3
Условное время срабатывания, не более с	-	300
Масса не более, кг	0,06	0,06
Габаритные размеры, мм: высота, ширина	68x28x38	68x28x38

Наиболее распространенным направлением в данной сфере продолжает оставаться водяное пожаротушение, основными достоинствами которого являются доступность, экологическая чистота и относительно невысокая стоимость. Но, несмотря на их эффективность, устройства распыления воды совершенными назвать нельзя, т.к. вода причиняет серьезный ущерб многим видам материальных ценностей. Поэтому в качестве огнегасительного вещества в спринклерных установках могут применяться газовые составы, а в дренчерных установках – газовые и пенные составы.

### **Система пожарной сигнализации**

Успех ликвидации пожара на производстве зависит от быстроты оповещения персонала о его начале. Для этого используется система пожарной сигнализации – совокупность технических средств,

предназначенных для обнаружения пожара, передачи извещения о пожаре и выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения.

Системы пожарной сигнализации подают световой или звуковой сигнал о возникновении пожара на приемно-контрольное устройство в помещении дежурного персонала или на специальные выносные устройства оповещения.

Основным элементом пожарной сигнализации является пожарный извещатель – устройство для формирования сигнала о пожаре.

Устройства электрической сигнализации работают на принципе восприятия входного сигнала, характер которого определяется признаками горения: выделением тепла, дыма, света. Преобразуя входные сигналы, устройства осуществляют обнаружение горения с передачей информации о месте его возникновения.

По способу действия устройства электрической пожарной сигнализации классифицируются на ручные (с ручным способом приведения в действие) и автоматические (автоматически реагируют на факторы, сопутствующие пожару) (рис. 2.20).

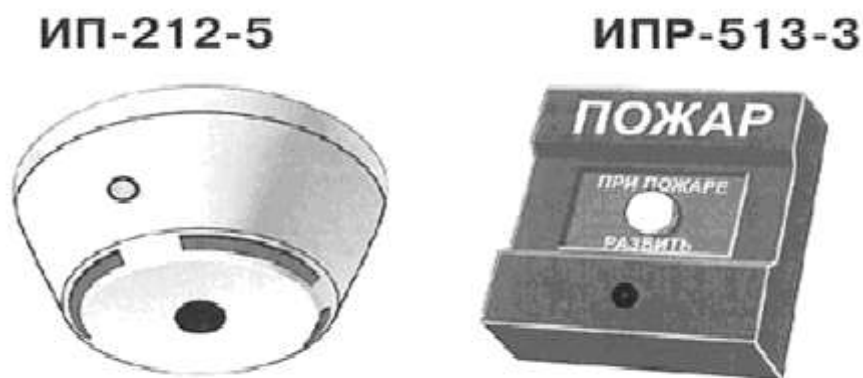


Рис. 2.20. Автоматический (ИП-212-5) и ручной (ИПР-513-3) извещатели

Ручные пожарные извещатели должны устанавливаться в доступных для их включения при возникновении пожара местах. Ручное устройство представляет собой аппарат с одной кнопкой под стеклом, которое в случае пожара, следует разбить, нажать кнопку, и, опустив ее, ожидать ответного сигнала. Извещатель включен в систему проводной пожарной сигнализации и через нее связан с диспетчерским пультом пожарной части.

По виду контролируемого признака пожара автоматические пожарные извещатели подразделяются на:

- *Тепловые извещатели (ТИ).* Тепловые извещатели включаются при достижении максимальной заданной температуры (обычно 60, 80, 100 °С), характеризующей начало пожара, а также при скачкообразном повышении температуры с установленной скоростью нарастания 30 °С/мин. Настройка производится заранее, причем в первом случае срабатывание извещателя должно происходить при превышении нормальной допустимой температуры воздуха в помещении не менее, чем на 20 °С.
- *Дымовые извещатели (ДИ).* В дымовых извещателях чувствительный элемент реагирует на ослабление или рассеяние зондирующего потока оптического излучения дымовыми частицами. Срабатывание таких извещателей происходит через несколько секунд после проникновения дыма в измерительную камеру. Дым при возникновении горения проявляется первым, и поэтому дымовой извещатель среагирует на него на более ранних стадиях пожара.
- *Световые извещатели (СИ).* Световые извещатели применяются в помещениях с нормальной освещенностью и действуют по принципу прямой видимости огня. При появлении огня они срабатывают мгновенно, преобразуя его ультрафиолетовое излучение в электрический ток и подавая сигнал.
- *Комбинированные извещатели (КИ).*

Выбор и применение извещателя определяется характером возможного пожара, контролируемой площадью и условиями производства.

Технические характеристики автоматического (ИП-212-5) и ручного (ИПР-513-3) извещателей представлены в табл. 2.10.

Табл. 2.10 Технические характеристики автоматических и ручных извещателей

Наименование параметра	ИП 513-3	ИП 212-5 (дымовой)
Принцип действия	электроконтактный	оптико-электронный точечный
Энергия включения (удара по стеклу для выдачи тревожного сообщения), Дж	0,29	-
Чувствительность (удельная оптическая плотность дыма), дБ/м	-	0,05...0,20
Неразрушающее усилие (приложенное к стеклу и не приводящее к выдаче тревожного сообщения), Н	25	
Инерционность срабатывания, с	-	5
Напряжение в линии шлейфа, В, не более	30	-
Напряжение питания (от источника постоянного тока), В	-	16...24
Ток потребления, мА, не более	в дежурном режиме – ток не потребляет; в режиме "Пожар"-25	в дежурном режиме – 0,2; в режиме "Пожар"-22
ППК, с которыми работает извещатель	"С2000-4", "Сигнал-20", "Сигнал-ВК", ППС-3, ППК-2 и др.	ППК-2, ППК-2А, ППК-2Б, ППК-2К, УСПП-01Л и др.
Диапазон рабочих температур, °С	-30...+55	-30...+60
Габаритные размеры, мм, не более	100x100x40	100x61 (с розеткой), 210 (без розетки)
Масса, г, не более	200	230 (с розеткой), 210 (без розетки)

Извещатели электрической пожарной сигнализации в зданиях и сооружениях следует устанавливать следующим образом:

- для зданий категорий А, Б и В – снаружи зданий у выходов на расстоянии не более чем через 50 м;
- на наружных установках и открытых складах категорий А, Б и В – по периметру установки, склада не более чем через 100 м;

- на складах горючих газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей – по периметру обвалования не более чем через 100 м;
- на сливноналивных эстакадах сжиженных углеводородных газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей – через 100 м, но не менее двух.

Ручные пожарные извещатели необходимо устанавливать независимо от наличия извещателей автоматической пожарной сигнализации.

В зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должна быть предусмотрена система оповещения людей о пожаре. Для этого используются пожарные оповещатели. Порядок использования систем оповещения должен быть определен в инструкциях по их эксплуатации и в планах эвакуации с указанием лиц, которые имеют право приводить системы в действие. В зданиях, где не требуются технические средства оповещения людей о пожаре, руководитель объекта должен определить порядок оповещения людей о пожаре и назначить ответственных за это лиц.

### **Мероприятия, проводимые в организациях для повышения пожарной безопасности**

Общие понятия:

*Пожарная профилактика* – мероприятия, проводимые для предотвращения пожаров и взрывов на предприятии.

*Противопожарный режим* – правила поведения людей, порядок организации производства и содержания помещений, обеспечивающие предупреждение нарушений требований безопасности и тушение пожаров.

*Меры пожарной безопасности* – действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности.

*Требования пожарной безопасности* – специальные условия социального и технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством РФ, нормативными документами или уполномоченным государством органом.

Методы противодействия пожару на предприятии делятся на уменьшающие вероятность возникновения пожара (профилактические) и непосредственно на защиту и спасение людей от огня.

### ***Система предотвращения пожаров.***

Целью создания систем предотвращения пожаров является исключение условий возникновения пожаров. Исключение условий возникновения пожаров достигается предотвращением условий образования горючей среды или источников зажигания. Предотвращение образования горючих сред.

Исключение условий образования горючей среды может обеспечиваться одним или несколькими из следующих способов:

- применение негорючих веществ и материалов;
- ограничение массы или объема горючих веществ и материалов;
- использование наиболее безопасных способов размещения горючих веществ и материалов;
- изоляция горючей среды от источников зажигания (применение изолированных отсеков, камер, кабин);
- поддержание безопасной концентрации в среде окислителя и (или) горючих веществ;
- понижение концентрации окислителя в горючей среде в защищаемом объеме;
- поддержание температуры и давления среды на уровне, исключающем распространение пламени;
- механизация и автоматизация технологических процессов, связанных с обращением горючих веществ;
- установка пожароопасного оборудования в отдельных помещениях или на открытых площадках;
- применение устройств защиты производственного оборудования, исключающих выход горючих веществ в объем помещения;
- удаление из помещений, технологического оборудования, коммуникаций, пожароопасных отходов производства, отложений пыли, пуха.

Предотвращение появления в горючей среде источников зажигания.

Исключение условий образования в горючей среде источников зажигания может достигаться одним или несколькими из следующих способов:

- применение электрооборудования, соответствующего классу пожароопасной и (или) взрывоопасной зоны, категории и группе взрывоопасной смеси;
- применение в конструкции средств защитного отключения электроустановок и других устройств, являющихся источниками зажигания;

- применение оборудования и режимов проведения технологического процесса, исключающих образование статического электричества;
- устройство молниезащиты зданий, сооружений, строений и оборудования;
- поддержание безопасной температуры нагрева веществ, материалов и поверхностей, которые контактируют с горючей средой;
- применение искробезопасного инструмента при работе с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами;
- ликвидация условий для самовозгорания обращающихся веществ, материалов и изделий.

Если потенциальный источник зажигания и горючую среду невозможно полностью исключить из технологического процесса, то данное оборудование или помещение, в котором оно размещено, должно быть надежно защищено аварийным отключением оборудования или снабжено различными сигнализациями.

### ***Системы противопожарной защиты***

Целью создания систем противопожарной защиты является защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара. Способы защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара могут быть следующими:

- применение объемно-планировочных решений и средств, которые ограничивают распространение процесса горения за пределы очага;
- устройство эвакуационных путей;
- устройство систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- применение систем коллективной защиты и средств индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара;
- применение основных строительных конструкций с требуемыми пределами огнестойкости;
- устройство аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры;
- устройство систем противовзрывной защиты на технологическом оборудовании;
- применение первичных средств пожаротушения;
- применение автоматических установок пожаротушения;
- организация деятельности подразделений пожарной охраны.

Мероприятия, обеспечивающих ограничение распространения процесса горения за пределы очага определяются противопожарными разрывами, огнестойкостью зданий и сооружений и пределом огнестойкости.

Огнестойкость – это способность строительной конструкции сопротивляться воздействию высокой температуры в условиях пожара и выполнять при этом свои обычные эксплуатационные функции. Огнестойкость характеризуется пределом огнестойкости, который определяется временем (в часах) от начала испытания конструкции на огнестойкость до момента, при котором она теряет способность сохранять несущие или ограждающие функции. Потеря несущей способности определяется обрушением конструкции, потеря ограждающей способности – образованием в несущих конструкциях трещин, через которые в соседние помещения могут проникать продукты горения и пламя.

Огнестойкость может быть повышена пропиткой или поверхностной обработкой водным раствором огнезащитных солей, поверхностной обработкой огнезащитной краской и др.

Для того чтобы огонь при пожаре не распространялся с одного здания на другое, их располагают на определенном расстоянии друг от друга, называемом противопожарным разрывом. Для ограничения распространения пожара внутри здания предназначены противопожарные преграды (стены, перекрытия, двери).

Требования к разработке схем эвакуации людей и путям эвакуации.

Каждое здание, сооружение или строение должно иметь эвакуационные пути для безопасного вывода людей в случае возникновения пожара. При разработке схем эвакуации должны учитываться опасные факторы, воздействующие на людей при пожаре или взрыве. В организациях при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы эвакуации людей в случае пожара. При пребывании на этаже более 50 человек должна быть разработана инструкция, определяющая порядок эвакуации.

Максимальное расстояние от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода определяется в зависимости от категории помещения, но не должно превышать 100 м. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в сторону выхода из помещений. При пребывании людей в помещении двери могут запираются лишь на внутренние легко открывающиеся запоры. При расстановке оборудования в помещении должны быть обеспечены



эвакуационные проходы к лестничным клеткам и другим путям эвакуации. В проемах эвакуационных выходов запрещается устанавливать раздвижные и подъемно-опускные двери, вращающиеся двери, турникеты и другие предметы, препятствующие свободному проходу людей. Объемные самосветящиеся знаки пожарной безопасности с автономным питанием и от электросети, используемые на путях эвакуации должны постоянно находиться в исправном и включенном состоянии. Эвакуационное освещение должно включаться автоматически при прекращении электропитания рабочего освещения.

### ***Противопожарный режим***

В каждой организации распорядительным документом должен быть установлен противопожарный режим, который включает проведение следующих мероприятий:

- определение и оборудование места для курения;
- определение места и допустимого количества единовременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- установление порядка уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды;
- определение порядка обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;
- определение порядка осмотра и закрытия помещений после окончания работы;
- регламентирование действия работников при обнаружении пожара;
- определение порядка и срока прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначение ответственных за их проведение;
- разработка планов эвакуации.

### ***Права и обязанности работника организации***

Работники организаций на производстве должны соблюдать требования пожарной безопасности, соблюдать и поддерживать противопожарный режим, выполнять меры предосторожности при использовании оборудования, проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими веществами. В случае обнаружения пожара работник должен сообщить о нем руководителю и принять возможные меры к спасению людей, имущества и ликвидации пожара.

Все работники организаций должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа. При изменении специфики работы необходимо проходить дополнительное обучение способам предупреждения и тушения возможных пожаров.

**Работник должен знать:**

- правила пользования электроустановками и электроприборами;
- правила хранения легковоспламеняющихся веществ;
- порядок оповещения и схему эвакуации при пожаре;
- места расположения огнетушителей и других средств тушения пожаров и правила пользования ими;
- свои обязанности и порядок действий при пожаре.

Обязанности работника по соблюдению требований пожарной безопасности должны быть отражены в их должностных инструкциях или инструкциях по охране труда.

Виды инструктажей работников по пожарной безопасности на производстве:

- Вводный противопожарный инструктаж проводится при оформлении на работу.
- Инструктируемые должны ознакомиться:
  - с установленным на объекте противопожарным режимом;
  - с пожароопасными производственными участками;
  - с возможными причинами возникновения пожаров и мерами их предупреждения;
  - с практическими действиями в случае возникновения пожара.
- Первичный противопожарный инструктаж проводится:
  - на рабочем месте вновь принятого работника;
  - при перемещении работника из одного цеха в другой;
  - при переводе на другую должность, специальность;
  - при изменении технологического процесса и степени пожарной опасности в цехе.
- При первичном инструктаже необходимо:
  - познакомить работника с пожарной опасностью цеха;
  - указать места курения, расположение технических средств пожаротушения;
  - проверить практические действия на случай пожара.
- Повторный противопожарный инструктаж проводится.
- Внеочередной (внеплановый) противопожарный инструктаж проводится:

- при введении в действие новых норм, правил, инструкций по пожарной безопасности;
- при изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования,
- при изменении приспособлений и инструмента, материалов, влияющих на пожарную безопасность;
- при грубых нарушениях правил пожарной безопасности.

Целевой инструктаж по пожарной безопасности проводится в случае выполнения разовых работ, напрямую не связанных с обязанностями работника по специальности (погрузка, выгрузка, уборка, разовые работы вне предприятия, ликвидация последствий аварий, стихийных бедствий, производство огневых и иных пожароопасных работ).

### **Порядок действий при возникновении пожара**

Тушить пожар самостоятельно целесообразно только на его ранней стадии при обнаружении загорания, и в случае уверенности в собственных силах. Если с загоранием не удалось справиться в течение первых нескольких минут, то дальнейшая борьба не только бесполезна, но и смертельно опасна.

Для организации борьбы с огнем необходимо знать методы его ликвидации, которые основаны на выполнении следующих требований:

- знание опасных факторов, возникающих при горении конкретных веществ в производственных условиях;
- правильный выбор необходимых средств огнетушения;
- эффективные действия и соблюдение мер безопасности.

В каждой организации порядок действий при пожаре определяется инструкцией о мерах противопожарной безопасности. В инструкциях о мерах пожарной безопасности отражается:

- правила вызова пожарной охраны;
- порядок отключения вентиляции и электрооборудования;
- правила применения средств пожаротушения и установок пожарной автоматики;
- порядок аварийной остановки технологического оборудования;
- порядок эвакуации горючих веществ и материальных ценностей;
- порядок осмотра и приведения в пожаро- и взрывобезопасное состояние всех помещений предприятия (подразделения).

При обнаружении пожара или признаков горения (задымления, запаха гари, повышения температуры) в производственном помещении

или на территории предприятия работник обязан немедленно сообщить об этом своему непосредственному руководителю, а тот – в пожарную охрану. Пожарной охране сообщается адрес объекта и место возникновения пожара. Сообщить пожарной охране необходимо даже в том случае, если загорание ликвидировано собственными силами. Огонь может остаться незамеченным в скрытых местах (в пустотах деревянных перекрытий и перегородок, в чердачном помещении и т. д.), и впоследствии горение может возобновиться. Далее необходимо принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

Руководители и должностные лица, назначенные ответственными за обеспечение пожарной безопасности в организации, по прибытии к месту пожара должны:

- в случае угрозы жизни людей немедленно организовать их спасание;
- проверить включение в работу автоматических систем противопожарной защиты (оповещения людей о пожаре, пожаротушения, противодымной защиты);
- при необходимости отключить электроэнергию (за исключением систем противопожарной защиты), остановить работу транспортирующих устройств, агрегатов, аппаратов, перекрыть сырьевые, газовые, паровые и водяные коммуникации, остановить работу систем вентиляции в аварийном и смежных с ним помещениях и др.;
- прекратить все работы в здании (если это допустимо по технологическому процессу производства), кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара;
- удалить за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении пожара;
- осуществить общее руководство по тушению пожара (с учетом специфических особенностей объекта) до прибытия подразделения пожарной охраны;
- одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию и защиту материальных ценностей;
- организовать встречу подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу пожара.

По прибытии пожарного подразделения руководитель организации информирует руководителя тушения пожара о конструктивных и технологических особенностях объекта, прилегающих строений и сооружений, количестве и пожароопасных

свойствах хранимых и применяемых веществ, материалов, изделий и других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара.

Для проведения мероприятий по предупреждению и ликвидации пожаров на территории предприятия организуется добровольная пожарная дружина из числа работников этого предприятия. Дружина проходит специальную подготовку и периодически участвует в командно-штабных учениях по тушению пожаров.

### **Меры безопасности при тушении пожара**

При ликвидации пожара необходимо помнить и соблюдать следующие меры безопасности:

- Запрещается тушить водой или водосодержащими веществами горящее электрооборудование, находящееся под напряжением.
- Не допускается тушить водой вещества, при взаимодействии с которыми возможно образование взрыва или усиление горения.
- Запрещается тушить в помещениях горящие газы, особенно истекающие под давлением из аппаратов и трубопроводов, если они могут создать взрывоопасные смеси с воздухом.
- Вскрывать и разбирать электрическое и газовое оборудование в помещениях, где действует пожар, допускается только после его обесточивания и отключения подачи газа. При разборке оборудования не допускается нарушение его монтажных связей и загромождение путей подхода к горящим объектам. Горящее электрооборудование до применения средств огнетушения должно отключаться от источников напряжения с помощью коммутационных устройств (рубильники, разъединители, электромагнитные или механические выключатели, пробочные предохранители). Если таким способом снятие напряжения невозможно, прибегают к пофазному механическому разрушению проводов с помощью основных изолирующих средств (для напряжения до 1000В – ножницы с диэлектрическими ручками). Не допускается обрезание или обрубание многожильных проводов и кабелей, а также групповых проводов, проложенных в трубах.
- Тушение пожара в помещениях, где применяются сосуды, работающие под давлением, ведется с применением мер по охлаждению сосудов и понижению в них давления до безопасных величин.
- В помещениях, где ведутся работы с применением радиоактивных веществ, участники огнетушения обязательно оснащаются

средствами индивидуальной радиационной защиты и приборами дозиметрического контроля. Необходимо контролировать режим работы на огнетушении: общее время занятости, своевременность замены одних участников другими. Если пожар произошел на установках ионизирующих излучений (рентгеновские аппараты, бетатроны и др.), его тушение должно производиться с соблюдением требований, указанных для электроустановок.

- Для тушения горячей древесины и изделий из нее наиболее удобно и эффективно применять воду в виде компактной струи. При этом струей сначала сбивают пламя вокруг очага горения, а затем ее направляют на сам очаг. Принимаются меры против распространения горения на близ расположенныегораемые материалы, путем их периодического смачивания.
- Во всех случаях горения жидкостей следует применять огнетушители, песок, покрывала, пену. Если жидкость содержится в емкости, струя пены направляется на поверхность ее стенки, а при тушении разлитой жидкости огнетушение производится воздействием струи от краев пролитой массы к ее центру.
- При тушении пожара подходить к очагу горения необходимо с наветренной стороны (чтобы ветер или воздушный поток бил в спину) на расстояние не меньше минимальной длины струи заряда огнетушащего вещества (величина которой указывается на этикетке огнетушителя). Необходимо учитывать, что сильный ветер мешает тушению, снося с очага горения огнетушащее вещество, и интенсифицирует горение. При тушении электроустановок, находящихся под напряжением, нельзя подносить огнетушитель ближе, чем на 1 метр.

При нахождении в помещении, где возник пожар, необходимо выполнять следующие меры предосторожности:

- При эвакуации людей в задымленных помещениях следует передвигаться вдоль стен ближе к окнам. Нужно обязательно запомнить маршрут движения по характерным предметам, приметам, числу поворотов, планировке помещений, оборудованию.
- Двери в задымленном помещении следует открывать осторожно, чтобы избежать вспышки пламени от быстрого притока воздуха. В сильно задымленном помещении нужно двигаться ползком или пригнувшись к полу, для защиты от угарного газа использовать увлажненную ткань (платок, рукав).

