

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**И.И. Авдеева, А.А. Аверкиев, О.А. Антонец, М.В. Гуляев,
М.Э. Гусельников, И.Л. Мезенцева, Е.Н. Пашков,
А.А. Сечин, А.И. Сечин, Ю.М. Федорчук**

Безопасность жизнедеятельности Лабораторный практикум

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

Издательство
Томского политехнического университета
2021

УДК 614.57.022(076.5)
ББК 68.9я73
Б12

Авдеева И.И.

Б12 **Безопасность жизнедеятельности. Лабораторный практикум: учебное пособие / И.И. Авдеева, А.А. Аверкиев, О.А. Антоневиц, М.В. Гуляев, М.Э. Гусельников, И.Л. Мезенцева, А.А. Сечин, А.И. Сечин, Ю.М. Федорчук; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2021. – 186 с.**

Пособие является руководством к лабораторным работам по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности». Приводятся необходимые теоретические сведения по каждому вопросу, описание применяемых установок и приборов, методика проведения исследований и оформления полученных результатов.

Предназначено для студентов вызов всех специальностей, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности» и «Безопасность жизнедеятельности 1.1»

**УДК 614.57.022(076.5)
ББК 68.9я73**

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор ТГАСУ

В.А. Власов

Доктор технических наук, профессор ТГАСУ

С.А. Карауш

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2021

© Составители.2021

© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2021

Оглавление

ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ.....	6
Цель работы.....	6
1. Основы оказания первой помощи пострадавшим	6
1.1. Организационно-правовые аспекты оказания первой помощи.....	6
1.2. Оказание первой помощи при отсутствии сознания, остановке дыхания и кровообращения.....	11
2. Методики оказания первой помощи при несчастных случаях, травмах, отравлениях и других состояниях, и заболеваниях, угрожающих их жизни и здоровью	16
2.1. Оказание первой помощи при наружных кровотечениях и травмах.....	16
2.2. Оказание первой помощи при травмах, отравлениях и других состояниях, угрожающих жизни и здоровью пострадавшего	22
2.3. Оказание первой помощи при прочих состояниях.....	27
2.4. Отравления, оказание первой помощи	30
Экспериментальная часть	34
Порядок выполнения работы.....	36
ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ	39
Цель	39
Основные теоретические положения.....	39
Методическая часть.....	48
Порядок выполнения работы.....	50
1. Микроклимат в естественных условиях	50
2. Микроклимат при воздействии источника тепла.	51
3. Микроклимат при воздушном душировании.....	51
Контрольные вопросы	52
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ.....	54
Цель работы.....	54
Основные теоретические положения.....	54
Методическая часть.....	63
Порядок выполнения работы.....	65
1. Проверка на соответствие требованиям освещенности в аудитории	65
2. Исследование коэффициента пульсации различных ламп	66

3. Наблюдение стробоскопического эффекта	66
4. Оценка энергетической эффективности источников света	67
5. Оценка коэффициента использования осветительной установки	67
Контрольные вопросы	68
ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ.....	70
Цель	70
Основные теоретические положения	70
Порядок проведения работы.....	79
1. Исследование шума с измерением эквивалентного уровня звука без звукоизолирующих перегородок и со звукоизолирующими перегородками.....	79
2. Расчет эффективности звукоизолирующих перегородок	80
Контрольные вопросы	81
ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИИ И СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЁ	83
Цель	83
Основные теоретические положения	83
Порядок выполнения работы.....	100
1. Измерение параметров вибрации	100
2. Оценка эффективности средств виброзащиты	101
Методическая часть	103
Контрольные вопросы	108
ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА	109
Цель	109
Основные теоретические положения	109
Методическая часть	112
Порядок выполнения работы.....	112
1. Исследование зависимости сопротивления тела человека от напряжения.....	112
2. Исследование зависимости сопротивления тела человека от частоты	113
Контрольные вопросы	114
ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ В ЖИЛЫХ И ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ	115
Цель	115
Основные теоретические положения	115
Методическая часть	120
Порядок выполнения работы.....	123

1.Определение силы электрического тока при прямом и косвенном прикосновении.	123
2.Исследование действия средств защиты от поражения электрическим током .	126
Контрольные вопросы	130
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ И ЗАНУЛЕНИЯ	131
1.Оценка эффективности действия защитного заземления в сетях с изолированной нейтралью.	140
2.Оценка эффективности действия защитного заземления в сетях с заземленной нейтралью	142
3.Оценка эффективности действия защитного зануления.	142
Контрольные вопросы	144
ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	146
Цель работы.....	146
Основные теоретические положения.....	146
Контрольные вопросы	184

ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

приобретение знаний и навыков, необходимой для оказания первой помощи гражданам при несчастных случаях, травмах, отравлениях, других состояниях, и заболеваниях, угрожающих их жизни и здоровью, до оказания медицинской помощи.