- При спасении людей из горящих зданий, прежде чем войти в горящее помещение, следует накрыться с головой мокрым покрывалом, полотном и т. п.
- Если на пострадавшем загорелась одежда, необходимо любым способом устранить контакт одежды с воздухом (накрыть пламя плотной тканью, следует упасть на землю и кататься в разные стороны, засыпание пламени землей или песком) или сбить пламя струей воды.
- В случае развития масштабного пожара для обеспечения безопасности используются средства индивидуальной защиты: респираторы или увлажненные маски, противогазы, очки, брезентовые куртки, огнезащитные костюмы.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Пожар. Пожарная и взрывная безопасность.
2. Динамика развития пожара и классификация пожаров.
3. Горение веществ.
4. Классификация технологический сред, зон, зданий и помещений по взрыво- и пожарной безопасности.
5. Огнетушительные вещества.
6. Последовательность действий при тушении электрооборудования, находящегося под напряжением.
7. Первичные средства пожаротушения.
8. Водные огнетушители.
9. Газовые огнетушители.
10. Порошковые огнетушители.
11. Пенные огнетушители.
12. Правила выбора, размещения и использования огнетушителя.
13. Автоматические средства пожаротушения.
14. Системы пожарной сигнализации.
15. Мероприятия, проводимые в организациях для повышения пожарной безопасности.
16. Порядок действий при возникновении пожара.
17. Меры безопасности при тушении пожара.

# ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

## ЦЕЛЬ

Определение параметров микроклимата на рабочем месте и их оценка по нормативным документам.

## ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Микроклимат производственных помещений – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также интенсивности теплового излучения от нагретых поверхностей.

Влажность воздуха – содержание в воздухе водяного пара. Относительная влажность является мерой количественного содержания водяного пара в воздухе. Отношение фактического давления пара к давлению насыщенного пара, при котором обычно конденсируется вода, выражается в процентах. Относительная влажность  $R$  – это отношение абсолютной влажности к максимальной. Абсолютная влажность  $W$  – масса водяного пара в  $1 \text{ м}^3$  воздуха. Максимальная влажность  $F$  – масса водяного пара, который может насытить  $1 \text{ м}^3$  воздуха при данной температуре.

Указанные параметры – каждый в отдельности и в совокупности – оказывают значительное влияние на работоспособность человека, его самочувствие и здоровье. При их определенных значениях человек испытывает состояние теплового комфорта, что способствует повышению производительности труда, предупреждению простудных заболеваний. И, наоборот, неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям работающих как различные формы простуды, радикулит, хронический бронхит, тонзиллит и др. Мероприятия по доведению микроклиматических показателей до нормативных значений включаются в комплексные планы предприятий по охране труда.

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные



нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения.

Рабочая зона ограничивается высотой 2,2 м над уровнем пола, где находится рабочее место. При этом нормируются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха (СанПиН 2.2.4.548 – 96).

Нормы учитывают:

1) время года – холодный и переходный (среднесуточная температура наружного воздуха, равной +10 °С и ниже), теплый (+10 °С и выше) периоды;

2) категорию работ – легкая, средней тяжести и тяжелая (табл. 3.1);

3) характеристику помещения по тепловому облучению.

Классификация работ по категории тяжести определяется по затрачиваемой работниками энергии и приведена в табл. 3.1.

Табл. 3.1 Классификация работ по тяжести (СанПиН 2.2.4.548-96)

Категория работ	Характеристика работ	Физические энергозатраты, Вт
Легкая (категория Ia)	Работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением	<139
Легкая (категория Ib)	Работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, но не требующие систематического физического напряжения или поднятия и переноски тяжестей.	140–174
Средней тяжести (категория IIa)	Работы, связанные с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей.	175–232
Средней тяжести (категория IIб)	Работы, связанные с переноской тяжестей до 10 кг, и ходьбой.	233–290
Тяжелая (категория III)	Работы, связанные с систематическим напряжением, в частности, с постоянным передвижением и переноской значительных (свыше 10кг) тяжестей.	> 290

**Оптимальные** микроклиматические условия – установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

**Допустимые** микроклиматические условия – установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

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

Оптимальные и допустимые показатели микроклимата на рабочих местах в помещениях должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 3.2, 3.3.

Табл. 3.2. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, С°	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia	22–24	21–25	60–40	0,1
	Iб	21–23	20–24		0,1
	IIa	19–21	18–22		0,2
	IIб	17–19	16–20		0,2
	III	16–18	15–19		0,3
Теплый	Ia	23–25	22–26	60–40	0,1
	Iб	22–24	21–25		0,1
	IIa	20–22	19–23		0,2
	IIб	19–21	18–22		0,2
	III	18–20	17–21		0,3

Табл. 3.3. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Ниже оптимальных величин не более	Выше оптимальных величин не более
Холодный	Ia	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
	Iб	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0		0,1	0,2
	IIa	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0		0,1	0,3
	IIб	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0		0,2	0,4
	III	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0		0,2	0,4
Теплый	Ia	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2
	Iб	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0		0,1	0,3
	IIa	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0		0,1	0,4
	IIб	16,0 - 18,9	21,1 - 27,0	15,0 - 28,0		0,2	0,5
	III	15,0 - 17,9	20,1 - 26,0	14,0 - 27,0		0,2	0,5

Табл. 3.4. Расчетные нормы температур и скорости движения воздуха при воздушном душировании (СНиП 41-01-2003)

Табл. 3.4. Нормы температур и скоростей движения воздуха при воздушном душировании

Период года	Категория работы	Тепловое облучение, ккал/м <sup>2</sup> ·ч							
		300–600		600–1200		1200–1800		1800–2400	
		t, °C	V, м/с	t, °C	V, м/с	t, °C	V, м/с	t, °C	V, м/с
Теплый	Легкая	22–24	0,5–1	21–23	0,7–1,5	20–22	1–2	19–22	2–3
	Средней тяжести	21–23	0,7–1,5	20–22	1,5–2,0	19–21	1,5–2,5	18–21	2,0–3,5
	Тяжелая	20–22	1–2	19–21	1,5–2,5	18–20	2,0–3,0	18–19	3,0–3,5
Холодный и переходный	Легкая	22–23	0,5–0,7	21–22	0,5–1,0	20–21	1,0–1,5	19–22	1,5–2,0
	Средней тяжести	21–22	0,7–1,0	20–21	1,0–1,5	19–20	1,5–2,0	19–21	2,0–2,5
	Тяжелая	20–21	1,0–1,5	19–20	1,5–2,0	18–19	2,0–2,5	18–19	2,5–3

В целях защиты работающих от возможного перегревания или охлаждения, при температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин, время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену) должно быть ограничено величинами, указанными в табл. 3.5, 3.6. При этом среднесменная температура воздуха, при которой работающие находятся в течение рабочей смены на рабочих местах и местах отдыха, не должна выходить за пределы допустимых величин температуры воздуха для соответствующих категорий работ.

Табл. 3.5. Время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше допустимых величин (рекомендуемое)

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания не более при категориях работ, ч		
	Ia–Iб	IIa–IIб	III
32,5	1	–	–
32,0	2	–	–
31,5	2,5	1	–
31,0	3	2	–
30,5	4	2,5	1
30,0	5	3	2
29,5	5,5	4	2,5
29,0	6	5	3
28,5	7	5,5	4
28,0	8	6	5
27,5	–	7	5,5
27,0	–	8	6
26,5	–	–	7
26,0	–	–	8

Табл. 3.6. Время работы при температуре воздуха на рабочем месте ниже допустимых величин (рекомендуемое)

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более, при категориях работ, ч				
	Iа	Iб	IIа	IIб	III
6	–	–	–	–	1
7	–	–	–	–	2
8	–	–	–	1	3
9	–	–	–	2	4
10	–	–	1	3	5
11	–	–	2	4	6
12	–	1	3	5	7
13	1	2	4	6	8
14	2	3	5	7	–
15	3	4	6	8	–
16	4	5	7	–	–
17	5	6	8	–	–
18	6	7	–	–	–
19	7	8	–	–	–
20	8	–	–	–	–

В производственных помещениях, в которых величины показателей микроклимата невозможно довести до уровня допустимых, рабочие места следует рассматривать как вредные.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия, например, системы местного кондиционирования воздуха, применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), регламент времени работы и т.д.

К числу СИЗ от неблагоприятных климатических условий относят спецодежду, спецобувь, средства защиты рук и головные уборы. В России эти средства должны выдаваться бесплатно на определенный срок носки.

## Терморегуляция организма человека

Температура, влажность, скорость воздушного потока, инфракрасные излучения в помещении могут существенно влиять и на организм человека.

Центральная нервная система человека для обеспечения жизнедеятельности имеет механизмы, которые до определенного предела снижают влияние вредных и опасных факторов окружающей среды. Одним из таких факторов является температура воздуха.

При изменении температуры окружающей среды, температура тела сохраняется постоянной за счет равновесия между теплопроводностью и теплоотдачей (для здорового человека температура тела составляет 36,5–36,7 °С).

Человеческий организм отдает или воспринимает тепловую энергию путем конвекции, излучения, теплопроводностью (кондукция) и испарения. В повседневной жизни теплообмен человека чаще происходит в результате конвекции и излучения. Однако, имеет место и кондукция, когда человек непосредственно контактирует поверхностью тела с предметами (оборудование и т.п.). Вышеизложенные способы переноса тепловой энергии обеспечивают теплообмен между телом и окружающей средой.

Неблагоприятные условия могут вызывать перенапряжение механизма терморегуляции, что ведет к перегреву или переохлаждению организма.

В холодный период года, конвективная теплоотдача составляет примерно 32 – 35% всей теплоотдачи. К конвекции также относят и тепло, отдаваемое путем теплопроводности, составляющее 2–3 % от конвективного тепла. Основная часть конвективного тепла отводится с поверхности кожи и частично через одежду. Если температура окружающего воздуха выше температуры поверхности тела, организм человека воспринимает тепло.

Потери теплоты путем излучения определяются излучающей способностью поверхности тела и температурой окружающих ограждений и предметов (стены, окна, мебель). Количество этого тепла составляет порядка 42–52 % от всего количества отдаваемого тепла.

Отвод теплоты за счет испарения воды зависит от количества принятой пищи и от величины производимой мускульной (физической) работы.

При температуре окружающей среды ниже температуры кожи человека количество испаряемой влаги остается практически постоянным. При более высоких температурах влагоотдача возрастает.

Потоотделение начинается при температуре окружающего воздуха 28–29 °С, и при температуре выше 34 °С теплоотдача вследствие испарения и потоотделения является единственным способом теплоотдачи организма.

Человеческий организм имеет возможность при помощи механизма терморегулирования поддерживать постоянную температуру тела. Говоря, о постоянстве температуры, подразумевается температура внутренних органов так, как поверхностная температура различных участков тела значительно различается. При нормальных условиях внутренняя температура организма поддерживается на уровне  $37 \pm 0,5$  °С.

Механизм регулирования температуры человеческого организма разделяют на процессы **химической регуляции**, связанные с теплопродукцией, и процессы **физической регуляции**, связанные с теплоотдачей. Оба механизма управляются нервной системой.

Терморегуляция – это способность организма регулировать теплообмен с окружающей средой, поддерживая температуру тела на постоянном уровне ( $36,6 \pm 0,5$  °С). Поддержание теплообмена происходит путем увеличения или уменьшения передачи тепла в окружающую среду (физическая терморегуляция) или изменения количества вырабатываемого в организме тепла (химическая терморегуляция).

При комфортных условиях количество вырабатываемого тепла в единицу времени равняется количеству тепла, отдаваемого в окружающую среду, т.е. наступает равновесие – тепловой баланс организма.

### **Физическая терморегуляция**

В условиях, когда температура окружающей среды значительно ниже 30 °С и влажность меньше 75 %, действуют все виды теплообмена: Если температура окружающей среды выше температуры кожного покрова, то происходит поглощение тепла организмом. При этом теплоотдача осуществляется лишь путем испарения влаги с поверхности тела и верхних дыхательных путей при условии, что воздух еще не насыщен водяными парами. При высокой температуре окружающей среды механизм теплоотдачи связан с понижением теплопроводности, усилением потоотделения.

При температуре воздуха 30 °С и значительном тепловом излучении от нагретых поверхностей оборудования наступает перегрев организма, наблюдается нарастающая слабость, головная боль, шум в ушах, искажение цветового восприятия, возможен тепловой удар.



Сосуды кожи резко расширяются, кожа розовеет за счет увеличения притока крови. В дальнейшем усиливается рефлекторная работа потовых желез, и влага выделяется из организма. При испарении 1 л воды выделяется  $2.3 \times 10^6$  Дж тепловой энергии. При высоких температурах окружающего воздуха у человека происходит бурное профузное потоотделение. В таких условиях он за смену может потерять до 5 кг своей массы за счет влаги. Вместе с потом организм выделяет большое количество солей, главным образом, хлористого натрия (до 20–50 г/сут), а также калий, кальций, витамины. Чтобы предотвратить нарушение водно-солевого обмена при выполнении тяжелой физической работы в зоне повышенной температуры, необходимо проводить редегидратацию организма, например, работники должны пить подсоленную воду (0,5 % раствор с витаминами).

При высоких температурах происходит большая нагрузка на сердечно-сосудистую систему. При перегреве увеличивается, а затем уменьшается выделение желудочного сока, поэтому возможны заболевания желудочно-кишечного тракта. Обильное выделение пота снижает кислотный барьер кожи, от чего возникают гнойничковые заболевания. Высокая температура внешней среды усиливает степень отравлений при работе с химическими веществами.

### **Химическая терморегуляция**

Химическая терморегуляция происходит в тех случаях, когда физическая терморегуляция не обеспечивает тепловой баланс. Химическая терморегуляция заключается в изменении скорости протекания окислительно-восстановительных реакций в организме: скорости сжигания питательных веществ и, соответственно, выделяемой энергии. При невысокой температуре окружающей среды происходит увеличение теплообразования, а при повышенной – уменьшение.

Переохлаждение может иметь место при низкой температуре, особенно в сочетаниях с высокой влажностью и подвижностью воздуха.

Значительное количество тепла (избыточное тепло) поступает в помещение при работе технологического оборудования.

В зависимости от количества выделяемого тепла производственные помещения делятся на холодные, характеризующиеся незначительным избытком явного тепла, не более  $90 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$  горячие, характеризующиеся большими избытками тепла более  $90 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ .

Существенную роль на жизнедеятельность человека оказывает влажность воздуха. Влажность более 80 % нарушает процессы физической терморегуляции. Физиологически оптимальной является относительная влажность 40–60 %. Относительная влажность менее 25 % приводит к высыханию слизистых оболочек и снижению защитной деятельности мерцательного эпителия верхних дыхательных путей, что приводит к ослаблению организма и снижается работоспособность.

Человек начинает ощущать движение воздуха при скорости 0,1 м/с. Легкое движение воздуха при обычных температурах способствует хорошему самочувствию. Большая скорость движения воздуха ведет к сильному охлаждению организма.

В связи с этим, санитарными нормами микроклимата производственных помещений установлены оптимальные и допустимые параметры микроклимата производственных помещений.

Особое значение приобретает оценка и учет санитарно-гигиенических условий для работников, выполняющих большую часть своих функциональных обязанностей, таких как ликвидация последствий аварий, стихийных бедствий, оказание помощи населению, оцепление опасных участков и т.д., на рабочих местах, находящихся вне зданий и сооружений. При температуре воздуха 25–33 °С предусмотрен специальный режим работы и отдыха при обязательном кондиционировании воздуха. При температуре 33 °С работы на открытом воздухе должны быть прекращены.

В холодный период года (температура наружного воздуха ниже 10 °С) режим труда и отдыха зависит от температуры и скорости воздуха, а в северных широтах – от степени жесткости погоды. Степень жесткости характеризуется температурой и скоростью движения воздуха.

При первой степени жесткости погоды (–25 °С) предусматриваются десятиминутные перерывы на отдых и обогрев через каждый час работы. При второй степени (от –25 до –30 °С) предусматриваются десятиминутные перерывы через каждые 60 мин от начала работы и после обеда и через каждые последующие 50 мин работы. При третьей степени жесткости (от –35 до –45 °С) предусматриваются перерывы на 15 мин через 60 мин. от начала смены и после обеда и через каждые 45 мин работы. При температуре окружающего воздуха ниже –45 °С работы на открытом воздухе ведутся в исключительных случаях с установлением определенных режимов труда и отдыха.

Метеорологические условия определяют возможность ведения или остановку большинства строительных работ. Производство работ

при сильном снегопаде, тумане, плохой освещенности должно быть прекращено. Например, монтажные работы и работы крана при силе ветра 10 м/с должны быть прекращены, а при скорости 15 м/с кран должен быть закреплен противоугонными приспособлениями.

Метеорологические условия могут повлиять на производительность труда, их негативное воздействие может привести к накоплению утомления и ослаблению организма и, как следствие, к несчастным случаям и развитию профессиональных заболеваний.

## МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Исследования микроклимата проводятся на рабочих местах студентов в лаборатории кафедры ЭБЖ.

Для измерения микроклиматических факторов (температуры, влажности, и интенсивности тепловой подвижности воздуха) ранее использовались приборы: *термометры, психрометры, анемометры и актинометры*, которые в настоящее время используются в роли образцовых приборов для поверки.

Однако в последнее время, благодаря достижениям в области микроэлектроники, в практику вошли универсальные автономные приборы контроля параметров воздушной среды – метеометры, предназначенные для измерения атмосферного давления, температуры, относительной влажности воздуха, скорости воздушных потоков, параметров тепловой нагрузки среды – индекса и концентрации токсичных газов как внутри помещений, так и вне их.

Для желаемой корректировки состояния воздушной среды в лабораторном помещении применяется следующее оборудование:

- Кондиционер;
- Электроплитка;
- Вентилятор (тепловентилятор).

### Метеометр

**Метеометр МЭС-200А** предназначен для измерения атмосферного давления, относительной влажности воздуха, температуры воздуха, скорости воздушного потока внутри помещения или в вентиляционных трубопроводах. МЭС-200А состоит из измерительного модуля и сменных измерительных щупов. Щуп соединяется с измерителем гибким кабелем длиной 0,5 м.



Рис. 3.1. Внешний вид МЭС-200А

На лицевой панели МЭС-200А расположены:

- кнопка для включения и выключения МЭС, время прогрева прибора не превышает 5 мин, время непрерывной работы МЭС-200А от блока питания составляет 12 часов, и только в режиме измерения скорости воздушного потока – 5 часов.
- кнопки для задания режимов работы.

На передней торцевой стороне модуля расположен разъем для подключения щупа, на задней торцевой стороне расположен разъем для подключения источника электропитания. Кроме того, на этой же стороне модуля установлен светодиод сигнализации зарядки источника питания, который светится при выключении МЭС-200А и свидетельствует о его зарядке.

Перед эксплуатацией МЭС-200А проверяют визуально. При этом внимание должно быть обращено на отсутствие видимых повреждений щупов и измерителя, состояние разъемных соединений.

Производят зарядку прибора от источника электропитания, подключаемого к гнезду «+12 В». Время заряда должно быть не менее 16 ч. Во время заряда МЭС-200А должен быть выключен. Подключают соединительный кабель используемого щупа к разъему «Т, Н, V» и снимают защитный кожух со щупа.

В период эксплуатации МЭС-200А при резкой смене температур необходимо выдержать МЭС-200А при положительной температуре в течение 20 мин, после чего прибор готов к измерениям.

При пользовании МЭС-200А необходимо предохранять сенсоры, расположенные в щупах, от касания с различными предметами.

При транспортировке щупов сенсоры должны быть обязательно закрыты защитным кожухом.

## **Порядок работы**

1. При нажатии кнопки «П» включается подсветка матричного индикатора на время 20 с. На индикаторе появляются надписи со значениями **температуры и влажности**. В режиме измерения температуры и влажности (Т, Н) при нажатии кнопки «П» и сразу затем кнопки «←» младшему разряду единицы измерения температуры соответствует 0,01°C.

2. Для установки МЭС-200А в режим **измерения давления** необходимо нажать кнопку «П». При следующем нажатии кнопки «П» МЭС-200А возвращается в режим измерения температуры и влажности.

В режиме измерения давления при нажатии кнопки «П» и сразу затем кнопки «←» младшему разряду единицы измерения давления соответствует 0,01 кПа и 0,1 мм.рт.ст.

3. Для установки МЭС-200А в режим **измерения скорости** воздушного потока необходимо после нажатия кнопки «П» сразу нажать кнопку «+» и выждать (2–3) минуты, после чего можно производить измерения скорости. При следующем нажатии «П» МЭС-200А устанавливается в режим измерения температуры и влажности.

При измерении скорости воздушного потока измерительный щуп Щ-1 должен быть ориентирован относительно направления воздушного потока таким образом, чтобы плоскость приемного окна сенсора скорости измерительного щупа была перпендикулярна направлению воздушного потока, при этом головка крепежного винта на щупе должна быть направлена в сторону потока.

4. Подсветка матричного индикатора возникает каждый раз при нажатии кнопки «П» и продолжается в течение 10 с. Для повторной подсветки следует нажать кнопку «+» или «←».

## **Кондиционер**

Все используемое оборудование – бытового назначения и не представляет каких-либо трудностей в обслуживании, поэтому остановимся только на особенностях обращения с кондиционером. Поскольку в настоящее время пользователь при управлении работой кондиционера оперирует пультом дистанционного управления (ПДУ), рассмотрим его функции.

Бытовой кондиционер «Pioneer» – это настенная сплит-система автоматического действия, служащая для эксплуатации в следующих диапазонах температур

Табл. 3.7. Режимы работы кондиционера

Режим охлаждения	t°C в помещении	максимум	по сух./вл. т-ру	32°C/23°C
		минимум	по сух./вл. т-ру	21°C/15°C
	t°C в наруж. возд.	максимум	по сух./вл. т-ру	43°C/26°C
		минимум	по сух./вл. т-ру	21°C/15°C
Режим нагрева	t°C в помещении	максимум	по сух./вл. т-ру	27°C –
		минимум	по сух./вл. т-ру	20°C –
	t°C в наруж. возд.	максимум	по сух./вл. т-ру	24°C/18°C
		минимум	по сух./вл. т-ру	-5°C/-6°C

Регулирование горизонтального воздушного потока устанавливается ручной регулировкой жалюзи, что делается перед запуском кондиционера. Прикасаться к жалюзи во время работы кондиционера запрещается.

Регулирование вертикального воздушного потока описано в руководстве по эксплуатации ПДУ.

Рекомендуемая разница температуры в помещении и температуры наружного воздуха не должна превышать 5°C. Открытые двери и окна снижают производительность кондиционера.

Кондиционер управляется ПДУ изображенным на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Пульт дистанционного управления кондиционером

Эксплуатация ПДУ может осуществляться в следующих режимах работы кондиционера:

#### ***Автоматический режим работы***

1. Кнопкой Mode выбирается автоматический режим работы (Auto).
2. Кнопками «+» и «-» задается желаемая температура.
3. Кнопкой « » выбирается скорость вентилятора.
4. При нажатии кнопки « », загорается индикатор включения, кондиционер начинает работу в автоматическом режиме. При повторном нажатии на кнопку кондиционер отключится.

#### ***Режим охлаждения или нагрева***

1. Кнопкой Mode выбирается режим охлаждения (Cool) или нагрева (Heat).
2. Кнопками «+» и «-» задается желаемая температура.
3. Кнопкой « » выбирается скорость вентилятора.
4. При нажатии кнопки « », загорается индикатор включения, кондиционер начинает работу в режиме охлаждения или нагревания. При повторном нажатии на кнопку кондиционер отключится.

#### ***Режим вентиляции***

1. Кнопкой Mode выбирается режим вентиляции.
2. Кнопкой « » выбирается скорость вентилятора.
4. При нажатии кнопки « », загорается индикатор включения, кондиционер начинает работу в режиме вентиляции. При повторном нажатии на кнопку кондиционер отключится.

В режиме вентиляции регулирование температуры невозможно.

#### ***Режим осушения***

1. Кнопкой Mode выбирается режим осушения.
2. Кнопками «+» и «-» задается нужная температура.
3. Кнопкой « » выбирается скорость вентилятора.
4. При нажатии кнопки « », загорается индикатор включения, кондиционер начнет работу в режиме осушения. При повторном нажатии на кнопку кондиционер отключится.

#### ***• Установка времени***

1. Кнопкой CANCEL отмените предыдущую установку времени.
2. Нажмите кнопку SET и удерживайте ее нажатой в течение 3 секунд; индикатор времени включится в мигающем режиме.
3. Кнопками «+» и «-» задайте текущее время.
4. Повторное нажатие кнопки SET подтвердит выбранные установки.

## **Техника безопасности**

При пользовании электрическими приборами необходимо соблюдать правила электробезопасности. Запрещается оставлять включенные приборы без наблюдения, по окончании работы их необходимо отключить от сети.

При работе с вентилятором необходимо следить, чтобы в зону вращающихся лопастей не попадали части тела, одежда и другие предметы.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

### **1. Микроклимат в естественных условиях**

В первом задании исследуют параметры микроклимата в естественных условиях на рабочем месте в лаборатории.

Температура, влажность и скорость воздуха на рабочем месте измеряются метеометром МЭС-200А. Измерительный щуп метеометра располагается в зоне дыхания работника на рабочем месте (на высоте 1,5 м от пола при работе стоя и 1,0 м при работе сидя). Результаты измерений заносятся в табл. 3.8.

По табл. 3.1 определяется категория тяжести выполняемой в лаборатории работы. По табл. 3.2 – оптимальные и по табл. 3.2 – допустимые значения параметров микроклимата, соответствующих выбранной категории тяжести.

Сравнивая измеренные и нормированные параметры микроклимата, делается вывод о соответствии микроклимата лаборатории требованиям нормативов. При не соответствии микроклимата лаборатории требованиям нормативов даются рекомендации по созданию в исследуемом помещении благоприятного микроклимата.

По табл. 3.5 и 3.6 устанавливается рекомендуемое время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин. Результаты работы записывают в табл. 3.8.

### **2. Микроклимат при воздействии источника тепла.**

Во втором задании исследуется микроклимат в условиях выделения избыточного тепла на рабочем месте в лаборатории.

Включается электрическая плитка. После ее нагрева, измерительный щуп метеометра помещается в зоне дыхания работника



на рабочем месте Метеомером измеряется температура, влажность и скорость воздуха на рабочем месте, при этом температура воздуха не должна превышать 32,5 °С.. Результаты измерения заносятся в табл. 3.8.

Сравнивая измеренные и нормированные параметры микроклимата, делается вывод о соответствии микроклимата лаборатории требованиям нормативов. При не соответствии микроклимата лаборатории требованиям нормативов даются рекомендации по созданию в исследуемом помещении благоприятного микроклимата.

По табл. 3.5 и 3.6 устанавливается рекомендуемое время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин. Результаты работы записывают в табл. 3.8.

### **3. Микроклимат при воздушном душировании**

В третьем задании исследуется микроклимат в условиях воздушного душирования на рабочем месте в лаборатории. Включается электрическая плитка. После ее нагрева, включается вентилятор или кондиционер. Измерительный щуп метеометра помещается в зоне дыхания работника на рабочем месте вблизи плитки. Метеомером измеряется температура, влажность и скорость воздуха на рабочем месте. Результаты измерения заносятся в табл. 3.8.

При превышении допустимой скорости воздушного потока (более 0,5 м/с), по табл. 3.4 определяются нормы температур и скоростей движения воздуха при воздушном душировании. Тепловое облучение плитки составляет 2400 Вт/м<sup>2</sup>.

Сравнивая измеренные и нормированные параметры микроклимата, делается вывод о соответствии микроклимата лаборатории требованиям нормативов. При не соответствии микроклимата лаборатории требованиям нормативов даются рекомендации по созданию в исследуемом помещении благоприятного микроклимата.

По табл. 3.5 и 3.6 устанавливается рекомендуемое время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин. Результаты работы сводятся в табл. 3.8.

Табл. 3.8. Сводная таблица

Номер задания	Категория работы	Результаты измерений			Нормированные значения			Время работы в неблагоприятных условиях	Оценка соответствия	
		$t$ , °C	$W$ , %	$v$ , м/с	$t_{\text{опт}}$ , °C	$W_{\text{опт}}$ , %	$v_{\text{опт}}$ , м/с			$T$ , ч
					$t_{\text{доп}}$ , °C	$W_{\text{доп}}$ , %	$v_{\text{доп}}$ , м/с			
1										
2										
3										

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение количественных и качественных характеристик освещения. Знакомство с различными источниками света и приборами для измерения количественных характеристик освещения.

## ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Освещение – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. Оно влияет на настроение и самочувствие, определяет эффективность труда.

Рациональное освещение помещений и рабочих мест – одно из важнейших условий создания благоприятных и безопасных условий труда.

Около 80 % из общего объема информации человек получает через зрительный аппарат. Качество получаемой информации во многом зависит от освещения: неудовлетворительное в количественном или качественном отношении освещение не только утомляет зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Нерационально организованное освещение может, кроме того, явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени и пульсации освещенности ухудшают видимость и могут вызвать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта. Поэтому рациональное освещение помещений и рабочих мест – одно из важнейших условий для создания благоприятных и безопасных условий труда.

В зависимости от источника света освещение может быть трех видов: естественное, искусственное и совмещенное (смешанное). Для гигиенической оценки освещения используются светотехнические характеристики, принятые в физике.

*Видимое излучение* – участок спектра электромагнитных колебаний в диапазоне длин волн от 380 до 770 нм ( $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ ), регистрируемых человеческим глазом.

*Световой поток*  $F$  – мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому ею зрительному ощущению. За единицу светового потока принят люмен (лм).

*Сила света*  $I$  – пространственная плотность светового потока:

$$I = \frac{dF}{d\omega}, \quad (0.1)$$

где  $dF$  – световой поток (лм), равномерно распределяющийся в пределах телесного угла  $d\omega$ . Единица измерения силы света – кандела (кд), равная световому потоку в 1 лм (люмен), распространяющемуся внутри телесного угла в 1 стерадиан.

*Освещенность* – поверхностная плотность светового потока, люкс (лк).

$$E = \frac{dF}{dS}, \quad (0.2)$$

где  $dS$  – площадь поверхности,  $m^2$ ; на которую падает световой поток  $dF$

*Яркость*  $B$  – поверхностная плотность силы света в заданном направлении. Яркость, являющаяся характеристикой светящихся тел, равна отношению силы света в каком-либо направлении к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к этому направлению.

$$B = \frac{I}{dS} \cos \alpha, \quad (0.3)$$

где  $I$  – сила света, кд;  $dS$  – площадь излучающей поверхности,  $m^2$ ;  $\alpha$  – угол между направлением излучения и плоскостью, 1 рад.

Единицей измерения яркости является  $кд/м^2$ , это яркость такой плоской поверхности, которая в перпендикулярном направлении излучает силу света в 1 кд с площади  $1 м^2$ .

*Искусственное освещение* предусматривается в помещениях, в которых испытывается недостаток естественного света, а также для освещения помещения в те часы суток, когда естественная освещенность отсутствует.

По принципу организации искусственное освещение можно разделить на три вида: общее, местное и комбинированное.

*Общее освещение* предназначено для освещения всего помещения, оно может быть равномерным или локализованным. Общее равномерное освещение создает условия для выполнения работ в любом месте освещаемого пространства. При общем локализованном освещении светильники размещают в соответствии с расположением оборудования, что позволяет создавать повышенную освещенность на рабочих местах. *Комбинированное освещение* состоит из общего и местного. Его целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания в процессе работы определенной

направленности светового потока: *Местное освещение* предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним участках. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях запрещается, так как резкий контраст между ярко освещенными и неосвещенными местами утомляет зрение, замедляет скорость работы, и нередко являются причиной несчастных случаев.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на *рабочее, аварийное, эвакуационное и охранное*.

*Рабочее* освещение предусматривается для всех помещений производственных зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта.

*Аварийное* освещение в помещениях и на местах производства работ необходимо предусматривать, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования может привести к взрыву, пожару, длительному нарушению технологического процесса или работы объектов жизнеобеспечения. Наименьшая освещенность, создаваемая аварийным освещением, должна составлять 5 % освещенности, нормируемой для рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территории предприятий.

*Эвакуационное* освещение следует предусматривать в местах, отведенных для прохода людей, в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей в количестве более 50 человек. Это освещение должно обеспечивать на полу основных проходов (или на земле) и на ступенях лестниц освещенность не менее 0,5 лк в помещениях и 0,2 лк на открытой территории.

*Охранное* освещение предусматривается вдоль границ территории, охраняемой в ночное время. Охранное освещение должно обеспечивать освещенность не менее 0,5 лк на уровне земли.

В качестве источников искусственного освещения наиболее часто применяются *лампы накаливания и газоразрядные лампы*.

В настоящее время появились *светодиодные осветительные лампы*. Их светотехнические характеристики постоянно совершенствуются, а стоимость изготовления – снижается. Данные источники света экономичны и имеют увеличенный срок службы. К недостаткам можно отнести достаточно высокую стоимость и отличие спектра излучения от естественного.

В *лампах накаливания* источником света является раскаленная вольфрамовая проволока. Эти лампы дают непрерывный спектр

излучения с повышенной (по сравнению с естественным светом) интенсивностью в желто-красной области спектра. По конструкции лампы накаливания бывают вакуумные и газонаполненные, в том числе галогенные.

Общим недостатком ламп накаливания является сравнительно небольшой срок службы (менее 2000 ч) и малая световая отдача (отношение создаваемого лампой светового потока к потребляемой электрической мощности) (8–20 лм/Вт). В промышленности они находят применение для организации местного освещения.

Наибольшее применение в промышленности находят *газоразрядные лампы* низкого и высокого давления. Газоразрядные лампы низкого давления, называемые люминесцентными, содержат стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором, наполненную дозированным количеством ртути (30–80 мг) и смесью инертных газов под давлением около 400 Па. На противоположных концах внутри трубки размещаются электроды, между которыми, при включении лампы в сеть, возникает газовый разряд, сопровождающийся излучением преимущественно в ультрафиолетовой области спектра. Это излучение, в свою очередь, преобразуется люминофором в видимое световое излучение.

В зависимости от состава люминофора люминесцентные лампы обладают различной цветностью.

В последние годы появились газоразрядные лампы низкого давления со встроенным высокочастотным преобразователем. Газовый разряд в таких лампах (называемый вихревым) возбуждается на высоких частотах (десятки кГц) за счет чего обеспечивается очень высокая светоотдача. К газоразрядным лампам высокого давления (0,03–0,08 МПа) относят *дуговые ртутные лампы* (ДРЛ). В спектре излучения этих ламп преобладают составляющие зелено-голубой области спектра. Основными достоинствами газоразрядных ламп является их долговечность (свыше 10000 часов), экономичность, малая себестоимость изготовления, благоприятный спектр излучения, обеспечивающий высокое качество цветопередачи, низкая температура поверхности. Светоотдача этих ламп колеблется в пределах от 30 до 105 лм/Вт, что в несколько раз превышает светоотдачу ламп накаливания.

*Известны два подхода к нормированию освещенности рабочих поверхностей.*

«Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03» определяют наименьшую освещенность рабочих

поверхностей в производственных помещениях в зависимости от вида производимой деятельности, а СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» – в зависимости от характеристики зрительной работы, определяемой минимальным размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и свойствами фона. В этом документе используются следующие основные понятия:

*Объект различения* – рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые следует контролировать в процессе работы.

*Фон* – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается: светлым при коэффициенте отражения  $\rho$  светового потока поверхностью более 0,4; среднесветлым при коэффициенте отражения от 0,2 до 0,4; темным при коэффициенте отражения менее 0,2.

*Контраст* объекта различения с фоном определяется отношением абсолютной величины разности яркостей объекта  $V_o$  и фона  $V_\phi$  к наибольшей из этих двух яркостей. Контраст считается большим при значениях более 0,5; средним – при значениях от 0,2 до 0,5; малым – при значениях менее 0,2.

В соответствии со СНиП 23-05-95 все зрительные работы делятся на 8 разрядов и в зависимости от размера объекта различения и условий зрительной работы. Допустимые значения наименьшей освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях в соответствии со СНиП 23-05-95 приведены в таблице 5.1 (В зарубежных нормах размер объекта различения часто указывают в угловых минутах).

Еще одним важным параметром, характеризующим качество освещения, является его пульсация, которая возникает из-за питания источников света переменным напряжением. Особо большие значения она имеет при использовании малоинерционных источников света, которыми являются люминесцентные лампы. Пульсации освещенности на рабочей поверхности не только утомляют зрение, но и могут вызывать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта за счет появления стробоскопического эффекта – кажущегося изменения или прекращения движения объекта, освещаемого светом, периодически изменяющимся с определенной частотой. Например, если вращающийся белый диск с черным сектором освещать пульсирующим световым потоком (вспышками), то сектор будет казаться: неподвижным при частоте  $f_{всп} = f_{вращ}$ , медленно вращающимся в обратную сторону при  $f_{всп} > f_{вращ}$ , медленно вращающимся в ту же сторону при  $f_{всп} < f_{вращ}$ , где  $f_{всп}$  и  $f_{вращ}$  – соответственно частоты вспышки и вращения диска. Пульсации освещенности вращающихся объектов могут вызывать видимость их неподвижности и быть причиной травматизма.

Табл. 5.1. Нормирование значения освещенности на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении, согласно СНиП 23-05-95

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта, мм	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк	
					Комбинированное освещение	Общее освещение
очень высокая точность (II разряд зрительной работы)	0,15-0,3	а	малый	темный	4000	400
			малый	средний	3500	400
		б	средний	темный	3000	300
			малый	светлый	2500	300
			средний	средний	2000	200
		в	большой	темный	1500	200
			средний	светлый	1000	200
			большой	средний	750	200
высокая точность (III разряд зрительной работы)	0,3-0,5	а	малый	темный	2000	200
			малый	средний	1500	200
		б	средний	темный	1000	200
			малый	светлый	750	200
			средний	светлый	750	200
		в	большой	темный	600	200
			средний	светлый	400	200
			большой	средний	400	200
средняя точность (IV разряд зрительной работы)	0,5-1,0	а	малый	темный	750	200
			малый	средний	500	200
		б	средний	темный	500	200
			малый	светлый	400	200
			средний	светлый	400	200
		в	большой	темный	400	200
			средний	светлый	—	200
			большой	средний	—	200
малая точность (V разряд зрительной работы)	1,0-5,0	а	малый	темный	400	200
			малый	средний	200	200
		б	средний	темный	200	200
			малый	светлый	—	200
			средний	средний	—	200
		в	большой	темный	—	200
			средний	светлый	—	200
			большой	средний	—	200



Величину пульсации освещения характеризуют коэффициентом пульсации освещенности  $K_n$  :

$$K_n = \frac{(E_{\max} - E_{\min})}{2E_{\text{cp}}}, \quad (0.4)$$

где  $E_{\max}$  – максимальное значение пульсирующей освещенности на рабочей поверхности;  $E_{\min}$  – минимальное значение пульсирующей освещенности;  $E_{\text{cp}}$  – среднее значение освещенности.

Значение  $K_n$  меняется от нескольких процентов (для ламп накаливания) до нескольких десятков процентов (для люминесцентных ламп). Малое значение  $K_n$  для ламп накаливания объясняется большой тепловой инерцией нити накала, препятствующей заметному уменьшению светового потока  $F_{\text{лн}}$  ламп в момент перехода мгновенного значения переменного напряжения сети через 0 (рис. 5.1).

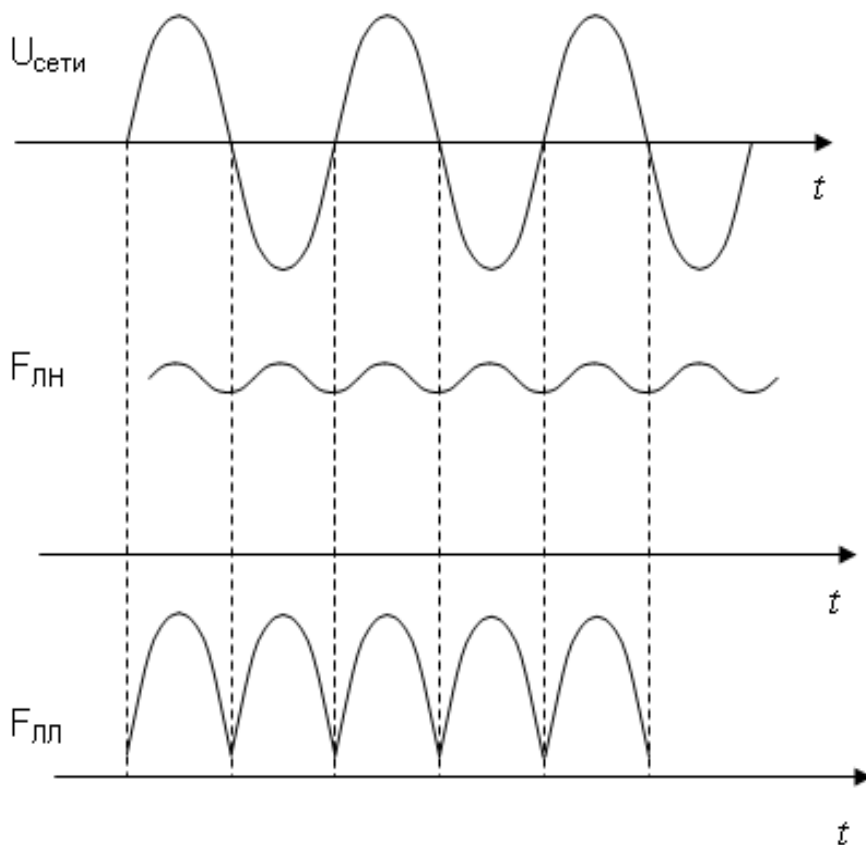


Рис. 5.1. Зависимости напряжения электропитания, светового потока лампы накаливания (ЛН) и люминесцентной лампы (ЛЛ) от времени

В то же время, газоразрядные лампы обладают малой инерцией и меняют свой световой поток  $F_{\text{лл}}$  почти пропорционально амплитуде сетевого напряжения.

Поэтому величина коэффициента пульсации освещенности рабочей поверхности стола нормируется для газоразрядных ламп в соответствии с таблицей 5.2., а при работе с ПЭВМ она не должна превышать 5%.

Табл. 5.2. Нормативные значения  $K_{\text{п}}$  для газоразрядных ламп

Система освещения		Коэффициент пульсации освещенности, % при разрядах зрительной работы		
		I, II	III	IV-VIII
Общее освещение		10	15	20
Комбинированное освещение	а) общее	20	20	20
	б) местное	10	15	20

Для уменьшения коэффициента пульсации освещенности  $K_{\text{п}}$  расположенные в группе люминесцентные лампы подключают к разным фазам трехфазной электрической сети. Суть метода поясняет нижняя кривая на рис. 5.2, где показан характер изменения во времени светового потока (и связанной с ним освещенности) создаваемого тремя люминесцентными лампами, включенными в фазу А ( $F_{\text{лл}}$ ) и в три различные фазы сети ( $3F_{\text{лл}}$ ).

В последнем случае за счет сдвига фаз на  $1/3$  периода провалы в световом потоке каждой из ламп компенсируются световыми потоками двух других ламп, так что пульсации суммарного светового потока существенно уменьшаются. При этом среднее значение освещенности, создаваемой лампами, остается неизменным и не зависит от способа их включения.