1. ОСНОВЫ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ

1.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

В настоящее время первая помощь определяется как комплекс срочных простейших мероприятий по спасению жизни человека. По своей сути цель ее состоит в устранении явлений, угрожающих жизни, а также – в предупреждении дальнейших повреждений и возможных осложнений. Федеральный закон № 323 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» определяют первую помощь как особый вид помощи, оказываемой лицами, не имеющими медицинского образования, при травмах и неотложных состояниях до прибытия медицинского персонала. Согласно ч. 4 ст. 31 указанного закона каждый гражданин вправе добровольно оказывать первую помощь при наличии соответствующей подготовки и (или) навыков.

Согласно ст. 39 «Крайняя необходимость» Уголовного кодекса РФ; ст. 2.7 «Крайняя необходимость» Кодекса РФ об административных правонарушениях, человек, неудачно оказавший первую помощь пострадавшему, не будет привлечен к юридической ответственности. Это связано с тем, что сама человеческая жизнь признается высшей ценностью, а попытка спасти эту жизнь уже не может рассматриваться как проступок.

Кроме того, человек должен помнить о том, что оказание первой помощи пострадавшему учитывается как обстоятельство, смягчающее наказание, в случае решения в суде вопроса о привлечении к ответственности за причинение вреда жизни или здоровью (в результате ДТП) (п. 2 ч. 1 ст. 4.2 Кодекса РФ об административных правонарушениях; п. «к» ч. 1 ст. 61 Уголовного Кодекса РФ). Таким образом, оказание первой помощи приносит пользу не только пострадавшему, но и работает в пользу самого водителя при дальнейшей оценке последствий ДТП.

Организация и виды помощи пострадавшим

Для снижения тяжести последствий происшествия пострадавшим должна оказываться соответствующая помощь. Выделяют следующие виды помощи пострадавшим:

- - первая помощь;
- - скорая медицинская помощь;
- - первичная медико-санитарная помощь;
- - специализированная медицинская помощь.

Большинство видов помощи оказывается профессиональными медработниками. Однако первая помощь пострадавшему может быть оказана любым человеком, в том числе без медицинского образования. Комплекс мероприятий первой помощи прост и доступен, но самое важное — он достаточно эффективен.

Правовые аспекты оказания первой помощи пострадавшим гражданами РФ

Когда речь заходит о первой помощи, многие наши соотечественники сталкиваются с рядом вопросов: «Имею ли я право оказывать первую помощь, если я не медик?», «Ждет ли меня ответственность, если я наврежу пострадавшему?» и т.д.

Рассмотрим ответы на эти вопросы в соответствии с действующим законодательством.

1. Что такое первая помощь, имеет ли гражданин право оказывать первую помощь, не являясь профессиональным медицинским работником?

ФЗ № 323-03 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» определяют первую помощь как особый вид помощи, оказываемой лицами, не имеющими медицинского образования, при травмах и неотложных состояниях до прибытия медицинского персонала. Согласно ч. 4 ст. 31 указанного закона каждый гражданин вправе добровольно оказывать первую помощь при наличии соответствующей подготовки и (или) навыков.

2. Кто обязан оказывать первую помощь пострадавшим?

Закон устанавливает обязанность по оказанию первой помощи для лиц, которые в силу профессиональных обязанностей первыми оказываются на месте происшествия с пострадавшими (спасатели, пожарные, сотрудники полиции). Среди обычных очевидцев происшествия обязанность принять меры для оказания первой помощи возникает у водителей, причастных к ДТП (п. 2.5 Правил дорожного движения РФ).

3. Предусмотрена ли ответственность за неоказание первой помощи?

Для лиц, обязанных оказывать первую помощь, предусмотрена ответственность за неоказание первой помощи вплоть до уголовной. Для простых очевидцев происшествия, оказывающих первую помощь в добровольном порядке, никакая ответственность за неоказание первой помощи применяться не может. Особые нормы установлены в отношении водителей, причастных к ДТП. Принятие мер к оказанию первой помощи относится к обязанностям водителя в связи с ДТП, за невыполнение которых водителю грозит привлечение к административной ответственности, наказание в виде административного штрафа (ч. 1 ст. 12.27 Кодекса РФ об административных правонарушениях). В том случае, если гражданин заведомо оставил пострадавшего, находящегося в беспомощном состоянии без возможности получения помощи, он может быть привлечен к уголовной ответственности (ст. 125 «Оставление в опасности» Уголовного кодекса РФ).

4. Предусматривает ли законодательство «поощрения» за оказание первой помощи?

В случае решения в суде вопроса о привлечении лица ответственности за причинение вреда жизни или здоровью, оказание первой помощи пострадавшему учитывается как обстоятельство, смягчающее наказание (п. 2 ч. 1 ст. 4.2 Кодекса РФ об административных правонарушениях; п. «к» ч. 1 ст. 61 Уголовного Кодекса РФ). Например, за причинение легкого или средней тяжести вреда здоровью в результате ДТП ст. 12.24 Кодекса РФ об административных правонарушениях предусмотрено альтернативное наказание.

На усмотрение суда причинителю вреда может быть назначено наказание в виде штрафа или лишения права управления транспортным средством (ст. 12.24. Кодекса РФ об административных правонарушениях). Факт оказания первой помощи пострадавшему может способствовать назначению более мягкого наказания, то есть штрафа, Кроме того, оказание первой помощи может снизить медицинские последствия травмы, соответственно пострадавшему будет квалифицирован вред меньшей тяжести.

5. Можно ли привлечь к ответственности за неправильное оказание первой помощи?

В связи с тем, что жизнь человека провозглашается высшей ценностью, сама попытка защитить эту ценность ставится выше возможной ошибки в ходе оказания первой помощи, так как дает человеку шанс на выживание. Уголовное и административное законодательство не признают правонарушением причинение вреда охраняемым законом интересам в состоянии крайней необходимости, то есть для устранения опасности, непосредственно угрожающей личности или правам данного лица, если эта опасность не могла быть устранена иными средствами (ст. 39 «Крайняя необходимость» Уголовного кодекса РФ; ст. 2.7 «Крайняя необходимость» Кодекса РФ об административных правонарушениях). В настоящее время в Российской Федерации отсутствуют судебные прецеденты привлечения к юридической ответственности за неумышленное причинение вреда в ходе оказания первой помощи.

Согласно Приказу Минздравсоцразвития РФ № 477н «Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь и перечня мероприятий по оказанию первой помощи», первая помощь оказывается в следующих случаях:

- Отсутствие сознания.
- Остановка дыхания и кровообращения.
- Наружные кровотечения.
- Инородные тела верхних дыхательных путей.
- Травмы различных областей тела.
- Ожоги, эффекты воздействия высоких температур, теплового излучения.
- Отморожение и другие эффекты воздействия низких температур.
- Отравления.

При указанных состояниях выполнить следующие мероприятия:

1. Мероприятия по оценке обстановки и обеспечению безопасных условий для оказания первой помощи.

- 1) определение угрожающих факторов для собственной жизни и здоровья;
- 2) определение угрожающих факторов для жизни и здоровья пострадавшего;
- 3) устранение угрожающих факторов для жизни и здоровья;
- 4) прекращение действия повреждающих факторов на пострадавшего;
- 5) оценка количества пострадавших;
- 6) извлечение пострадавшего из транспортного средства или других труднодоступных мест;
- 7) перемещение пострадавшего.

2. Вызов скорой медицинской помощи, других специальных служб, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным «законом» или со специальным правилом.