Расчет искусственного освещения предусматривает: выбор типа источника света, системы освещения и светильника, проведение светотехнических расчетов, пространственное распределение светильников и определение потребляемой системой освещения мощности. Величина, характеризующая эффективность использования источников света, называется *коэффициентом использования светового потока* или коэффициентом использования осветительной установки и определяется как отношение фактического светового потока  $F_{\text{ф}}$  к суммарному световому потоку используемых источников света  $F_{\text{ф}}$ , определенному по их номинальной мощности в соответствии с

нормативной документацией:

$$\eta = \frac{F_{\phi}}{F_{л}} . \quad (0.5)$$

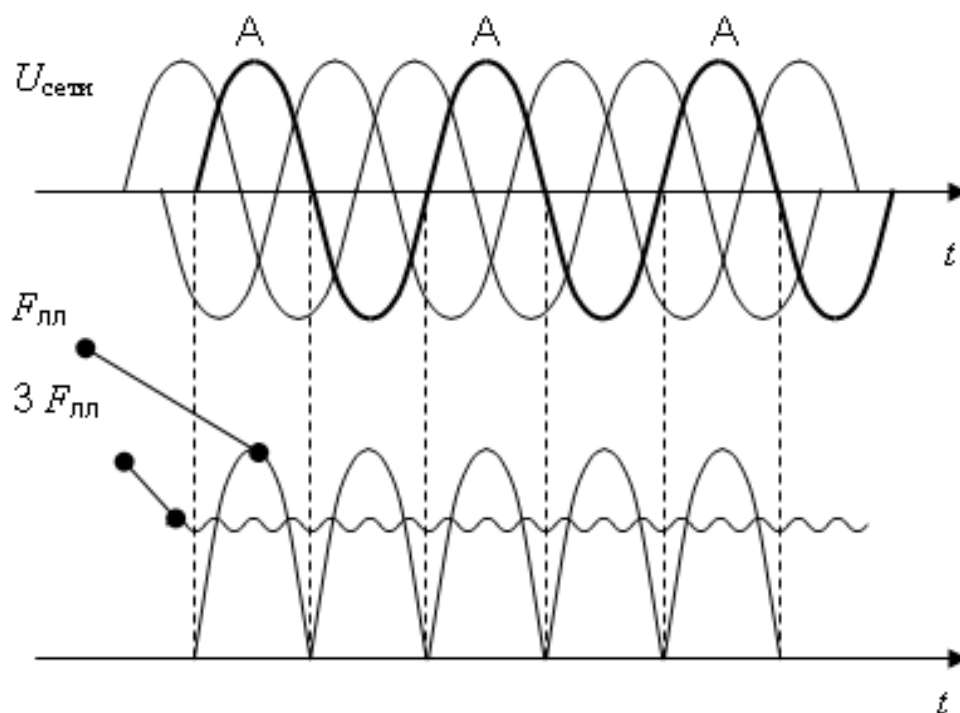


Рис. 5.2. Зависимости напряжения электропитания и световых потоков люминесцентных ламп, включенных в одну ( $F_{\text{лл}}$ ) и в три ( $3F_{\text{лл}}$ ) фазы сети электропитания от времени  $t$

Значение фактического светового потока  $F_{\phi}$  можно определить по результатам измерений в помещении средней освещенности  $E_{\text{ср}}$  по формуле:

$$F_{\phi} = E_{\text{ср}} S , \quad (0.6)$$

где  $S$  – площадь помещения,  $\text{м}^2$ .

## **МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

В ходе лабораторной работы необходимо:

1. Измерить освещенность, создаваемую различными источниками света и сравнить с нормативными значениями.
2. По измеренным значениям освещенности определить коэффициент использования осветительной установки.
3. Измерить и сравнить коэффициенты пульсаций освещенности создаваемых различными источниками света, оценить зависимость коэффициента пульсаций освещенности от способа подключения ламп к фазам трехфазной сети.

### **Требования безопасности перед началом работ**

При подготовке к работе на стенде пользователь обязан:

- подготовить рабочее место и освободить его от посторонних предметов;
- внешним осмотром убедиться в отсутствии на корпусах, розетках, шнурах питания и составных частях стенда видимых дефектов и повреждений. Проверить наличие и надежность подключения защитного заземления, если это предусмотрено эксплуатационной документацией;
- убедиться, что включение стенда не приведет к попаданию под действие электрического тока других сотрудников;
- после включения стенда убедиться в его исправном состоянии и только после этого приступайте к работе.

### **Требования безопасности во время работы**

Во время работы пользователь должен соблюдать требования правил эксплуатации данного стенда.

Не оставлять включенное оборудование без присмотра. Выключать при перерывах в работе.

### **Требования безопасности в аварийных ситуациях**

При работе на стенде пользователь должен соблюдать требования инструкции по обеспечению электробезопасности при эксплуатации электроустановок потребителей и инструкции по правилам пожарной безопасности в помещениях организаций.

В случае возникновения неисправности в процессе работы на стенде пользователь обязан:

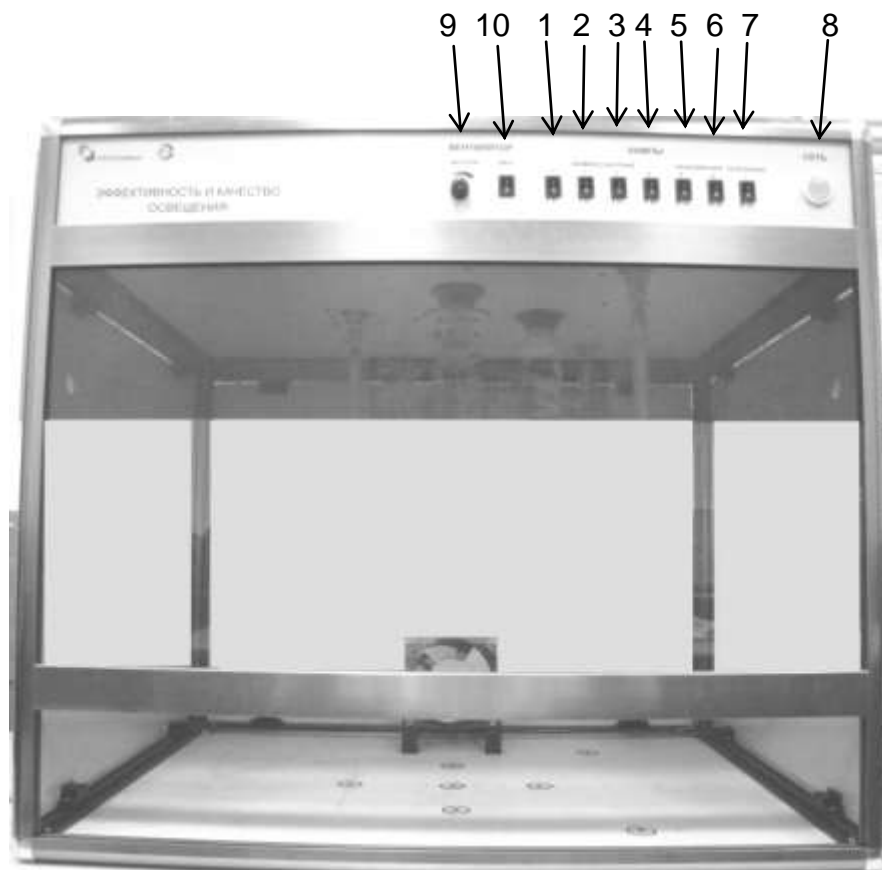
- отключить вышедшую из строя аппаратуру от питающей сети 220 В;
- сообщить руководителю о возникшей неисправности;
- в случае возникновения пожара принять меры к тушению и сообщить о происшествии руководителю;
- в случае поражения электротоком принять меры по освобождению пострадавшего от действия электротока, с соблюдением правил электробезопасности, и оказать ему первую помощь, принять меры к скорейшему оказанию пострадавшему медицинской помощи.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ВЫПОЛНЯТЬ КАКИЕ-ЛИБО РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ НА СТЕНДЕ ЛИЦАМ, НЕ ИМЕЮЩИМ СПЕЦИАЛЬНОГО РАЗРЕШЕНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ТАКИХ РАБОТ!**

### **Описание лабораторной установки**

Лабораторная установка состоит из макета производственного помещения оборудованного различными источниками искусственного освещения, и пульсметра–люксметра для измерения значений освещенности и коэффициента ее пульсаций.

Внешний вид макета представлен на рис. 5.3. Макет имеет каркас из алюминиевого профиля, панелей, имитирующих пол, потолок, боковые, заднюю и переднюю стенки. Задняя и боковые стенки являются съемными и могут устанавливаться любой из двух сторон внутрь макета помещения, фиксируясь в проемах каркаса с помощью магнитных защелок. Одна сторона стенок окрашена в светлые тона, другая в темные тона, при этом нижняя окрашенная половина стенки темнее верхней. Передняя стенка жестко вмонтирована в каркас и выполнена из тонированного прозрачного стекла. В передней нижней части каркаса предусмотрено окно для установки датчика пульсметра–люксметра внутрь каркаса. На уровне пола макета помещения размещен вентилятор для наблюдения стробоскопического эффекта и охлаждения ламп в процессе работы. В верхней панели установлены две лампы накаливания, три люминесцентные лампы типа КЛ9, галогенная лампа и люминесцентная лампа типа СКЛЭН с высокочастотным преобразователем. Вертикальная проекция ламп отмечена на полу макета помещения цифрами, соответствующими номерам ламп на лицевой панели макета.



Подача электропитания на установку производится автоматическим выключателем, находящимся на задней панели каркаса, и индицируется сигнальной лампой, расположенной на передней панели каркаса. Для электропитания измерительных приборов на задней панели каркаса имеется розетка с напряжением 220 В.

На передней панели каркаса (рис. 5.3) расположены органы управления и контроля, в том числе:

- 8 – лампа индикации включения напряжения сети;
- 10 – переключатель для включения вентилятора;
- 9 – ручка регулирования частоты вращения вентилятора;
- 1 – 7 – переключатели для включения ламп.

Электропитание ламп, накаливания и люминесцентных ламп осуществляется от разных фаз. Схема позволяет включать отдельно каждую лампу с помощью соответствующих переключателей, расположенных на передней панели каркаса (рис. 5.3).

В работе используется представленный на рисунке 5.4 пульсметр–люксметр типа ТКА–ПКМ–08, который предназначен для измерения

коэффициента пульсации в диапазоне то 1 до 100% и освещенности в диапазоне от 10 до 200 000 лк.

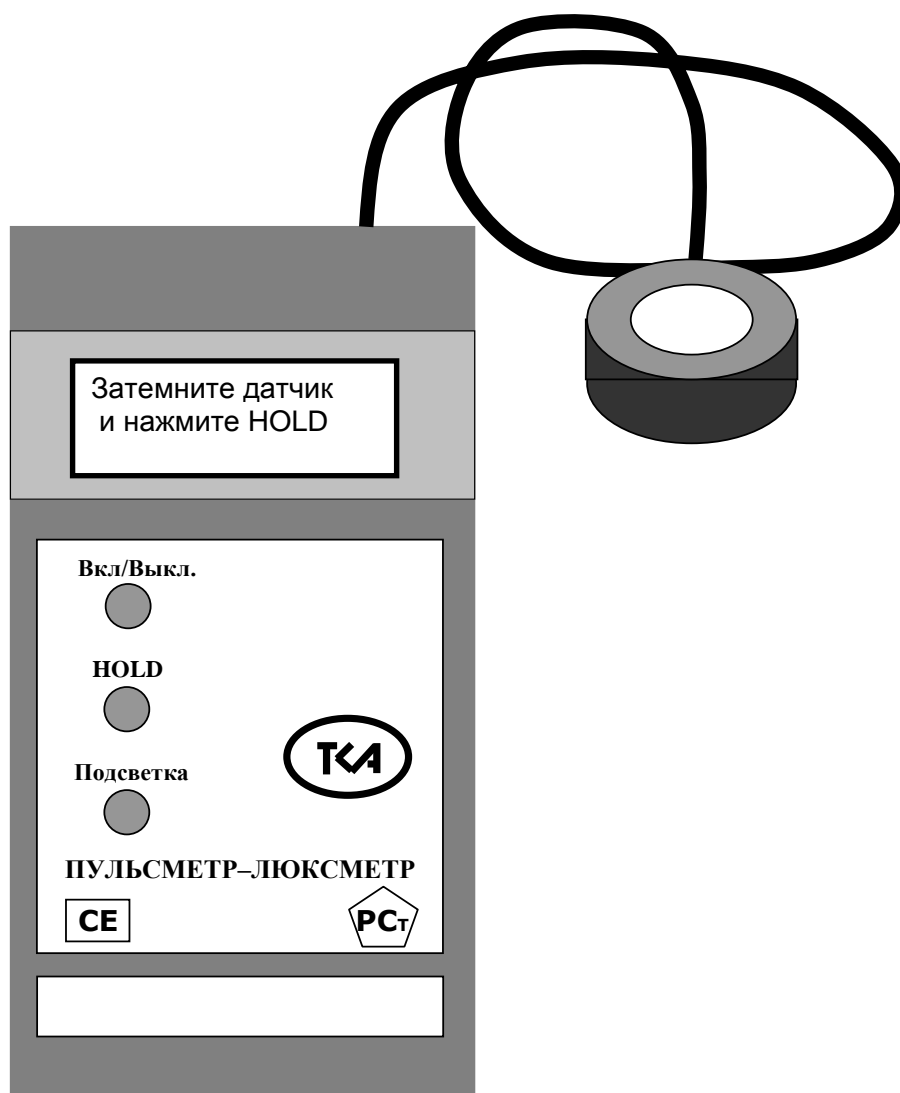


Рис. 5.4. Внешний вид пульсметра–люксметра

Прибор состоит из электронного блока измерения и индикации и подключенного к нему кабелем датчика. На лицевой панели электронного блока расположены: цифровой дисплей и кнопки “Вкл/Выкл”, “HOLD”, “Подсветка”. Электропитание прибора осуществляется от встроенной батареи типа “Крона” или блока питания, подключаемого к розетке “220 В”, расположенной на задней панели каркаса лабораторного стенда.

Включение пульсметра–люксметра ТКА–ПКМ–08 осуществляется кнопкой “Вкл/Выкл”. После включения прибора необходимо дождаться

появления на дисплее надписи “Затемните датчик и нажмите HOLD”. Накройте датчик непропускающим свет предметом и нажмите кнопку “HOLD”. При этом осуществляется автоматическая калибровка нулевых показаний прибора. Дождитесь появления на экране дисплея надписи

$E = 0,0$  лк

$K_{П} = 0,0$  %.

Уберите затемнение датчика. Прибор готов к работе.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### 1. Исследование освещенности рабочего места

1. По табл. 5.1 определить и занести в табл. 5.3:

- а) Характеристику зрительной работы;
- б) Наименьший размер объекта различения;
- в) Подразряд зрительной работы;
- г) Контраст объекта различения с фоном;
- д) Характеристику фона;
- е) Нормы освещенности для данного вида работ.

*Примечания:*

• при работе с документами наименьшим объектом различения является точка диаметром 0,5–0,7 мм;

• Нормы освещенности, приведенные в табл. 5.1, допускается снижать на одну ступень по шкале освещенности 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000 лк для всех разрядов зрительных работ - при использовании ламп накаливания, в том числе галогенных.

Табл. 5.3. Таблица данных

Тип источника света	Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Норма освещенности, лк	Измеренная освещенность, лк
Лампа накаливания							
Люминисцентная							
Комбинированное							

2. Включить одну любую люминесцентную лампу (Л1, Л2 или Л3). Для точного измерения освещенности лампа должна прогреться не



менее 2 мин. Затем измерить освещенность в трех произвольных точках на уровне пола макета помещения и определить среднее значение фактической освещенности. Результат занести в табл.5.3.

3. Далее включить одну любую лампу накаливания (Л5 или Л6). Затем измерить освещенность в трех произвольных точках на уровне пола макета помещения и определить среднее значение фактической освещенности. Результат занести в табл.5.3.

4. Включить одну лампу накаливания (по п. 2) и одну люминесцентную лампу (по п. 3). Измерить освещенность в трех произвольных точках на уровне пола макета помещения и определить среднее значение фактической освещенности. Результат занести в табл.5.3.

5. Сравнить измеренные значения освещенности с нормативными и сделать вывод о соответствии освещенности требуемым значениям.

## **2. Исследование коэффициента пульсации освещенности на рабочем месте**

1. Используя пульсметр–люксметр, последовательно провести замеры коэффициента пульсаций освещенности для всех типов ламп (Л1 – Л7). Результаты внести в табл. 5.4.

2. Измерить коэффициенты пульсации освещенности для одновременно включенных ламп Л1 и Л2, затем – для одновременно включенных ламп Л1, Л2 и Л3. Полученные значения записать в табл. 5.4.

3. По табл. 5.2 для найденного в первом задании разряда зрительной работы (при работе с документами) определить допустимые значения коэффициента пульсаций освещенности  $K_p$ .

Табл. 5.4. Коэффициенты пульсации

$K_p$ , измеренный для ламп, %									$K_p$ , % норма
Лампы накаливания			Люминесцентные лампы						
Л5	Л6	Л7	Л1	Л2	Л3	Л4	Л1Л2	Л1Л2Л3	

4. Сравнить измеренные значения коэффициента пульсаций освещенности с допустимыми значениями и сделать вывод о соответствии нормам. В общем выводе по лабораторной работе объяснить, почему  $K_p$  ламп накаливания меньше, чем у люминесцентных ламп.

### 3. Исследование стробоскопического эффекта

1. Переключателем 10 (рис. 5.3) включить вентилятор, а переключателем 1 – люминесцентную лампу Л1. Вращением рукоятки 9 (рис. 5.3) регулятора скорости крыльчатки добиться возникновения иллюзии неподвижности крыльчатки вентилятора.

2. Далее добавочно включить люминесцентную лампу Л2, а затем и Л3. При одновременном включении трех ламп можно визуально убедиться в исчезновении стробоскопического эффекта.

3. В выводе необходимо объяснить причину уменьшения  $K_{\Pi}$  люминесцентных ламп при их одновременном включении.

### 4. Оценка энергетической эффективности источников света

1. Из табл. 5.7 определить мощность ламп Л1, Л4, Л6, Л7. Результаты занести в табл. 5.5.

2. Отдельно для каждой лампы (Л1, Л4, Л6, Л7) измерить создаваемую на уровне пола макета освещенность  $E_{\text{факт}}$ . Светочувствительный элемент люксметра каждый раз необходимо располагать под лампой. Условия работы различных ламп в модели помещения можно считать одинаковыми.

3. Для каждой лампы определить величину удельной освещенности  $E_{\text{уд}}$ , т.е. количество люкс в условиях эксперимента, приходящееся на 1 Вт электрической мощности:

$$E_{\text{уд}} = \frac{E_{\text{факт}}}{W}, \quad (5.7)$$

где  $E_{\text{уд}}$  – удельная освещенность, лк/Вт,  $E_{\text{факт}}$  – фактическая освещенность для каждой лампы,  $W$  – номинальная мощность используемого типа лампы.

Результаты занести в табл. 5.5.

Табл. 5.5. Удельная освещенность ламп

Тип лампы	Лампа накаливания		Люминесцентная лампа	
	Л6	Л7	Л1	Л4
Мощность ламп, Вт				
Освещенность, лк				
Удельная освещенность, лк/Вт				

4. После измерений провести сравнительную оценку экономической эффективности различных типов ламп.

## 5. Оценка коэффициента использования осветительной установки

1. Панели макета производственного помещения установить темными сторонами внутрь модели помещения. Включить лампу накаливания Л5. Измерить освещенность в пяти точках макета производственного помещения (в центре и углах пола макета), затем определить среднее значение освещенности  $E_{\text{ср}}$ . Аналогично произвести измерение освещенности с люминесцентной лампой Л1 и галогенной Л7. Результаты записать в табл. 5.6.

2. Панели макета производственного помещения установить светлыми сторонами внутрь помещения. Включить лампу накаливания Л5. Измерить освещенность в пяти точках макета производственного помещения (в центре и углах пола), затем определить среднее значение освещенности  $E_{\text{ср}}$ . Аналогично произвести измерение освещенности с люминесцентной лампой Л1 и галогенной Л7. Данные занести в табл. 5.6.

Табл. 5.6. Определение коэффициента использования светового потока

	Светлый фон			Темный фон		
	Накал.	Люмин.	Галог.	Накал.	Люмин.	Галог.
$E_1$ , лк						
$E_2$ , лк						
$E_3$ , лк						
$E_4$ , лк						
$E_5$ , лк						
$E_{\text{ср}}$ , лк						
$F_{\text{факт}}$						
$\eta$						

3. По результатам измерений освещенности для варианта с темной и светлой окраской панелей вычислить значение фактического светового потока  $F_{\text{факт}}$  по формуле (5.6). Площадь пола макета помещения  $S$  принять равной  $0,42 \text{ м}^2$ .

4. Вычислить коэффициент использования осветительной установки  $\eta$  для варианта с темной и светлой окраской стен по формуле (5.5). Суммарный световой поток  $F_{\text{л}}$  выбирается по номинальной мощности для каждого типа ламп по табл. 5.7.

Табл. 5.7. Световой поток различных источников света

Тип ламп	Номинальная мощность, Вт	Номинальный световой поток, лм
Лампа накаливания	60	730

Л5, Л6		
Лампа люминесцентная Л1 – Л3	9	465
Лампа люминесцентная Л4	11	700
Лампа галогенная Л7	50	850

5. В выводе отразить зависимость коэффициента использования светового потока от типа ламп, а также от цветовой отделки интерьера.

### **Требования безопасности по окончании работы:**

По окончании работы на стенде пользователь обязан отключить стенд от питания электрической сети, убедиться по состоянию средств индикации стенда в том, что аппаратура выключена;

При возникновении признаков неисправности в процессе и по окончании работы, повторное включение этого оборудования производить только после проверки его исправности специалистом.

Требования безопасности при выполнении лабораторной работы

К работе допускаются студенты, ознакомленные с устройством лабораторного стенда и мерами безопасности при проведении лабораторной работы и прошедшие инструктаж на рабочем месте..

Для предотвращения перегрева установки при длительной работе ламп необходимо включить вентилятор.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- Укажите виды систем освещения.
- Дайте определение понятиям: световой поток; сила света; освещенность; яркость.
- В чем отличие систем общего и комбинированного освещения?
- Приведите характеристику рабочего, аварийного, эвакуационного и охранного освещения.
- Сравните характеристики ламп накаливания, газоразрядных и светодиодных ламп.
- Разъясните термины: объект различения, фон, контраст объекта с фоном и характеристика зрительной работы.
- Причины пульсации освещенности и стробоскопического эффекта.

- Способы снижения коэффициента пульсации освещенности.
- Разъясните термин коэффициент использования осветительной установки.
- Приборы и методика измерения количественных и качественных характеристик систем освещения.
- Какие показатели учитываются при нормировании освещенности на рабочем месте?
- Перечислите основные требования к системам искусственного освещения.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

## **ЦЕЛЬ**

Провести измерение уровня звукового давления, оценить эффективность мероприятий по снижению шума.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Среди основных чувств человека слух и зрение играют важнейшую роль – позволяют человеку владеть звуковыми и зрительными информационными полями.

Даже беглый анализ системы человек – машина – окружающая среда дает основание считать одной из важнейших проблем взаимодействия человека с окружающей средой, особенно на локальном уровне (цех, участок), проблему шумового загрязнения среды.

Знание физических закономерностей процесса излучения и распространения шума позволит принимать решения, направленные на снижение его негативного воздействия на человека.

Понятие звук, как правило, ассоциируется со слуховыми ощущениями человека, обладающего нормальным слухом. Слуховые ощущения вызываются колебаниями упругой среды, которые представляют собой механические колебания, распространяющиеся в газообразной, жидкой или твердой среде и воздействующие на органы слуха человека. При этом колебания среды воспринимаются как звук только в определенной области частот (16 Гц – 20 кГц) и при звуковых давлениях, превышающих порог слышимости человека.

Частоты колебаний среды, лежащие ниже и выше диапазона слышимости, называются соответственно инфразвуковыми и ультразвуковыми. Они не имеют отношения к слуховым ощущениям человека и воспринимаются как физические воздействия среды.

## **Параметры звуковой волны**

Звуковые колебания частиц упругой среды имеют сложный характер и могут быть представлены в виде функции времени. Простейший процесс описывается синусоидой:

$$a = a_m \sin \omega t, \quad (6.1)$$

где  $a_m$  – амплитуда колебаний, м;  $\omega = 2\pi f$  – угловая частота, рад/с;  $f$  – частота колебаний, Гц.

Гармонические колебания с амплитудой  $a_m$  и частотой  $f$  называются тоном. Сложные колебания характеризуются эффективным значением на временном периоде  $T$ :

$$a_{\text{эф}} = \sqrt{\frac{\int_0^T a^2(t) dt}{T}}. \quad (6.2)$$

Для синусоидального процесса справедливо соотношение:

$$a_{\text{эф}} = \frac{a_m}{\sqrt{2}}. \quad (6.3)$$

В зависимости от способа возбуждения колебаний различают:

*плоскую* звуковую волну, создаваемую плоской колеблющейся поверхностью;

*цилиндрическую* звуковую волну, создаваемую радиально колеблющейся боковой поверхностью цилиндра;

*сферическую* звуковую волну, создаваемую точечным источником колебаний типа пульсирующий шар.

Основными параметрами, характеризующими звуковую волну, являются:

Таблица 6.1 Основные параметры звуковой волны

Параметр	Обозначение	Единица измерения
Звуковое давление	$p_{\text{зв}}$	Па
Интенсивность звука	$I$	Вт/м <sup>2</sup>
Длина звуковой волны	$\lambda$	м
Скорость распространения волны	$v$	м/с
Частота колебания	$f$	Гц

Если в сплошной среде возбудить колебания, то они расходятся во все стороны. Наглядным примером являются колебания волн на воде. При этом следует различать скорость распространения механических колебаний (в нашем случае видимые поперечные колебания воды) и скорость распространения возмущающего действия (продольные акустические колебания).

С физической точки зрения распространение колебаний состоит в передаче импульса движения от одной молекулы к другой. Благодаря упругим межмолекулярным связям движение каждой из них повторяет

движение предыдущей. Передача импульса требует определенной затраты времени, в результате чего движение молекул в точках наблюдения происходит с запаздыванием по отношению к движению молекул в зоне возбуждения колебаний. Таким образом, колебания распространяются с определенной скоростью. Скорость распространения звуковой волны – это физическое свойство среды.

Длина волны  $\lambda$  равна длине пути, проходимого звуковой волной за один период  $T$ :

$$\lambda = vT, \quad (6.4)$$

где  $v$  – скорость звука,  $T$  – период колебаний.

Звуковые колебания в воздухе приводят к его сжатию и разрежению. В областях сжатия давление воздуха возрастает, а в областях разрежения понижается. Разность между давлением, существующем в возмущенной среде в данный момент, и атмосферным давлением, называется звуковым давлением (рисунок 6.1). В акустике этот параметр является основным, через который определяются все остальные.

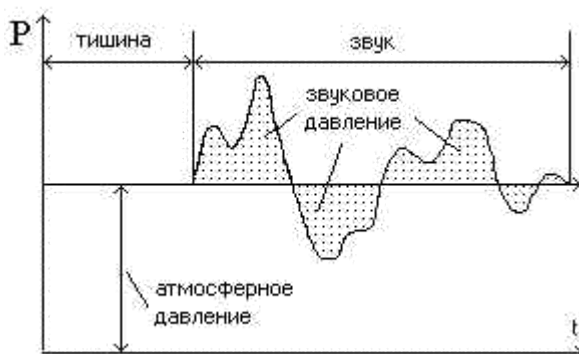


Рисунок 6.1. Зависимость звукового давления от периода колебаний.

Среда, в которой распространяется звук, обладает удельным акустическим сопротивлением  $z$ , которое измеряется в  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  и представляет собой отношение звукового давления к колебательной скорости частиц среды  $v$ :

$$z = \frac{p}{v} = \rho c, \quad (6.5)$$

где  $c$  – скорость звука,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $\rho$  – плотность среды,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

В таблице 6.2 представлены значения  $z$  для различных сред.



Таблица 6.2. Удельное акустическое сопротивление различных сред

Вещество	$t, ^\circ\text{C}$	Удельное сопротивление, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$
Водород	0	114	0,09
Воздух	20	414	1,20
Кислород	0	455	1,43
Резина	20	600	950
Пробка	20	$1,2 \times 10^5$	250
Спирт	12,5	$1,0 \times 10^6$	810
Вода	13	$1,4 \times 10^6$	1000
Дуб	20	$2,9 \times 10^6$	720
Алюминий	20	$1,4 \times 10^7$	2700

Звуковая волна является носителем энергии в направлении своего движения. Количество энергии, переносимой звуковой волной за одну секунду через сечение площадью  $1 \text{ м}^2$ , перпендикулярное направлению движения, называется интенсивностью звука. Интенсивность звука определяется отношением звукового давления к акустическому сопротивлению среды,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ :

$$I = \frac{p^2}{z}. \quad (6.6)$$

Для сферической волны от источника звука с мощностью  $W$  интенсивность звука на поверхности сферы радиуса  $r$  равна:

$$I = \frac{W}{4\pi r^2}, \quad (6.7)$$

то есть интенсивность сферической волны убывает с увеличением расстояния от источника звука. В случае плоской волны интенсивность звука не зависит от расстояния.

### Уровни акустических величин

Человек ощущает звук в широком диапазоне звуковых давлений. Стандартным порогом слышимости называют эффективное значение звукового давления, создаваемого гармоническим колебанием с частотой  $1 \text{ кГц}$ , едва слышимым человеком со средней чувствительностью слуха.

Стандартному порогу слышимости соответствует звуковое давление  $2 \times 10^{-5} \text{ Па}$  или интенсивность звука  $1 \times 10^{-12} \text{ Вт}/\text{м}^2$ . Верхний предел звуковых давлений, ощущаемых слуховым аппаратом человека, ограничивается болевым ощущением и принят равным  $20 \text{ Па}$  (интенсивность –  $1 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ).

Величина слухового ощущения  $L$  при превышении звуковым давлением стандартного порога слышимости определяется по закону психофизики Вебера–Фехнера:

$$L = q \lg \frac{p}{p_0}. \quad (6.8)$$

где  $q$  – некоторая постоянная, зависящая от условий проведения эксперимента,  $p_0$  – порог слышимости.

С учетом психофизического восприятия звука человеком для характеристики значений звукового давления и интенсивности были введены логарифмические величины – уровни  $L$ , выраженные в безразмерных единицах – децибелах, дБ, названных в честь Грейма–Бела:

$$L_p = \lg \left( \frac{p}{p_0} \right)^2 = 2 \lg \frac{p}{p_0}. \quad (6.9)$$

$$L_I = \lg \frac{I}{I_0}. \quad (6.10)$$

Увеличение интенсивности звука в 10 раз соответствует Белу. Следует отметить, что при нормальных атмосферных условиях  $L_p = L_I$ .

По аналогии были введены также и уровни звуковой мощности:

$$L_w = \lg \frac{W}{W_0}, \quad (6.11)$$

где  $W_0 = 10^{-12}$  Вт – пороговая звуковая мощность на частоте 1 кГц,  $S = 1$  м<sup>2</sup>.

Безразмерные величины  $L_p$ ,  $L_I$ ,  $L_w$  достаточно просто измеряются приборами, поэтому их полезно использовать для определения абсолютных значений  $p$ ,  $I$ ,  $W$ .

Уровень суммы нескольких величин определяется по их уровням  $L_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  соотношением:

$$L_\Sigma = \lg \left( \sum_{i=1}^n 10^{L_i} \right), \quad (6.12)$$

где  $n$  – количество складываемых величин.

Если складываемые уровни одинаковы ( $L_i = L$ ), то:

$$L_\Sigma = L + \lg n. \quad (6.13)$$

## Производственный шум

Понятие «шум» весьма субъективно. Всякий нежелательный в данный момент звук (или звуки) человек воспринимает как шум. Одни и те же звуки разными людьми могут восприниматься по-разному.

Физиологи и гигиенисты определяют шум как звук, оцениваемый негативно и наносящий вред здоровью.

Машины и механизмы, используемые на производстве, являются источниками звуков различной частоты и интенсивности, изменяющихся во времени. Поэтому производственный шум рассматривают как совокупность звуков различной интенсивности и частоты, беспорядочно изменяющихся во времени и вызывающих у работающих неприятные субъективные ощущения.

### **Характеристики и виды производственных шумов**

Производственный шум характеризуется спектром, который состоит из звуковых волн разных частот. При исследовании шумов обычно слышимый диапазон 16 Гц – 20 кГц разбивают на полосы частот и определяют звуковое давление, интенсивность или звуковую мощность, приходящиеся на каждую полосу.

Как правило, спектр шума характеризуется уровнями названных величин, распределенными по октавным полосам частот. Полоса частот, верхняя граница которой превышает нижнюю в два раза, называется октавой. Для более детального исследования шумов иногда используются третьоктавные полосы частот, для которых

$$f_2 = \sqrt[3]{2} f_1. \quad (6.14)$$

Октавная или третьоктавная полоса обычно задается среднегеометрической частотой:

$$f_{\text{ср}} = \sqrt{f_1 f_2}. \quad (6.15)$$

Существует стандартный ряд среднегеометрических частот октавных полос, в которых рассматриваются спектры шумов ( $f_{\text{ср, min}} = 31,5$  Гц,  $f_{\text{ср, max}} = 8$  кГц).

Таблица 6.3 Стандартный ряд среднегеометрических частот

$f_{\text{ср}}$ , Гц	$f_1$ , Гц	$f_2$ , Гц
16	11	22
31,5	22	44
63	44	88
125	88	177
250	177	355
500	355	710
1000	710	1420
2000	1420	2840
4000	2840	5680
8000	5680	11360

По частотной характеристике различают шумы: *низкочастотные* ( $f_{сг} < 250$  Гц); *среднечастотные* ( $250 \text{ Гц} < f_{сг} < 500 \text{ Гц}$ ); *высокочастотные* ( $500 \text{ Гц} < f_{сг} < 8000 \text{ Гц}$ ).

Производственные шумы имеют различные спектральные и временные характеристики, которые определяют степень их воздействия на человека. По этим признакам шумы подразделяют на несколько видов (таблице 6.4).

Таблица 6.4 Классификация шумов

Классификация	Вид шума	Характеристика шума
По характеру спектра шума	Широкополосные	Непрерывный спектр шириной более одной октавы
	Тональные	В спектре, которого имеются явно выраженные дискретные тона
По временным характеристикам	Постоянные	Уровень звука за 8 часовой рабочий день изменяется не более чем на 5 дБА
	Колеблющиеся во времени	Уровень звука непрерывно изменяется во времени
	Прерывистые	Уровень звука изменяется ступенчато не более чем на 5 дБА, длительность интервала 1с и более
	Импульсные	Состоят из одного или нескольких звуковых сигналов, длительность интервала меньше 1с

### **Источники производственного шума**

По природе возникновения шумы машин или агрегатов делятся на механические, аэродинамические и гидродинамические, электромагнитные.

На ряде производств преобладает *механический шум*, основными источниками которого являются зубчатые передачи, механизмы ударного типа, цепные передачи, подшипники качения и т.п. Он вызывается силовыми воздействиями неуравновешенных вращающихся масс, ударами в сочленениях деталей, стуками в зазорах, движением материалов в трубопроводах и т.п. Спектр механического шума занимает широкую область частот. Определяющими факторами механического шума являются форма, размеры и тип конструкции, число оборотов, механические свойства материала, состояние поверхностей взаимодействующих тел и их смазывание. Машины ударного действия, к которым относится, например, кузнечнопрессовое оборудование, являются источником импульсного шума, причем его

уровень на рабочих местах, как правило, превышает допустимый. На машиностроительных предприятиях наибольший уровень шума создается при работе металло- и деревообрабатывающих станков.

*Аэродинамические и гидродинамические шумы:*

шумы, обусловленные периодическим выбросом газа в атмосферу, работой винтовых насосов и компрессоров, пневматических двигателей, двигателей внутреннего сгорания;

шумы, возникающие из-за образования вихрей потока у твердых границ. Эти шумы наиболее характерны для вентиляторов, турбовоздуховодов, насосов, турбокомпрессоров, воздухопроводов;

кавитационный шум, возникающий в жидкостях из-за потери жидкостью прочности на разрыв при уменьшении давления ниже определенного предела и возникновения полостей и пузырьков, заполненных парами жидкости и растворенными в ней газами.

*Шумы электромагнитного происхождения* возникают в различных электротехнических изделиях. Их причиной является взаимодействие ферромагнитных масс под влиянием переменных во времени и пространстве магнитных полей. Электрические машины создают шумы с различными уровнями звука от 20 дБ (микромашин) до 110 дБ (крупные быстроходные машины).

При работе различных механизмов, агрегатов, оборудования одновременно могут возникать шумы различной природы. Любой источник шума характеризуется, прежде всего, звуковой мощностью. Звуковая мощность источника  $W$  – это общее количество звуковой энергии, излучаемой источником шума в окружающее пространство.

Если окружить источник шума замкнутой поверхностью площадью  $S$ , то звуковая мощность источника:

$$W = \oint_S I dS = \oint_S \frac{p^2}{\rho c} dS, \quad (6.16)$$

где  $I(S)$ ,  $p(S)$  – законы распределения интенсивности звука и звукового давления по поверхности  $S$ .

Для определения уровня звуковой мощности источника на некотором одинаковом от него расстоянии  $r$  в  $n$  точках измеряют уровень звукового давления и вычисляют:

$$L_w = \lg S + \lg \left( \frac{\sum_{i=1}^n 10^{L_{p,i}}}{n} \right), \quad (6.17)$$

где  $S$  – площадь сферы радиусом  $r$  (если источник расположен на полу помещения, то площадь полусферы).

Поскольку источники производственного шума, как правило, излучают звуки различной частоты и интенсивности, то полную шумовую характеристику источника дает шумовой спектр – распределение звуковой мощности (или уровня звуковой мощности) по октавным полосам частот.

Источники шума часто излучают звуковую энергию неравномерно по направлениям. Эта неравномерность излучения характеризуется коэффициентом  $\Phi(\varphi)$  – фактором направленности.

Фактор направленности  $\Phi(\varphi)$  показывает отношение интенсивности звука  $I(\varphi)$ , создаваемого источником в направлении с угловой координатой  $\varphi$  к интенсивности  $I_{\text{ср}}$ , которую развил бы в этой же точке ненаправленный источник, имеющий ту же звуковую мощность и излучающий звук во все стороны равномерно:

$$\Phi(\varphi) = \frac{I(\varphi)}{I_{\text{ср}}} = \frac{p^2(\varphi)}{p_{\text{ср}}^2}, \quad (6.18)$$

где  $p_{\text{ср}}$  – звуковое давление (усредненное по всем направлениям на постоянном расстоянии от источника);  $p(\varphi)$  – звуковое давление в угловом направлении  $\varphi$ , измеренное на том же расстоянии от источника.

Характеристику направленности излучения можно описать через соответствующие уровни в дБ:

$$G(\varphi) = \lg \Phi(\varphi) = \lg \frac{I(\varphi)}{I_{\text{ср}}} = 2 \lg \frac{p(\varphi)}{p_{\text{ср}}}. \quad (6.19)$$

Стандартными шумовыми характеристиками, которые указываются в прилагаемой к машине технической документации, являются:

1. уровни звуковой мощности в октавных полосах частот;
2. скорректированный по шкале А уровень звуковой мощности  $L_{\text{WA}}$ :

$$L_{\text{WA}} = \lg \sum_{i=1}^m 10^{L_{\text{WA},i}}, L_{\text{WA},i} = L_{\text{W},i} - \Delta L_{\text{A},i}, \quad (6.20)$$

где  $L_{\text{W},i}$  – уровень звуковой мощности  $i$ -й октавы,  $\Delta L_{\text{A},i}$  – поправка по шкале А;

3. максимальный показатель направленности излучения шума в октавных полосах частот;
4. максимальный показатель направленности излучения шума.

## Нормирование шума

Шум оказывает негативное влияние на весь организм человека. Шумы средних уровней (менее 80 дБА) не вызывают потери слуха, но тем не менее оказывают утомляющее неблагоприятное влияние, которое

складывается с аналогичными влияниями других вредных факторов и зависит от вида и характера трудовой нагрузки на организм.

Нормирование шума призвано предотвратить нарушение слуха и снижение работоспособности и производительности труда работающих. Для разных видов шумов применяются различные способы нормирования.

Для постоянных шумов нормируются уровни звукового давления  $L_{p,i}$  в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Для ориентировочной оценки шумовой характеристики рабочих мест допускается за шумовую характеристику принимать уровень звука  $L$  по шкале А, измеряемый по временной характеристике шумомера «S – медленно».

Нормируемыми параметрами прерывистого и импульсного шума в расчетных точках следует считать эквивалентные уровни звукового давления  $L_{экв}$  в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

Для непостоянных шумов нормируется так же эквивалентный уровень звука. Допустимые уровни звукового давления для рабочих мест служебных помещений и для жилых и общественных зданий и их территорий различны.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

Допустимые уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления) в дБ в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА для жилых и общественных зданий и их территорий следует принимать в соответствии со СНиП 23-03-2003 «Защита от шума», СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Таблица 6.5 Нормативные значения уровней шума на рабочих местах (ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999 г.)

Рабочие места	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	
Конструкторские бюро, программисты, лаборатории	886	771	661	554	449	445	442	440	338	50
Помещения управления, рабочие комнаты	993	779	770	663	558	555	552	550	449	60
Помещения для точной сборки	996	883	774	668	663	660	557	555	554	65
Помещения лабораторий для проведения экспериментов	1103	991	883	777	773	770	668	666	664	75
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	1107	995	887	882	778	775	773	771	669	80

### Способы защиты от шума

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 при разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочих мест следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека, до значений, не превышающих допустимые.

Защита от шума должна обеспечиваться разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной защиты, проведением строительно-акустических работ, применением средств индивидуальной защиты.

В первую очередь следует использовать средства коллективной защиты. По отношению к источнику возбуждения шума коллективные средства защиты подразделяются на средства, снижающие шум в источнике его возникновения, и средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта.

Снижение шума в источнике осуществляется за счет улучшения конструкции машины или изменения технологического процесса.



Средства, снижающие шум в источнике его возникновения в зависимости от характера шумообразования подразделяются на средства, снижающие шум механического происхождения, аэродинамического и гидродинамического происхождения, электромагнитного происхождения.

Методы и средства коллективной защиты в зависимости от способа реализации подразделяются на строительно-акустические, архитектурно-планировочные и организационно-технические и включают в себя:

- изменение направленности излучения шума;
- рациональную планировку предприятий и производственных помещений;
- акустическую обработку помещений;
- применение звукоизоляции.

К архитектурно-планировочным решениям также относится создание санитарно-защитных зон вокруг предприятий. По мере увеличения расстояния от источника уровень шума уменьшается. Поэтому создание санитарно-защитной зоны необходимой ширины является наиболее простым способом обеспечения санитарно-гигиенических норм вокруг предприятий.

Выбор ширины санитарно-защитной зоны зависит от установленного оборудования, например, ширина санитарно-защитной зоны вокруг крупных ТЭС может составлять несколько километров. Для объектов, находящихся в черте города, создание такой санитарно-защитной зоны порой становится неразрешимой задачей. Сократить ширину санитарно-защитной зоны можно уменьшением шума на пути его распространения.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удается.

Принцип действия СИЗ – защитить наиболее чувствительный канал воздействия шума на организм человека – ухо. Применение СИЗ позволяет предупредить расстройство не только органов слуха, но и нервной системы от действия чрезмерного раздражителя.

Наиболее эффективны СИЗ, как правило, в области высоких частот. СИЗ включают в себя противошумные вкладыши (беруши), наушники, шлемы и каски, специальные костюмы.

## МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Лабораторный стенд

Стенд имеет вид макета производственных помещений, одно из которых имитирует производственный участок, а второе – конструкторское бюро.



Рисунок 6.2. Лабораторный стенд

Источник шума находится внизу левой камеры, в правой камере на подставке установлен микрофон из комплекта ВШВ–003 (ауд. 138). В аудитории 140 – в правой камере находится источник шума, в левой – установлен микрофон.

Внутри на передней и задней стенках имеются направляющие, при помощи которых устанавливается съемная звукоизолирующая перегородка, обеспечивающая изоляцию правой и левой камер друг от друга.



Рисунок 6.3. Внутреннее устройство стенда

Решетка громкоговорителя во время проведения лабораторной работы может быть закрыта звукоизолирующим кожухом.

### **Генератор низкочастотных сигналов**

Для создания шума используется генератор низкочастотных сигналов. Внешний вид генератора представлен на рисунок 6.4.



Рисунок 6.4. Генератор электрических сигналов

На лицевой панели генератора расположены кнопки выбора диапазона частот, ручка плавного регулирования частоты, ручка плавного регулирования входного напряжения, четырехразрядный индикатор частоты, гнезда для подключения нагрузки.

При смене звукоизолирующих перегородок генератор необходимо выключать.

### **Измеритель шума**

Измерение параметров шума осуществляется с помощью комбинированного прибора – измерителя шума и вибрации ВШВ–003–М2, в котором используется принцип преобразования звуковых колебаний исследуемых объектов в пропорциональные им электрические сигналы, которые усиливаются, преобразуются и измеряются измерительным трактом. Внешний вид прибора представлен на рисунок 6.5.



Рисунок 6.5. Измеритель шума и вибрации ВШВ–003–М2

Конструктивно ВШВ–003–М2 состоит из капсуля М101, эквивалента капсуля микрофонного, предусилителя микрофонного ВПМ-101, прибора измерительного, источника питания, кабеля соединительного, экрана, заглушки.

Капсюль микрофонный предназначен для преобразования звуковых колебаний в механические колебания мембраны, а последних – в электрические сигналы, пропорциональные воздействию на капсюль звуковому давлению.

Эквивалент капсуля микрофонного предназначен для электрической калибровки измерителя перед измерением уровней звукового давления. Он выполнен в металлическом цилиндрическом корпусе, внутри которого имеется конденсатор емкостью, соответствующей эквивалентной емкости капсуля.