3. Определение наличия сознания у пострадавшего.
4. Мероприятия по восстановлению проходимости дыхательных путей и определению признаков жизни у пострадавшего:
 - 1) запрокидывание головы с подъемом подбородка;
 - 2) выдвижение нижней челюсти;
 - 3) определение наличия дыхания с помощью слуха, зрения и осязания;
 - 4) определение наличия кровообращения, проверка пульса на магистральных артериях.
5. Мероприятия по проведению СЛР до появления признаков жизни.
 - 1) давление руками на грудину пострадавшего;
 - 2) искусственное дыхание "Рот ко рту";
 - 3) искусственное дыхание "Рот к носу";
 - 4) искусственное дыхание с использованием устройства для искусственного дыхания.
6. Мероприятия по поддержанию проходимости дыхательных путей:
 - 1) придание устойчивого бокового положения;
 - 2) запрокидывание головы с подъемом подбородка;
 - 3) выдвижение нижней челюсти.
7. Мероприятия по обзорному осмотру пострадавшего и временной остановке наружного кровотечения.
 - 1) обзорный осмотр пострадавшего на наличие кровотечений;
 - 2) пальцевое прижатие артерии;
 - 3) наложение жгута;
 - 4) максимальное сгибание конечности в суставе;
 - 5) прямое давление на рану;
 - 6) наложение давящей повязки.
8. Мероприятия по подробному осмотру пострадавшего в целях выявления признаков травм, отравлений и других состояний, угрожающих его жизни и здоровью, и по оказанию первой помощи в случае выявления указанных состояний:
 - 1) проведение осмотра головы;
 - 2) проведение осмотра шеи;
 - 3) проведение осмотра груди;
 - 4) проведение осмотра спины;
 - 5) проведение осмотра живота и таза;
 - 6) проведение осмотра конечностей;
 - 7) наложение повязок при травмах различных областей тела, в том числе окклюзионной (герметизирующей) при ранении грудной клетки;
 - 8) проведение иммобилизации (с помощью подручных средств, аутоиммобилизация, с использованием изделий медицинского назначения);
 - 9) фиксация шейного отдела позвоночника (вручную, подручными средствами, с использованием изделий медицинского назначения);
 - 10) прекращение воздействия опасных химических веществ на пострадавшего (промывание желудка путем приема воды и вызывания рвоты, удаление с поврежденной поверхности и промывание поврежденной поверхности проточной водой);
 - 11) местное охлаждение при травмах, термических ожогах и иных воздействиях высоких температур или теплового излучения;

12) термоизоляция при отморожениях и других эффектах воздействия низких температур.

9. Придание пострадавшему оптимального положения тела.

10. Контроль состояния пострадавшего (сознание, дыхание, кровообращение) и оказание психологической поддержки.

11. Передача пострадавшего бригаде скорой медицинской помощи, другим специальным службам, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным «законом» или со специальным правилом.

Общая последовательность действий на месте происшествия с наличием пострадавших (в соответствии с Приказом Минздравсоцразвития РФ 477н «Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь и перечня мероприятий по оказанию первой помощи»)

В случае, если человек стал участником или очевидцем происшествия, он должен выполнить следующие действия:

1. Оценить сложившуюся ситуацию и обеспечить безопасные условия для оказания первой помощи.

2. Определить наличие признаков сознания у пострадавшего.

3. При наличии сознания у пострадавшего начать выполнять мероприятия, описанные в п. 7 и далее. При отсутствии признаков сознания восстановить проходимость дыхательных путей у пострадавшего и произвести определение признаков дыхания с помощью слуха, зрения и осязания.

4. При наличии признаков дыхания у пострадавшего начать выполнять мероприятия, описанные в п. 6 и далее. При отсутствии признаков жизни, самостоятельно или привлекая помощников, осуществить вызов скорой медицинской помощи и специальных служб (полицейских, пожарных, спасателей и т.д.).

5. Начать проведение СЛР.

6. В случае появления у пострадавшего признаков жизни (либо в случае, если эти признаки изначально имелись у него) – осуществить поддержание проходимости дыхательных путей.

7. Провести обзорный осмотр пострадавшего на наличие признаков наружного кровотечения, осуществить временную остановку при его наличии.

8. Выполнить в определенной последовательности подробный осмотр пострадавшего в целях выявления признаков травм, отравлений и других состояний, угрожающих его жизни и здоровью.

9. В случае их выявления – произвести соответствующие мероприятия первой помощи, в том числе вызвать скорую медицинскую помощь, если она не была вызвана ранее.

10. Придать пострадавшему оптимальное положение тела, определяющееся его состоянием и характером имеющихся у него травм и заболеваний.

11. До приезда скорой медицинской помощи или других специальных служб контролировать состояние пострадавшего, оказывать ему психологическую поддержку.

12. При прибытии бригады скорой медицинской помощи передать им пострадавшего.