Предусилитель ВПМ-101 предназначен для согласования высокоомного сопротивления капсуля с входным сопротивлением прибора измерительного.

Прибор измерительный конструктивно выполнен в прямоугольном корпусе. На его лицевую панель выведены органы управления, регулирования и индикации, описанные в таблице 6.6.

Таблица 6.6. Органы управления измерителя шума и вибрации ВШВ–003–М2.

Переключатель	Обоз.	Пояснение
РОД РАБОТЫ	○	Выключение измерителя
	⎓	Контроль состояния батарей
	▷	Режим калибровки
	F	Быстрый режим измерения
	S	Режим измерения с постоянной времени 1 с (медленно)
	10S	Режим измерения с постоянной времени 10 с (очень медленно)
ДЛТ1,dB ДЛТ2,dB	10...80 10...50	Выбор предела измерения
LED индикаторы		Индикация предела измерения
ПРГ		Индикация перегрузки измерителя
ФЛТ, ОКТ	1...63 0.125...8	Частота (при частотном анализе в октавных полосах)
kHz / Hz		Множитель значения частоты (при частотном анализе в октавных полосах)
ФЛТ,Hz	A	Включение корректирующих фильтров
	B	
	C	
	ЛИН	ФНЧ, ограничивающий частотный диапазон 20 кГц при измерении уровня звукового давления
	ОКТ	Режим частотного анализа в октавных полосах
	1 10	ФНЧ ограничивающий частотный диапазон при измерении параметров вибрации
СВ / ДИФ		Измерение в диффузном поле (при малых помещениях с большим числом отражающих поверхностей)
a / V		Выбор режима измерения (виброускорение, виброскорость)
10 kHz / 4 kHz		ФНЧ ограничивающий частотный диапазон при измерении параметров вибрации

## Методика измерений

Измеритель шума и генератор низкочастотных сигналов подключаются к сети. Измерение уровня звукового давления осуществляется в следующей последовательности:

- капсюль микрофонный на подставке устанавливается в правой камере (макет помещения конструкторского бюро);

- выходные гнезда генератора соединяются с входными гнездами на макете;

- на генераторе устанавливается одна из среднегеометрических октавных частот или задается преподавателем частота, амплитуда и форма звукового сигнала;

переключатели измерителя устанавливаются в положения указанные в таблице 6.7.

Таблица 6.7. Положения переключателей при измерении уровня звукового давления

Переключатель	Обоз.	Пояснение
РОД РАБОТЫ	F	Быстрый режим измерения, режим измерения с постоянной времени 1 с (медленно) или режим измерения с постоянной времени 10 с (очень медленно) в зависимости от колебаний стрелки во время измерения
	S	
	10S	
ДЛТ1,dB ДЛТ2,dB	80 50	Максимальные значения
LED индикаторы		Индикация предела измерения
ПРГ		Отсутствие перегрузки
a / V		Кнопка отжата
ФЛТ, ОКТ	1...63 0.125...8	Частота фильтра должна совпадать с частотой генератора в случае измерения звукового давления в среднегеометрических октавных частотах
kHz / Hz		В зависимости от частоты генератора
ФЛТ, ОКТ	ОКТ	Режим частотного анализа в октавных полосах
ФЛТ, Hz	A	Корректирующий фильтр A при измерении эквивалентного уровня звука, дБА
СВ / ДИФ		Кнопка отжата

Измерение уровня звукового давления производят руководствуясь следующим: если при измерении стрелка измерителя находится в начале шкалы, то следует вывести ее в сектор 0 – 10 шкалы децибел; вывод стрелки в требуемый сектор шкалы осуществляется с помощью переключателей ДЛТ1 и ДЛТ2 путем последовательного уменьшения их значений, сначала - левого до предела, только после этого – правого;

при уменьшении их значений загораются светодиоды показывающие предел измерения. Светодиоды показывают то значение дБ (децибел), которое необходимо прибавить к показанию прибора на стрелочном индикаторе, чтобы получить истинное значение уровня звукового давления. Например, к моменту выхода стрелки прибора в диапазон шкалы, допустимый для измерений, загорелся светодиод под числом 70, по шкале децибел, а стрелка измерительного прибора показывает 6 дБ, это означает, что уровень звукового давления на заданной частоте составляет 76 дБ.

Измерение уровней звукового давления при применении методов защиты от шума аналогично описанному выше. В данной лабораторной работе исследуется звукоизоляция перегородками из различных материалов.

*При выполнении работы в аудитории №140 кнопка на октавных фильтрах должна быть **нажата**, а кнопка фильтра 1 кГц — **отжата**.*

### **Меры безопасности**

1. Перед началом работы проверяется состояние лабораторного стенда и используемых измерительных приборов. Студент должен осмотреть электрический привод технологического агрегата, установки, питающие кабели, провода, пусковые кнопки и другие устройства, электроизмерительные приборы, защитные средства, убедиться в наличии заземления, в отсутствии оголенных проводов, не закрытых клеммных коробок, соединений.

2. Во время работы студент обязан регулярно производить осмотр обслуживаемого им оборудования, рабочего места. При выявлении неполадок немедленно известить об этом преподавателя.

3. Выполнение работ на лабораторном стенде производится в соответствии с порядком выполнения лабораторной работы согласно методическим указаниям.

4. Время работы источника шума должно регулироваться необходимостью проведения измерений параметров шума.

### **ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ**

**Вариант I.** Исследование шума с измерением эквивалентного уровня звука без звукоизолирующих перегородок и со звукоизолирующими перегородками.

1. Лабораторный стенд подключить к электросети  $U = 220\text{В}$ .

2. Микрофон из комплекта измерителя шума и вибрации установить на подставке в правой камере макета (аудитория 138), в левой камере – в аудитории 140.

3. Подключить генератор низкочастотных сигналов к лабораторному стенду.

4. Преподавателем задается звуковой сигнал на генераторе, который используется в качестве источника шума. Данный звуковой сигнал должен быть постоянным и превышать нормативное значение эквивалентного уровня звука (таблица 6.5, ГОСТ 12.1.003.83).

5. Переключатель ФЛТ, Hz поставить в положение «А».

6. Для проведения измерений переключатель (РОД РАБОТЫ) поставить в положение «S» (медленно).

7. Переключатели ДЛТ1, dB и ДЛТ2, dB установить на максимальные значения 80 и 50 соответственно.

8. Измерить эквивалентный уровень звука, в дБА, согласно методике измерения, описанной выше. Результат занести в таблицу 6.8.

9. Переключатель ФЛТ, Hz поставить в положение «ОКТ».

10. Переключатель кHz/Hz нажать при измерении уровней звукового давления с частотами до 63 Гц, отжать – при измерениях на более высоких частотах.

11. Измерить уровни звукового давления в среднегеометрических октавных частотах 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц, последовательно устанавливая их на переключателе ФЛТ, ОКТ. Результаты измерений занести в таблицу 6.8.

Таблица 6.8 Общая таблица измерений

Тип перегородки	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц	Эквивалентные уровни звука, дБА
Нормативные значения, дБ	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Без перегородки									
Перегородка 1									
Перегородка 2									
...									

*Примечание. В таблице 6.8 указаны нормативные значения уровня звукового давления при работе в конструкторском бюро, лаборатории (ГОСТ 12.1.003-83 с изм.1999 г.).*

12. Сравнить измеренные значения с нормативными, сделать вывод о допустимости уровня звукового давления в макете конструкторского бюро.



13. Установить между камерами макета звукоизолирующую перегородку (в соответствии с заданием преподавателя). Аналогично вышеописанной методике измерить эквивалентный уровень звука, в дБА и уровни звукового давления в среднегеометрических октавных частотах 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Результаты измерений занести в таблицу 6.8

14. После выполнения задания генератор и измеритель шума и вибрации отключаются.

**Вариант II.** Исследование шума с измерением уровней звукового давления во всем диапазоне частот без звукоизолирующих перегородок и со звукоизолирующими перегородками.

1. Лабораторный стенд подключить к электросети  $U = 220\text{В}$ .

2. Микрофон из комплекта измерителя шума и вибрации установить на подставке в правой камере макета (аудитория 138), в левой камере – в аудитории 140.

3. Подключить генератор низкочастотных сигналов к лабораторному стенду.

4. На генераторе установить звуковой сигнал частотой 63 Гц с амплитудой 0 – 0.5, причем при установке других значений частоты амплитуда сигнала должна быть постоянной.

5. На измерителе шума установить ту же частоту, что и на генераторе – 63 Гц с помощью тумблера ФЛТ, ОКТ.

6. Переключатель ФЛТ, Hz поставить в положение «ОКТ».

7. Для проведения измерений переключатель (РОД РАБОТЫ) поставить в положение «S» (медленно).

8. Переключатели ДЛТ1, dВ и ДЛТ2, dВ установить на максимальные значения 80 и 50 соответственно.

9. Измерить уровни звукового давления при частоте сигнала 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц, последовательно устанавливая их на переключателе ФЛТ, ОКТ и генераторе низкочастотных сигналов. Результаты занести в таблицу 6.9.

10. Установить между камерами макета звукоизолирующую перегородку (в соответствии с заданием преподавателя). Аналогично вышеописанной методике измерить уровни звукового давления в среднегеометрических октавных частотах 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Результаты измерений занести в таблицу 6.9

14. После выполнения задания генератор и измеритель шума и вибрации отключаются.

Таблица 6.9. Общая таблица измерений

Тип перегородки	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц
Нормативные значения, дБ	71	61	54	49	45	42	40	38
Без перегородки								
Перегородка 1								
Перегородка 2								
...								

### Расчет эффективности звукоизолирующих перегородок

Для расчета эффективности средств звукоизоляции используется формула:

$$\mathcal{E}_i = \frac{L_i - L_{i,з}}{L_i}, \quad (6.21)$$

где  $L_i$  – уровень звукового давления, измеренный для  $i$ -й октавной полосы частот, до применения звукоизоляции,  $L_{i,з}$  – уровень звукового давления, измеренный для той же полосы частот при использовании звукоизолирующей перегородки.

Результаты расчетов для всех исследуемых средств звукоизоляции занести в таблицу 6.10.

Таблица 6.10. Эффективность средств звукоизоляции

Тип перегородки	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц
Перегородка 1								
Перегородка 2								
...								

Далее строятся диаграммы эффективности для каждой звукоизолирующей перегородки (рисунок 6.6).

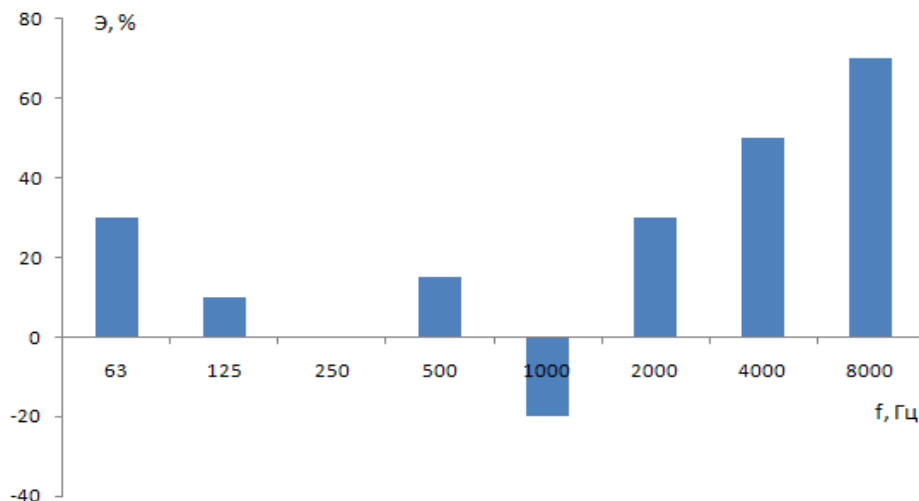


Рисунок 6.6. Пример построения диаграммы эффективности звукоизолирующей перегородки из алюминия

На основе построенных диаграмм сделать вывод об эффективности перегородок, и проанализировать зависимость эффективности от частоты.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое шум?
2. Каково физиологическое воздействие интенсивного шума на организм человека?
3. Как подразделяются способы защиты от шума?
4. Что определяется документами ГОСТ 12.1.003-83 и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой, застройки»?

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Общие сведения.
4. Описание оборудования и приборов.
5. Данные измерений
6. Графическая зависимость
7. Выводы по работе.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИИ И СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЕ**

## **ЦЕЛЬ**

Исследовать параметры вибрации, дать оценку их вредным свойствам. Определить эффективность средств защиты от вибрации.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Малые механические колебания, возникающие в упругих телах или телах, находящихся под воздействием переменного физического поля, называются вибрацией. Причиной возбуждения вибраций являются возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воздействия.

### **Действие вибрации на человека**

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обуславливается главным образом силой воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела как сложной колебательной системы. Мощность колебательного процесса в зоне контакта и время этого контакта являются главными параметрами, определяющими развитие вибрационных патологий, структура которых зависит от частоты и амплитуды колебаний, продолжительности воздействия, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явлений резонанса и других условий.

Вибрационная болезнь обусловлена длительным (не менее 3—5 лет) воздействием вибрации в условиях производства. Вибрации делят на локальные (от ручных инструментов) и общие (от станков, оборудования, движущихся машин). Воздействие вибрации встречается во многих профессиях.

Патогенез: хроническая микротравматизация периферических вегетативных образований, периваскулярных сплетений с последующим нарушением кровоснабжения, микроциркуляции, биохимизма и трофики тканей. Клиническая картина характеризуется сочетанием вегетососудистых, чувствительных и трофических расстройств.

Наиболее характерные клинические синдромы: ангиодистонический, ангиоспастический (синдром Рейно), вегетосенсорной полиневропатии. Заболевание развивается медленно, через 5—15 лет от начала работы, связанной с вибрацией, при продолжении работы заболевание нарастает, после прекращения отмечается медленное (3—10 лет), иногда неполное выздоровление. Условно выделяют 3 степени болезни: начальные проявления (I степень), умеренно выраженные (II степень) и выраженные (III степень) проявления. Характерные жалобы: боли, парестезии, зябкость конечностей, приступы побеления или синюшности пальцев рук при охлаждении, снижение силы в руках. При нарастании заболевания присоединяются головная боль, утомляемость, нарушение сна. При воздействии общей вибрации преобладают жалобы на боль и парестезии в ногах, пояснице, головную боль, головокружения.

Объективные признаки заболевания: гипотермия, гипергидроз и отечность кистей, цианоз или бледность пальцев, приступы «белых» пальцев, возникающие при охлаждении, реже во время работы (см. рис. 7.1). Сосудистые нарушения проявляются в гипотермии кистей и стоп, спазме или атонии капилляров ногтевого ложа, снижении артериального притока крови к кисти. Могут быть кардиопгии. Обязательным является повышение порогов вибрационной, болевой, температурной, реже тактильной чувствительности. Нарушение чувствительности имеет полиневритический характер. По мере нарастания заболевания выявляется сегментарная гипалгезия, гипагезия на ногах. Отмечается болезненность мышц конечностей, уплотнение или дряблость отдельных участков.

На рентгенограммах кистей часто выявляются кистевидные просветления, мелкие островки уплотнения или остеопороз. При длительном (15—25 лет) воздействии общей вибрации часто выявляются дегенеративно-дистрофические изменения поясничного Отдела позвоночника, осложненные формы поясничного остеохондроза.

Характеристика основных синдромов вибрационной болезни. Периферический ангиодистонический синдром (I степень); жалобы на боль и парестезии в руках, зябкость пальцев. Нерезко выраженные гипотермия, цианоз и гипергидроз кистей, спазмы и атония капилляров ногтевого ложа, умеренное повышение порогов вибрационной и болевой чувствительности, снижение кожной температуры кистей, замедленное восстановление ее после холодной пробы.

Периферический ангиоспастический синдром (синдром Рейно) является патогномоничным для воздействия вибрации. Беспокоят приступы побеления пальцев, парестезии. По мере нарастания

заболевания повеление распространяется на пальцы обеих рук. Клиническая картина вне приступов побеления пальцев близка кангиодистоническому синдрому.

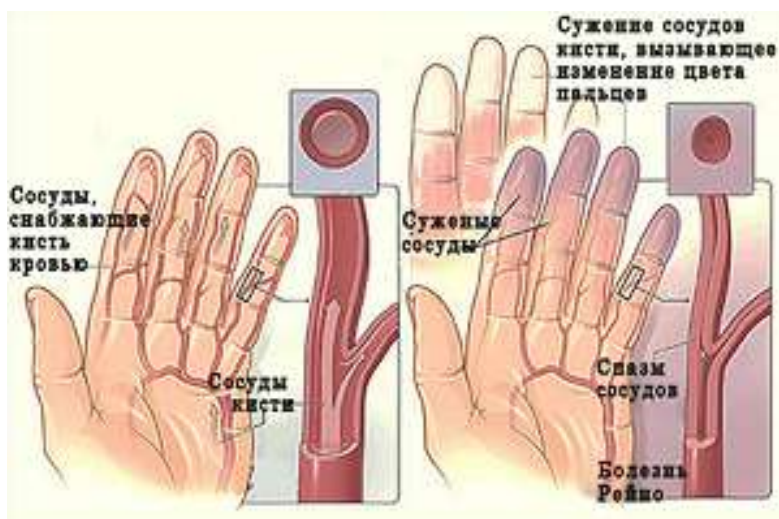


Рис. 7.1. Сосудистые нарушения

Между ответными реакциями организма и уровнем воздействующей вибрации нет линейной зависимости. Причину этого явления видят в резонансном эффекте. При повышении частот колебаний более 0.7 Гц возможны резонансные колебания в органах человека. Резонанс человеческого тела, отдельных его органов наступает под действием внешних сил при совпадении собственных частот колебаний внутренних органов с частотами внешних сил. Область резонанса для головы в положении сидя при вертикальных вибрациях располагается в зоне между 20–30 Гц, при горизонтальных – 1.5–2 Гц.

Особое значение резонанс приобретает по отношению к органу зрения. Расстройство зрительных восприятий проявляется в частотном диапазоне между 60 и 90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок. Для органов, расположенных в грудной клетке и брюшной полости, резонансными являются частоты 3–3.5 Гц. Для всего тела в положении сидя резонанс наступает на частотах 4–6 Гц.

Рассматривая нарушения состояния здоровья при вибрационном воздействии, следует отметить, что частота заболеваний определяется величиной дозы, а особенности клинических проявлений формируются под влиянием спектра вибраций. Выделяют три вида вибрационной

патологии от воздействия общей, локальной и толчкообразной вибраций.

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Вибрация является специфическим раздражителем для вестибулярного анализатора, причем линейные ускорения – для отолитового аппарата, расположенного в мешочках преддверия, а угловые ускорения – для полукружных каналов внутреннего уха.

У рабочих вибрационных профессий отмечены головокружения, расстройство координации движений, симптомы укачивания, вестибуловегетативная неустойчивость. Нарушение зрительной функции проявляется сужением и выпадением отдельных участков полей зрения, снижением остроты зрения, иногда до 40%, субъективно – потемнением в глазах. Под влиянием общих вибраций отмечается снижение болевой, тактильной и вибрационной чувствительности. Особенно опасна толчкообразная вибрация, вызывающая микротравмы различных тканей с последующими реактивными изменениями. Общая низкочастотная вибрация оказывает влияние на обменные процессы, проявляющиеся изменением углеводного, белкового, ферментного, витаминного и холестерина обмена, биохимических показателей крови.

Вибрационная болезнь от воздействия общей вибрации и толчков регистрируется у водителей транспорта и операторов транспортно-технологических машин и агрегатов, на заводах железобетонных изделий. Для водителей машин, трактористов, бульдозеристов, машинистов экскаваторов, подвергающихся воздействию низкочастотной и толчкообразной вибраций, характерны изменения в пояснично-крестцовом отделе позвоночника. Рабочие часто жалуются на боли в пояснице, конечностях, в области желудка, на отсутствие аппетита, бессонницу, раздражительность, быструю утомляемость. В целом картина воздействия общей низко- и среднечастотной вибраций выражается общими вегетативными расстройствами с периферическими нарушениями, преимущественно в конечностях, снижением сосудистого тонуса и чувствительности.

Бич современного производства, особенно машиностроения, – локальная вибрация. Локальной вибрации подвергаются главным образом люди, работающие с ручным механизированным инструментом. Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывают снижение кожной чувствительности, отложение солей

в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов. Колебания низких частот вызывают резкое снижение тонуса капилляров, а высоких частот – спазм сосудов.

Сроки развития периферических расстройств зависят не столько от уровня, сколько от дозы (эквивалентного уровня) вибрации в течение рабочей смены. Преимущественное значение имеет время непрерывного контакта с вибрацией и суммарное время воздействия вибрации за смену. У формовщиков, бурильщиков, заточников, рихтовщиков при среднечастотном спектре вибраций заболевание развивается через 8–10 лет работы. Обслуживание инструмента ударного действия (клепка, обрубка), генерирующим вибрацию среднечастотного диапазона (30 – 125 Гц), приводит к развитию сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений через 12 – 15 лет. При локальном воздействии низкочастотной вибрации, особенно при значительном физическом напряжении, рабочие жалуются на ноющие, ломящие, тянущие боли в верхних конечностях, часто по ночам. Одним из постоянных симптомов локального и общего воздействия является расстройство чувствительности. Наиболее резко страдает вибрационная, болевая и температурная чувствительность.

К факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибрации на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, неблагоприятные микроклиматические условия, особенно пониженная температура, шум высокой интенсивности, психоэмоциональный стресс. Охлаждение и смачивание рук значительно повышает риск развития вибрационной болезни за счет усиления сосудистых реакций. При совместном действии шума и вибрации наблюдается взаимное усиление эффекта в результате его суммации.

Длительное систематическое воздействие вибрации приводит к развитию вибрационной болезни, которая включена в список профессиональных заболеваний. Эта болезнь диагностируется, как правило, у работающих на производстве. В условиях населенных мест вибрационная болезнь не регистрируется, несмотря на наличие многих источников вибрации (наземный и подземный транспорт, промышленные источники и др.). Лица, подвергающиеся воздействию вибрации окружающей среды, чаще болеют сердечнососудистыми и нервными заболеваниями и обычно предъявляют много жалоб общесоматического характера.



## Основные параметры вибрации и приборы для их измерения

Основными параметрами вибрации приведены в табл. 7.1.

Табл. 7.1. Основные параметры вибрации

Параметр	Обозначение	Единица измерения
амплитуда колебаний	$x_m$	м
амплитуда колебательной скорости (виброскорость)	$V_m$	м/с
амплитуда колебательного ускорения (виброускорения)	$a_m$	м/с <sup>2</sup>
период колебаний	$T$	с
частота колебаний	$f$	Гц

В силу специфических свойств органов чувств определяющим при оценке воздействия вибрации являются действующие значения вышеперечисленных параметров. Так действующее значение виброскорости — среднеквадратическое мгновенных значений скорости  $V(t)$  за время усреднения  $t_y$ , которое выбирают с учетом характера изменения виброскорости во времени:

$$V = \sqrt{\frac{\int_0^{t_y} V^2 dt}{t_y}} \quad (0.7)$$

В практике виброакустических исследований весь диапазон частот вибраций разбивают на октавные диапазоны. В октавном диапазоне верхняя граничная частота вдвое больше нижней:

$$\frac{f_2}{f_1} = 2 \quad (0.8)$$

Анализ и построение спектров параметров вибрации могут производиться также в третьоктавных полосах частот:

$$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt[3]{2} \quad (0.9)$$

Поскольку абсолютные значения параметров, характеризующих вибрацию, изменяются в очень широких пределах, в практике используют понятие логарифмического уровня колебаний.

Бел (Б) — безразмерная единица измерения отношения двух физических величин по логарифмической шкале. Согласно ГОСТ 8.417-2002 бел определяется как десятичный логарифм

безразмерного отношения физической величины к одноименной физической величине, принимаемой за исходную.

В виброакустике в качестве исходного используются опорные значения параметров, принятые за начало отсчета. Как правило, уровни виброакустических величин измеряются уровни в дБ (1 децибел = 10 бел). Например, уровень виброскорости будет определяться по формуле:

$$L = \lg\left(\frac{V^2}{V_0^2}\right) = \lg\left(\frac{V}{V_0}\right) \quad (0.10)$$

где  $V$  – усредненное значение виброскорости в соответствующей полосе частот;  $V_0$  – опорное значение виброскорости, равное  $5 \times 10^{-8}$  м/с, международная стандартная величина.

Уровень виброускорения определяется выражением:

$$L_a = 20 \lg\left(\frac{a}{a_0}\right) \quad (0.11)$$

где  $a_0$  – опорное значение виброускорения, равное  $1 \times 10^{-6}$  м/с<sup>2</sup>.

Для измерения вибрации, как правило, применяют приборы, принцип работы которых основан на преобразовании кинематических параметров вибрации в электрические. В настоящее время наибольшее распространение получили емкостные, оптические, индукционные и пьезоэлектрические первичные измерительные преобразователи (датчики). Приборы для измерения параметров вибрации называются виброметрами. На рис. 7.2 представлены современные отечественные и зарубежные виброметры известных производителей.



Рис. 7.2 — Современные отечественные и зарубежные виброметры

## Нормирование вибраций

Вибрации, воздействующие на человека, можно классифицировать по ряду признаков:

1. По способу передачи вибрации на человеческий организм: *общая, локальная*.

2. По характеру спектра:

*узкополосные* вибрации, у которых контролируемые параметры в одной третьоктавной полосе частот более чем на 15 дБ превышает значения в соседних третьоктавных полосах;

*широкополосные* вибрации – с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

3. По частотному составу:

*низкочастотные* вибрации – с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1–4 Гц для общих вибраций, 8–16 Гц для локальных вибраций;

*среднечастотные* вибрации – с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 8–16 Гц для общих вибраций, 31.5–63 Гц для локальных вибраций;

*высокочастотные* вибрации – с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 31.5–63 Гц для общих вибраций, 125–1000 Гц для локальных вибраций.

4. По временным характеристикам:

*постоянные* вибрации, для которых величина нормируемых параметров изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения;

*непостоянные* вибрации, для которых величина нормируемых параметров изменяется не менее чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения не менее 10 минут при измерении с постоянной времени 1 с, в том числе:

а) колеблющиеся во времени вибрации, для которых величина нормируемых параметров непрерывно изменяется во времени;

б) прерывистые вибрации, когда контакт человека с вибрацией прерывается, причем длительность интервалов, в течение которых имеет место контакт, составляет более 1 с;

с) импульсные вибрации, состоящие из одного или нескольких вибрационных воздействий (например, ударов), каждый длительностью менее 1 с.

5. По направлению действия вибрацию подразделяют в соответствии с направлением осей ортогональной системы координат.

Направление координатных осей при действии вибрации представлено на рис. 7.3–7.5.

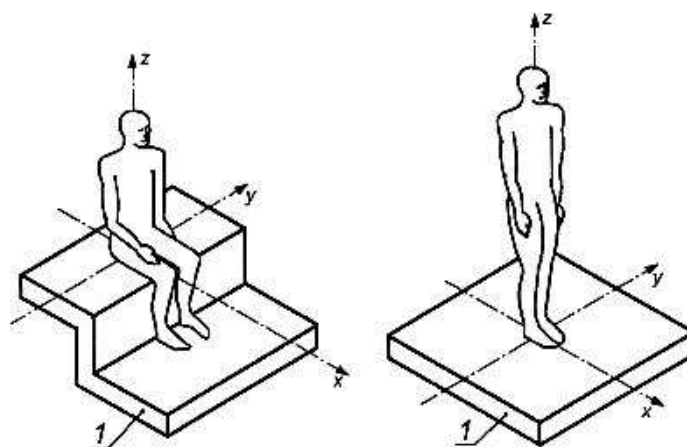


Рис. 7.3 — Направления осей базицентральной системы координат

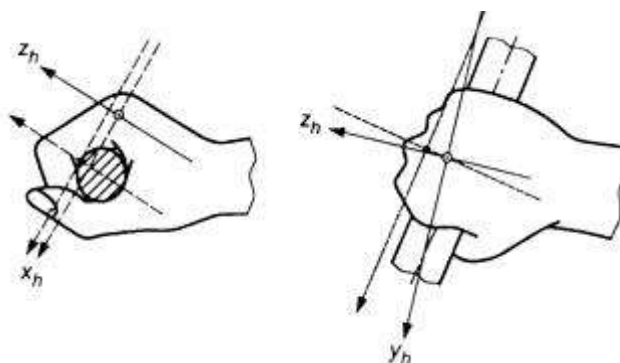


Рис. 7.4 — Направления осей системы координат при положении «сжатая ладонь» (кисть обхватывает цилиндрическую рукоятку)

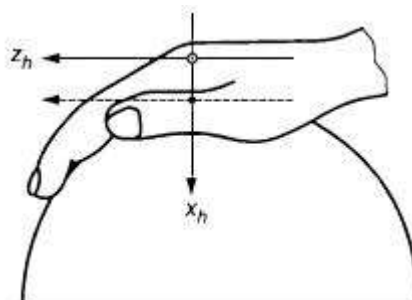


Рис. 7.5 — Направления осей системы координат при положении «прямая ладонь» (кисть нажимает на сферическую поверхность)

Корректированное по частоте значение контролируемого параметра  $U$  или его логарифмический уровень  $L_u$  определяются по формулам:

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^N (U_i K_i)^2} \quad (0.12)$$

$$L_v = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^N 10^{\frac{(L_{u_i} + L_{k_i})}{10}} \right) \quad (0.13)$$

где  $V_i$  и  $L_{ui}$  – среднее квадратическое значение контролируемого параметра вибрации (виброскорости или виброускорения) и его логарифмический уровень в  $i$ -й полосе;  $N$  – число частотных полос в нормируемом диапазоне;  $K_j$  и  $L_{Kj}$  – весовые коэффициенты для  $i$ -й частотной полосы для среднего квадратического значения контролируемого параметра или его логарифмического уровня.

Различают **санитарно-гигиеническое** и **техническое** нормирование. В первом случае производят ограничение параметров вибрации рабочих мест и поверхности контакта с конечностями работающих, исходя из физиологических требований, и снижающих возможность возникновения вибрационной болезни.

Во втором случае осуществляют ограничение параметров вибрации с учетом не только указанных требований, но и технически достижимого на сегодняшний день для данного вида машин уровня вибрации.

Санитарно-гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием, ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования», СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Документы устанавливают: классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, режимы труда лиц виброопасных профессий, подвергающихся воздействию локальной вибрации, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

Вибрационная нагрузка на оператора нормируется для каждого направления действия вибрации. Критерий «безопасность» означает ненарушение здоровья оператора, оцениваемого по объективным показателям с учетом риска возникновения предусмотренных медицинской классификацией профессиональной болезни и патологий,

а также исключая возможность возникновения травмоопасных или аварийных ситуаций из-за воздействия вибрации. Критерий «граница снижения производительности труда» означает поддержание нормативной производительности труда оператора, не снижающейся из-за развития усталости под воздействием вибрации. Критерий «комфорт» означает создание условий труда, обеспечивающих оператору ощущение комфортности при полном отсутствии мешающего действия вибрации.

Для общей вибрации нормы вибрационной нагрузки на оператора установлены для категорий вибрации и соответствующих им критериям по табл. 7.2.

Табл. 7.2. Категории вибрации и соответствующие им критерии

Категория	Характеристика условий труда	Пример источников вибрации
1 безопасность	Транспортная вибрация, воздействующая на операторов подвижных самоходных и прицепных машин и транспортных средств при их движении по местности, агрофонам и дорогам, в том числе при их строительстве	Тракторы, сельскохозяйственные и промышленные, машины для обработки почвы, уборки и посева сельскохозяйственных культур; автомобили, строительно-дорожные машины, в том числе бульдозеры, скреперы, грейдеры, катки, снегоочистители и т.п.; самоходный горно-шахтный транспорт.
2 граница снижения производительности труда	Транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на операторов машин с ограниченной подвижностью, перемещающихся только по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок и горных выработок	Экскаваторы, краны промышленные и строительные, машины для загрузки мартеновских печей; горные комбайны; шахтные погрузочные машины; самоходные бурильные каретки; путевые машины бетоноукладчики; напольный производственный транспорт

3 тип «а» граница снижения производительности труда	Технологическая вибрация, воздействующая на операторов стационарных машин и оборудования или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации	Станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечнопрессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, насосные агрегаты, вентиляторы, буровые станки, оборудование промышленности строительных материалов (кроме бетоноукладчиков), установки химической и нефтехимической промышленности, стационарное оборудование сельскохозяйственного производства
3 тип «в» комфорт	Вибрация на рабочих местах работников умственного труда и персонала, не занимающегося физическим трудом	Диспетчерские, заводоуправления, конструкторские бюро лаборатории, учебные помещения, вычислительные центры, конторские помещения, здравпункты и т.д.

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

Табл. 7.3. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Общая вибрация, категория 1

<i>f</i> , Гц	Нормативные значения виброускорения							
	м/с <sup>2</sup>				дБ			
	в 1/3 окт.		в 1/1 окт.		в 1/3 окт.		в 1/1 окт.	
	Z	X,Y	Z	X,Y	Z	X,Y	Z	X,Y
0,8	14,12	4,45			129	119		
1,0	10,03	3,57	20,0	6,3	126	117	132	122
1,25	7,13	2,85			123	115		
1,6	4,97	2,29			120	113		
2,0	3,58	1,78	7,1	3,5	117	111	123	117
2,5	2,95	1,78			114	111		
3,15	1,78	1,78			111	111		
4,0	1,25	1,78	2,5	3,2	108	111	114	116
5,0	1,00	1,78			106	111		
6,3	0,80	1,78			104	111		
8,0	0,64	1,78	1,3	3,2	102	111	108	116
10,0	0,64	1,78			102	111		
12,5	0,64	1,78			102	111		
16,0	0,64	1,78	1,2	3,2	102	111	107	116
20,0	0,64	1,78			102	111		
25,0	0,64	1,78			102	111		
31,5	0,64	1,78	1,1	3,2	102	111	107	116
40,0	0,64	1,78			102	111		
50,0	0,64	1,78			102	111		
63,0	0,64	1,78	1,1	3,2	102	111	107	116
80,0	0,64	1,78			102	111		



Табл. 7.4. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Общая вибрация, категория 2

<i>f</i> , Гц	Нормативные значения виброускорения							
	м/с <sup>2</sup>				дБ			
	в 1/3 окт.		в 1/1 окт.		в 1/3 окт.		в 1/1 окт.	
	Z	X,Y	Z	X,Y	Z	X,Y	Z	X,Y
0,8	0,71	0,224			117	107		
1,0	0,63	0,224	1,10	0,39	116	107	121	112
1,25	0,56	0,224			115	107		
1,6	0,50	0,224			114	107		
2,0	0,45	0,224	0,79	0,42	113	107	118	113
2,5	0,40	0,280			112	109		
3,15	0,355	0,365			111	111		
4,0	0,315	0,450	0,57	0,8	110	113	115	118
5,0	0,315	0,56			110	115		
6,3	0,315	0,710			110	117		
8,0	0,315	0,900	0,6	1,62	110	119	116	124
10,0	0,40	1,12			112	121		
12,5	0,50	1,40			114	123		
16,0	0,63	1,80	1,13	3,2	116	125	121	130
20,0	0,80	2,24			118	127		
25,0	1,0	2,80			120	129		
31,5	1,25	3,55	2,25	6,4	122	131	127	136
40,0	1,60	4,50			124	133		
50,0	2,00	5,60			126	135		
63,0	2,50	7,10	4,5	12,8	128	137	133	142
80,0	3,15	9,00			130	139		

Табл. 7.5. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Общая вибрация, категория 3, тип «а»

f, Гц	Нормативные значения виброускорения							
	м/с <sup>2</sup>				дБ			
	в 1/3 окт.		в 1/1 окт.		в 1/3 окт.		в 1/1 окт.	
	Z	X,Y	Z	X,Y	Z	X,Y	Z	X,Y
1,6	0,09		99		0,9		105	
2,0	0,08	0,14	98	103	0,64	1,3	102	108
2,5	0,071		97		0,46		99	
3,15	0,063		96		0,32		96	
4,0	0,056	0,1	95	100	0,23	0,45	93	99
5,0	0,056		95		0,18		91	
6,3	0,056		95		0,14		89	
8,0	0,056	0,11	95	101	0,12	0,22	87	93
10,0	0,071		97		0,12		87	
12,5	0,09		99		0,12		87	
16,0	0,112	0,20	101	106	0,12	0,20	87	92
20,0	0,140		103		0,12		87	
25,0	0,18		105		0,12		87	
31,5	0,22	0,40	107	112	0,12	0,20	87	92
40,0	0,285		109		0,12		87	
50,0	0,355		111		0,12		87	
63,0	0,445	0,80	113	118	0,12	0,20	87	92
80,0	0,56		115		0,12		87	

Табл. 7.6. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Общая вибрация, категория 3, тип «в»

f, Гц	Нормативные значения виброускорения							
	м/с <sup>2</sup>				дБ			
	в 1/3 окт.		в 1/1 окт.		в 1/3 окт.		в 1/1 окт.	
	Z	X,Y	Z	X,Y	Z	X,Y	Z	X,Y
1,6	0,0125		82		0,13		88	
2,0	0,0112	0,02	81	86	0,09	0,018	85	91
2,5	0,01		80		0,063		82	
3,15	0,009		79		0,045		79	
4,0	0,008	0,014	78	83	0,032	0,063	76	82
5,0	0,008		78		0,025		74	
6,3	0,008		78		0,02		72	
8,0	0,008	0,014	78	83	0,016	0,032	70	75
10,0	0,01		80		0,016		70	
12,5	0,0125		82		0,016		70	
16,0	0,016	0,028	84	89	0,016	0,028	70	75
20,0	0,02		86		0,016		70	
25,0	0,025		88		0,016		70	
31,5	0,032	0,056	90	95	0,016	0,028	70	75
40,0	0,04		92		0,016		70	
50,0	0,05		94		0,016		70	
63,0	0,063	0,112	96	101	0,016	0,028	70	75
80,0	0,08		98		0,016		70	

Табл. 7.7. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Локальная вибрация

f, Гц	Нормативные значения в направлениях			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	10 <sup>-2</sup> м/с	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,7	129	1,4	109
63	5,4	135	1,4	109
125	10,7	141	1,4	109
250	21,3	147	1,4	109
500	42,5	153	1,4	109
1000	85,0	159	1,4	109

## Методы снижения вибраций и средства защиты

Методы борьбы с вибрацией базируются на анализе уравнений, описывающих колебания машин и агрегатов в производственных условиях. Эти уравнения сложны, т.к. любой вид технологического оборудования (так же как и его отдельные конструктивные элементы) является системой со многими степенями подвижности и обладает рядом резонансных частот.

Для простоты анализа будем считать, что на систему воздействует переменная возмущающая сила, изменяющаяся по синусоидальному закону. Тогда уравнение колебаний этой системы будет иметь вид:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + \mu \frac{dx}{dt} + qx = F_m e^{j\omega t} \quad (0.14)$$

где  $m$  – масса системы;  $q$  – коэффициент жесткости системы;  $x$  – текущее значение вибро смещения;  $\frac{dx}{dt}$  – текущее значение виброскорости;  $\frac{d^2 x}{dt^2}$  – текущее значение виброускорения;  $F_m$  – амплитуда вынуждающей силы;  $\omega$  – угловая частота вынуждающей силы.

Общее решение этого уравнения содержит два слагаемых: первый член соответствует свободным колебаниям системы, которые в данном случае являются затухающим из-за наличия в системе трения; второй – соответствует вынужденным колебаниям.

Выразив вибро смещение в комплексном виде

$$x = x_m e^{j\omega t} \quad (0.15)$$

и подставив соответствующие значения и в формулу (0.14) найдем выражения для соотношения между амплитудами виброскорости и вынуждающей силы:

$$|V_m| = \frac{F_m}{\sqrt{\mu^2 + \left(m\omega - \frac{q}{\omega}\right)^2}}. \quad (0.16)$$

Знаменатель выражения (2) характеризует сопротивление, которое оказывает система вынуждающей переменной силе, и называется полным механическим импедансом колебательной системы. Величина  $\mu$  составляет активную, а величина  $\left(m\omega - \frac{q}{\omega}\right)$  – реактивную часть этого сопротивления.

Реактивное сопротивление равно нулю при резонансе, которому соответствует частота

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{q}{m}}. \quad (0.17)$$

При этом система оказывает сопротивление вынуждающей силе только за счет активных потерь в системе. Амплитуда колебаний в таком режиме резко увеличивается.

Таким образом, из анализа решения уравнения (0.14) вынужденных колебаний системы с одной степенью свободы следует, что основными методами борьбы с вибрацией машин и оборудования являются:

- 1) снижение вибраций воздействием на источник возбуждения (посредством снижения амплитуды вынуждающих сил  $F_m$ );
- 2) отстройка от режима резонанса путем рационального выбора массы или жесткости колеблющейся системы (изменение  $m$  или  $q$ );
- 3) вибродемпфирование – увеличение механического импеданса колеблющихся конструктивных элементов путем увеличения диссипативных сил при колебаниях с частотами, близкими к резонансным;
- 4) динамическое виброгашение – присоединение к защищаемому объекту систем, реакции которых уменьшают размах вибраций объекта в точках присоединения систем;
- 5) вибропоглощение – снижение вибрации путем усиления в конструкции процессов внутреннего трения, рассеивающих виброэнергию в результате необратимого преобразования ее в теплоту;
- 6) виброизоляция – установка между источником вибрации и объектом защиты упругодемпфирующего устройства – виброизолятора – с малым коэффициентом передачи.

Для обеспечения вибрационной безопасности труда разработан комплекс мероприятий и средств защиты. Основными составляющими этого комплекса являются технические методы и средства борьбы с вибрацией в источнике ее возникновения и на путях ее распространения к рабочему месту (или в точке контакта с человеком-оператором), а также организационные мероприятия. Технические методы и средства борьбы с вибрацией главным образом направлены на изменение ее интенсивности, воздействующей на человека-оператора. Критерием эффективности служит степень достижения нормативов вибрации.

По организационному признаку методы виброзащиты подразделяются на *коллективную* и *индивидуальную* виброзащиту.

По отношению к источнику возбуждения вибрации методы коллективной защиты подразделяются на методы, снижающие параметры вибрации воздействием на источник возбуждения или воздействием на них на путях распространения вибрации от источника возбуждения.

По виду реализации методы, снижающие передачу вибрации при контакте оператора с вибрирующим объектом, предусматривают:

- использование дополнительных устройств, встраиваемых в конструкцию машины и в строительные конструкции (виброизоляция, динамическое виброгашение);
- изменение конструктивных элементов машин и строительных конструкций;
- использование демпфирующих покрытий;
- антифазную синхронизацию двух или нескольких источников возбуждения вибраций.

Классификация средств защиты от вибрации подробно изложены в ГОСТ 12.1.012-90. «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.046-78. «ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация».

На рис. 7.6 представлены широко применяемые средства индивидуальной защиты от вибрации.



Рис. 7.6 — Средства индивидуальной защиты от вибрации

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

### **Измерение параметров вибрации**

Для измерения параметров вибрации на объекте в направлении оси Z устанавливается металлическая пластина с вибропреобразователем (датчиком). Затем включается генератор вибраций. Измерение проводят в трех случаях для низкочастотной, среднечастотной и высокочастотной вибрации. Частота вибрации выбирается в соответствии с табл. 7.8:

Табл. 7.8. Соответствие амплитуды и частоты возмущающего воздействия

Вид вибрации	Диапазон частот, Гц	Амплитуда
Низкочастотная	1–16	1–3
Среднечастотная	16–63	2–4
Высокочастотная	63–1000	3–5

Амплитуда выбирается исходя из следующих соображений: она не должна быть настолько малой, чтобы прибор не смог её зафиксировать, и не должна быть слишком большой, чтобы создавать шум, отвлекающий других участников учебного процесса.

Измерение параметров вибрации производится в соответствии с указаниями в методической части лабораторной работы. Во время измерения параметров вибрации необходимо, соблюдая осторожность, прикоснуться кончиками пальцев рук к вибродатчику и дать качественную оценку воздействия вибрации на организм человека (сильное, среднее или слабое). Результаты измерения и качественной оценки заносятся в табл. 7.9.

Табл. 7.9 — Результаты измерения параметров вибрации

Характеристика вибрации (указать частоту)	Параметр*	Измеренная величина, ед.изм.	Нормативное значение**, ед.изм.	Качеств. оценка
Низкочастотная ( ___ Гц)	Перемещение			
	Скорость			
	Ускорение			
Среднечастотная ( ___ Гц)	Перемещение			
	Скорость			
	Ускорение			
Высокочастотная ( ___ Гц)	Перемещение			
	Скорость			
	Ускорение			

\* При определении параметров вибрации с использованием прибора ВИСТ-2.4 виброускорение не измеряется.

\*\* Нормативные значения параметров вибрации определяются по табл. 7.3–7.7 исходя из табл. 7.2. (категории вибрации и соответствующие им критерии)

### Оценка эффективности средств виброзащиты

Для оценки эффективности средств виброзащиты на вибростоле в направлении оси Z устанавливается металлическая пластина с

вибропреобразователем (датчиком). Затем включается генератор вибраций. Измерение виброскорости проводят на частотах из четырех октавных полос (31, 63, 125 и 250 Гц).

Для каждой частоты амплитуда колебаний выбирается исходя из следующих соображений: она не должна быть настолько малой, чтобы прибор не смог её зафиксировать, и не должна быть слишком большой, чтобы создавать шум, отвлекающий других участников учебного процесса.

Измерения проводят следующим образом: на генераторе колебаний устанавливают требуемые значения частоты и амплитуды и измеряют виброскорость на вибростоле. **Не меняя амплитуды и частоты** генератор выключают, а вибродатчик устанавливают на средстве защиты и далее всю собранную конструкцию устанавливают на вибростол. Включают генератор и измеряют виброскорость в случае применения средства виброзащиты.

Аналогично проводят измерения на другой частоте. Результаты измерения записывают в табл. 7.10.

Табл. 7.10. Результаты измерений параметров вибрации при использовании средств виброзащиты

Ось	Параметр	Ед. изм.	31 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц
Z	$V$					
	$V_3$					
Y	$V$					
	$V_3$					
X	$V$					
	$V_3$					

Расчет эффективности виброзащитных модулей производится по формуле:

$$\eta_i = \frac{V_i - V_{i,3}}{V_i}, \quad (0.18)$$

где  $V_i$  – виброускорение, измеренное для  $i$ -й частоты, до применения виброзащиты,  $V_{i,3}$  – виброускорение, измеренное для той же октавной полосы при использовании виброзащитного модуля. Результаты расчетов для всех исследуемых виброзащитных модулей заносятся в табл. 7.11.



Табл. 7.11. Пример таблицы результатов расчета эффективности средств виброзащиты

Ось	Параметр	Ед. изм.	Частота			
			31 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц
Z	η					
X						
Y						

Далее строится диаграмма эффективности средств виброзащиты для различных частот октавных полос в заданном направлении действия вибрации (см. рис. 7.7).

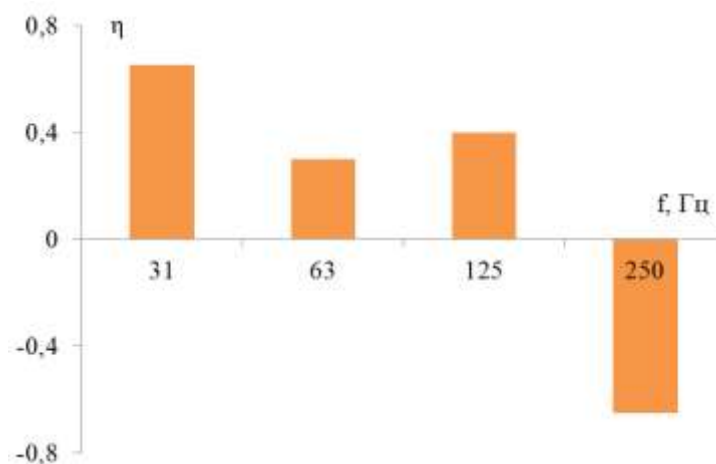


Рис. 7.7. Пример диаграммы эффективности средств защиты от вибрации в направлении оси X

На основе построенных диаграмм делается вывод об эффективности виброзащитного модуля, и анализируется зависимость эффективности от частоты.

## МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### *Лабораторная установка*

Лабораторная установка включает в себя следующий перечень устройств: вибростенд, измеритель параметров вибрации (вибромметр), генератор вибраций и набор средств виброзащиты. Вибростенд (рис.7.8) состоит из массивной неподвижной станины, создающей постоянное магнитное поле и вибростола, жестко соединенного с электромагнитной катушкой.

### ***Средства виброзащиты***

В качестве виброизоляторов применяются витые и плоские пружины различной жесткости (см. рис. 7.11). В качестве виброизолирующей прокладки используется пенополиуретан.

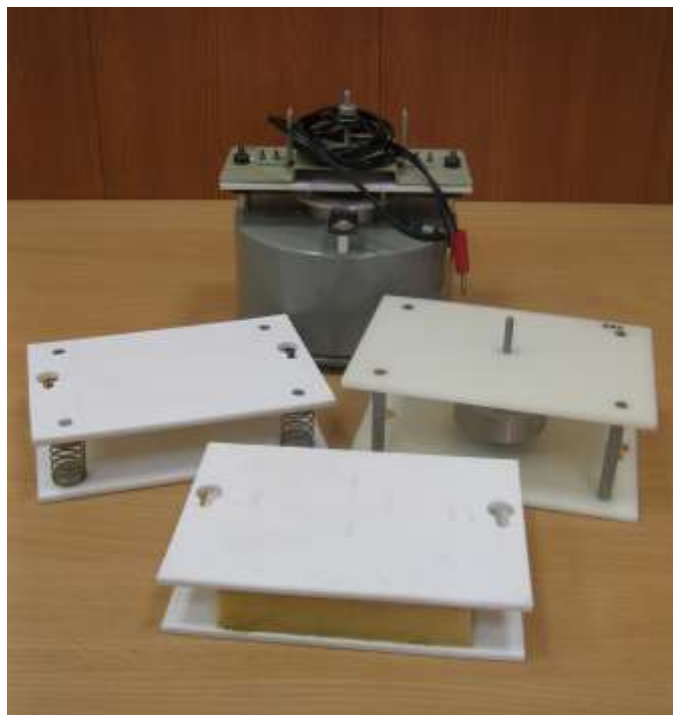


Рис. 7.11. Средства виброзащиты



Рис. 7.8. Внешний вид вибростенда

### **Генератор низкочастотных сигналов**

Обмотка катушки подключается к электрическому генератору вибраций, изображенному на рис. 7.9 или 7.10.



Рис. 7.9. Генератор вибраций ФГ-100



Рис. 7.10. Функциональный генератор электрических сигналов «ОСТ»

На лицевых панелях генераторов расположены кнопки выбора диапазона частот, ручки плавного регулирования частоты, ручки плавного регулирования амплитуды, а также гнезда для подключения нагрузки.

При смене виброизолирующих модулей на вибростоле вибростенда, перестановке вибропреобразователя на другую ось или изменении положения вибростенда относительно основания генератор рекомендуется отключать.

Объект виброизоляции представляет собой устройство, которое обеспечивает установку пластины с вибропреобразователем на трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Также возможно изменение массы объекта за счет установки на нем дополнительных металлических пластин.

### ***Измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2***

При измерении параметров вибрации с помощью комбинированного прибора – измерителя шума и вибрации ВШВ-003-М2 используется принцип преобразования механических колебаний исследуемых объектов в пропорциональный им электрический сигнал, который усиливаются и преобразуются. Внешний вид прибора представлен на рис. 7.12.



Рис. 7.12. Измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2

На его лицевую панель выведены следующие органы управления, регулирования и индикации:

Табл. 7.13. Органы управления измерителя шума и вибрации.

Переключатель	Обоз.	Пояснение
РОД РАБОТЫ	⊖	Выключение измерителя
	⎓	Контроль состояния батарей
	▷	Режим калибровки
	F	Быстрый режим измерения
	S	Режим измерения с постоянной времени 1 с (медленно)
	10S	Режим измерения с постоянной времени 10 с (очень медленно)
ДЛТ1,dB ДЛТ2,dB	10...80 10...50	Выбор предела измерения
LED индикаторы		Индикация предела измерения
ПРГ		Индикация перегрузки измерителя
a / V		Выбор режима измерения (виброскорость, виброускорение)
ФЛТ ОКТ	1...63 0.125...8	Частота (при частотном анализе в октавных полосах)
kHz / Hz		Множитель значения частоты (при частотном анализе в октавных полосах)
ФЛТ,Hz	A	Включение корректирующих фильтров
	B	
	C	
	ЛИН	ФНЧ, ограничивающий частотный диапазон 20 кГц при измерении уровня звукового давления
	ОКТ	Режим частотного анализа в октавных полосах
	1 10	ФНЧ ограничивающий частотный диапазон при измерении параметров вибрации

СВ / ДИФ		Измерение в диффузном поле (при малых помещениях с большим числом отражающих поверхностей)
10kHz / 4kHz		ФНЧ ограничивающий частотный диапазон при измерении параметров вибрации

Измерение виброускорения осуществляется в следующей последовательности: вибропреобразователь с металлической пластиной закрепляется на одной из осей объекта виброизоляции, а объект виброизоляции – на вибростоле (см. рис. 7.13).



Рис. 7.13. Вибропреобразователь на металлической пластине с проводом и эквивалентом микрофонного капсуля.

Гнезда генератора соединяются с гнездами на вибростенде. На генераторе устанавливается одна из среднегеометрических октавных частот. Затем к работе подготавливается измеритель:

1. Переключатели измерителя устанавливаются в положения: ДЛТ1, dВ –80, ДЛТ2, dВ – 50.
2. Переключатель ФЛТ, Нз устанавливается в положение ОКТ.
3. Нажимается кнопка 10kHz / 4kHz
4. Переключатель РОД РАБОТЫ устанавливается в положение F (при значительных колебаниях стрелки измерителя – в положение S или 10S)
5. На измерителе переключателем ФЛТ, ОКТ и кнопкой множителя частоты устанавливается та же частота, что и на генераторе.

Измерение виброускорения проводят руководствуясь следующим: если при измерении стрелка измерителя находится в начале шкалы, то следует вывести ее правее цифры 0,3 по верхней шкале или цифры 1 по средней шкале; вывод стрелки в требуемый сектор шкалы осуществляется с помощью переключателей ДЛТ, dВ путем

последовательного уменьшения их значений, сначала левого до предела, только после этого – правого.

При уменьшении их значений загораются разные светодиоды, фиксирующие масштаб измерений шкалы прибора и собственно шкалу, по которой следует снимать показания (например, к моменту выхода стрелки прибора в диапазон шкалы, допустимый для измерений, загорелся светодиод под числом 0,03, по шкале виброускорений; это означает, что отсчет показаний прибора следует производить по средней шкале, имея диапазон измерений этой шкалы от 0 до 0,03; если же светодиод загорелся под числом 100, то отсчет показаний следует производить по верхней шкале с диапазоном измерений от 0 до 100).

Для измерения параметров вибрации в условиях виброзащиты необходимо снять объект виброизоляции с вибростола, закрепить его на одном из виброзащитных модулей, затем модуль устанавливается на вибростоле, объект виброизоляции соединяется с вибропреобразователем.

Следует иметь в виду, что при использовании вибропреобразователя ДН-4-М1 все показания измерительного прибора необходимо увеличивать в 10 раз. Измерение виброскорости производится аналогично измерению виброускорения при нажатой кнопке «а, V» и с использованием шкалы  $\text{mmS}^{-1}$ .

#### ***Измеритель шума и вибрации ВИСТ-2.4***

Определение параметров вибрации (виброскорости и виброамплитуды) может осуществляться с помощью прибора ВИСТ-2.4, в котором используется принцип преобразования механических колебаний исследуемых объектов в пропорциональный им электрический сигнал, который усиливается и преобразуется. Внешний вид прибора представлен на рис. 7.14.



Рис. 7.14. Измеритель шума и вибрации ВИСТ-2.4 с вибродатчиком, закрепленном на алюминиевой пластине

Измерение виброускорения осуществляется в следующей последовательности: вибропреобразователь с пластиной закрепляется на одной из осей объекта виброизоляции, а объект виброизоляции – на вибростоле. Гнезда генератора соединяются с гнездами на вибростенде. На генераторе устанавливается одна из среднегеометрических октавных частот. Затем к работе подготавливается прибор:

1. Нажимается кнопка включения, при недостаточной контрастности изображения включается подсветка экрана.

2. Для измерения виброскорости нажимается кнопка «F» и во второй строчке выбирается параметр  $V_{скз}$ . Для измерения виброамплитуды — выбирается параметр  $Самп$  (см. рис. 7.15).

3. При выбранных настройках нажимается кнопка «M» и прибор готов к измерению выбранного параметра (виброскорости или виброамплитуды).

4. В приборе ВИСТ-2.4 не предусмотрена возможность измерения виброускорения.

На рис. 7.15 изображен алгоритм необходимых действий при измерении виброскорости или виброамплитуды.



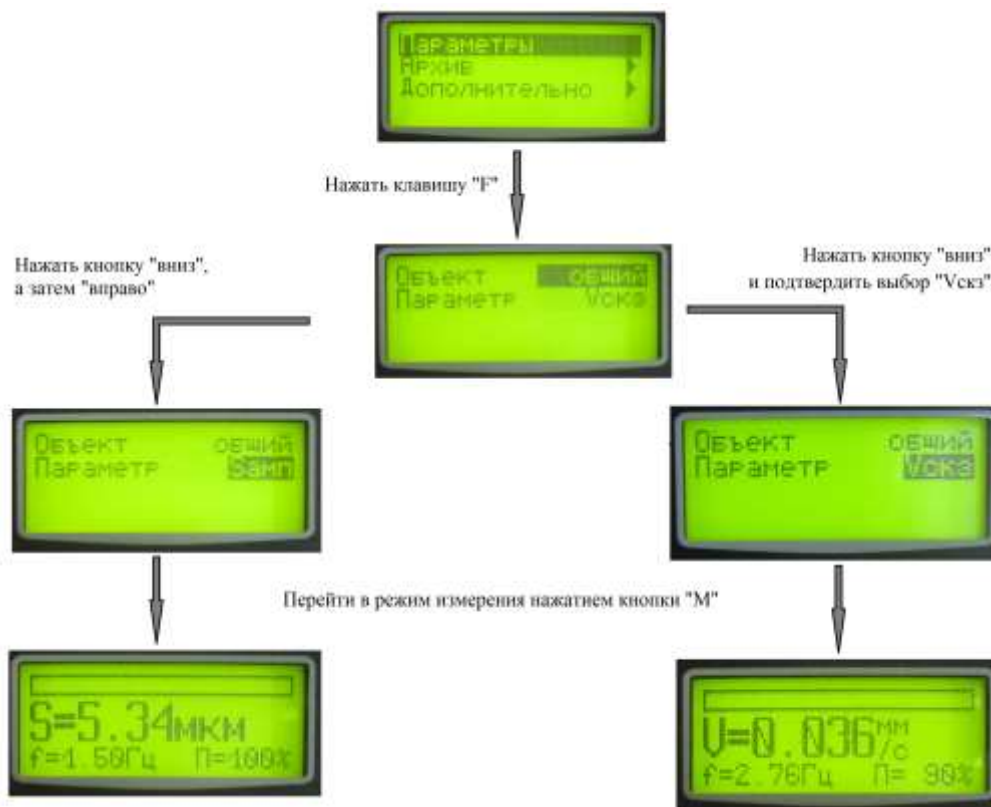


Рис. 7.15. Последовательность действий при необходимости измерения вибroadплитуды (виброскорости) на виброметре ВИСТ-2.4

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение следующим понятиям: *вибрация, виброскорость, виброускорение, среднегеометрическая полоса частот?*
2. Приведите несколько примеров классификаций вибрации.
3. Перечислите основные параметры характеризующие вибрацию?
4. Как нормируют вибрации?
5. К каким последствиям приводит действие вибраций на организм человека?
6. Какие существуют методы снижения вибраций?

# ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

## ЦЕЛЬ

1. Изучить основные факторы, влияющие на тяжесть поражения человека электрическим током.
2. Исследовать изменение сопротивления тела человека в зависимости от площади контакта при различной частоте электрического тока.

## ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Проходя через организм, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое действия. Термическое действие выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов и других тканей. Электролитическое действие выражается в разложении крови и других органических жидкостей, что вызывает значительные нарушения их физико-химических составов. Биологическое действие выражается в возбуждении живых тканей организма (что сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц), а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями. 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 организма может быть прямым, когда ток проходит непосредственно по этим тканям, и рефлекторным, т.е. через центральную нервную систему, когда путь тока лежит вне этих тканей.

Исход воздействия тока зависит от множества факторов, в том числе от значения и длительности протекания через тело человека тока, рода и частоты тока и индивидуальных свойств человека. Электрическое сопротивление тела человека и приложенное к нему напряжение влияют на исход поражения, но лишь постольку, поскольку они определяют значение тока, проходящего через тело человека.

Электрическое сопротивление тела человека складывается из сопротивления кожи и сопротивления внутренних тканей. Кожа, вернее

ее верхний слой, называемый эпидермисом, имеющий толщину до 0,2 мм и состоящий в основном из мертвых ороговевших клеток, обладает большим сопротивлением, которое и определяет общее сопротивление тела человека. Сопротивление нижних слоев кожи и внутренних тканей человека незначительно. При сухой чистой и неповрежденной коже сопротивление тела человека колеблется в пределах 2 кОм – 2 МОм. При увлажнении и загрязнении кожи, а также при повреждении кожи (под контактами) сопротивление тела оказывается наименьшим – около 500 Ом, т. е. доходит до значения, равного сопротивлению внутренних тканей тела. При расчетах сопротивление тела человека принимается равным 1 кОм.

Значение тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения: чем больше ток, тем опаснее его действие. Человек начинает ощущать протекающий через него ток промышленной частоты (50 Гц) относительно малого значения: 0,6–1,5 мА. Этот ток называется пороговым ощутимым током.

Ток 10–15 мА (при 50 Гц) вызывает сильные и весьма болезненные судороги мышц рук, которые человек преодолеть не в состоянии, т. е. он не может разжать руку, которой касается токоведущей части, не может отбросить провод от себя и оказывается как бы прикованным к токоведущей части. Такой ток называется пороговым неотпускающим.

При 25–50 мА действие тока распространяется на мышцы грудной клетки, что приводит к затруднению и даже прекращению дыхания. При длительном воздействии этого тока – в течение нескольких минут – может наступить смерть вследствие прекращения работы легких.

При 100 мА ток оказывает непосредственное влияние также и на мышцу сердца; при длительности протекания более 0,5 секунд ток может вызвать остановку или фибрилляцию сердца, т.е. быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце перестает работать как насос. В результате в организме прекращается кровообращение и наступает смерть. Этот ток называется фибрилляционным.

Длительность протекания тока через тело человека влияет на исход поражения вследствие того, что со временем резко повышается ток за счет уменьшения сопротивления тела и накапливаются отрицательные последствия воздействия тока на организм. Род и частота тока в значительной степени определяют исход поражения. Наиболее опасным является переменный ток с частотой 20–100 Гц. При частоте меньше 20 или больше 100 Гц опасность поражения током заметно снижается.

Токи частотой свыше 0,5 МГц не оказывают раздражающего действия на ткани и поэтому не вызывают электрического удара.

Однако они могут вызвать термические ожоги. При постоянном токе пороговый осязаемый ток повышается до 6–7 мА, пороговый неотпускающий ток – до 50–70 мА, а фибрилляционный при длительности воздействия более 0,5 секунд – до 300 мА.

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

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### Исследование зависимости сопротивления тела человека от частоты

Исследование зависимости сопротивления тела человека от частоты проводят при фиксированной амплитуде напряжения (7 В). С помощью сетевого шнура устройство для исследования сопротивления тела человека подключается к электрической сети 220 В. Оперирова кнопками на поле «ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ» по индикатору выставляются требуемые напряжение  $U$  (7 В) и частота  $f$  (в диапазоне от 20 Гц до 2 кГц). Ладони рук порознь прикладываются к двум электродам с площадью контактной поверхности 1250 мм<sup>2</sup> и с верхнего индикатора считывается величина тока  $I_h$ , протекающего через тело человека. Затем ладони рук порознь прикладываются к двум электродам с площадью контактной поверхности 2500 мм<sup>2</sup> и с верхнего индикатора считывается величина тока  $I_h$ , протекающего через тело человека. Рассчитывается электрическое сопротивление тела человека  $Z_h = U/I_h$  при различной площади контактных поверхностей. На основании расчетов делается вывод о влиянии площади контактной поверхности на сопротивление человека. Далее строят графики зависимости  $Z_h(f)$  для разной площади контактной поверхности (1250 мм<sup>2</sup> и 2500 мм<sup>2</sup>).

#### 1. Таблица зависимости $Z_h(f)$ .

№	f	1250 мм		2500 мм	
		I	Z	I	Z
1					

2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

### Исследование зависимости сопротивления тела человека от напряжения

Исследование зависимости сопротивления тела человека от напряжения проводят при фиксированной частоте (1 кГц). С помощью сетевого шнура устройство для исследования сопротивления тела человека подключается к электрической сети 220 В. Оперирова кнопки на поле «ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ» по индикатору выставляются требуемые напряжение  $U$  (в диапазоне от 0 до 7 В) и частота  $f$  (1 кГц). Ладони рук порознь прикладываются к двум электродам с площадью контактной поверхности  $S=1250 \text{ мм}^2$  и с верхнего индикатора считывается величина тока  $I_h$ , протекающего через тело человека. Затем ладони рук порознь прикладываются к двум электродам с площадью контактной поверхности  $S=2500 \text{ мм}^2$  и с верхнего индикатора считывается величина тока  $I_h$ , протекающего через тело человека. Рассчитывается электрическое сопротивление тела человека  $Z_h = U/I_h$  при различной площади контактных поверхностей. На основании расчетов делается вывод о влиянии площади контактной поверхности на сопротивление человека. Далее строят графики зависимости  $Z_h(U)$  для разной площади контактной поверхности ( $1250 \text{ мм}^2$  и  $2500 \text{ мм}^2$ ).

#### 2. Таблица зависимости $Z_h(U)$ .

№	U	1250 мм		2500 мм	
		I	Z	I	Z
1					
2					
3					
4					
5					
6					

7					
8					

## МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



Рис. 10.1. Внешний вид лабораторного стенда по исследованию сопротивления тела человека (слева — в режиме задания частоты, справа — в режиме задания амплитуды)

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током.
2. Дайте определения следующим понятиям: *напряжение шага*, *напряжение прикосновения*, *токоведущая часть*, *электроустановка*.
3. Какие существуют средства защиты человека от прямого и косвенного прикосновения?