Перечень ситуаций, в которых в случае неудачи, педагог полностью освобожден от уголовной ответственности:

1. Клиническая смерть;

2. Коматозное состояние;
3. Опасное кровотечение;
4. Повреждение костей таза и конечностей;
5. Ампутация фрагментов конечности;
6. Ранение шеи и грудной клетки;
7. Анафилактический шок.

Если у ребенка есть повреждения шейного отдела позвоночника, переломы ребер и грудины, либо костей таза и конечностей, все равно следует приступить к реанимации и попытаться не упустить шанса на спасение. Если пострадавший находится в состоянии клинической смерти, комы, или он истекает кровью, любые действия очевидца во спасение — неподсудны.

Особенности оказания помощи детям, определяемые законодательно:

При оказании первой помощи детям до 15 лет следует помнить о том, что все манипуляции с ними осуществляются с разрешения родителей и других законных представителей. При их отсутствии решение об оказании первой помощи принимается человеком ее оказывающим.

1.2. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ ОТСУТСТВИИ СОЗНАНИЯ, ОСТАНОВКЕ ДЫХАНИЯ И КРОВООБРАЩЕНИЯ

Проведение СЛР (сердечно-легочная реанимация) является несложным и жизненно важным навыком первой помощи. От степени владения этим навыком участником оказания первой помощи, будет зависеть, останется пострадавший в живых или нет. Отечественными и зарубежными учеными доказано, что шанс на выживание у пострадавшего с остановкой дыхания и кровообращения уменьшается на 10% с каждой минутой, пока не проводятся реанимационные мероприятия. Вот почему так важно владеть этим навыком. Оказание первой помощи при инородных телах верхних дыхательных путей также может спасти жизни пострадавших.

Основные признаки жизни у пострадавшего. Причины нарушения дыхания и кровообращения.

К основным признакам жизни относятся наличие сознания, самостоятельное дыхание и кровообращение.

Признаки:

1. Отсутствие пульса на сонной артерии;
2. Отсутствие дыхания;
3. Отсутствие сознания;
4. Полное отсутствие тонуса мышц – атония;
5. Отсутствие рефлексов на все виды внешних раздражителей – арефлексия;
6. Синюшный цвет кожи и видимых слизистых оболочек (губы) – цианоз;
7. Отсутствие реакции зрачка на свет. Примечание: при наркотическом опьянении зрачковый рефлекс может отсутствовать, при сохранении сердечной деятельности. В случае, когда есть затруднение с определением пульса, одновременно смотрим зрачковый рефлекс. Его наличие – признак жизни, а его отсутствие настораживает, но не является руководством к действию.

Дополнительные признаки:

1. При положении на спине;
2. Рот приоткрыт и нижняя челюсть западает вниз.

Противопоказания к СЛР:

1. Раны или травмы не совместимые с жизнью;
2. Наличие достоверных признаков биологической смерти.
3. Отказ родственников, как оказалось, хотя с этим я не согласен

Биологическая смерть – период необратимых изменений в организме

Ранние признаки:

1. Признак Белоглазова (кошачий глаз) появляется через 10-15 минут после остановки сердца – социальная смерть;
2. Селедочный блеск в глазах появляется через 15-20 минут – роговица высыхает из-за отсутствия слез.

Достоверные признаки:

1. Трупные пятна развиваются через 1,5-2 часа, легко перепутать с синяками, проверяется нажатием на него: станет белым, потом снова синим.
2. Трупное окоченение развивается через 3 часа после остановки сердца, начинается сверху, через 6 часов полностью, на третьи сутки проходит.

Они проверяются в ходе выполнения алгоритма СЛР.

Внезапная смерть (остановка дыхания и кровообращения) может быть вызвана заболеваниями (инфаркт миокарда, аритмии и др.) или внешним воздействием (травма, поражение электрическим током, утопление и др.). Вне зависимости от причин исчезновения признаков жизни сердечно лёгочная реанимация проводится в соответствии с определенным алгоритмом, рекомендованным Национальным Российским и Европейским советами по реанимации и Научно-исследовательским институтом общей реаниматологии Российской Академии медицинских наук.

Современный алгоритм проведения СЛР.

Техника проведения искусственного дыхания и давления на грудину пострадавшего.

На месте происшествия участнику оказания первой помощи следует оценить безопасность для себя, пострадавшего (пострадавших) и окружающих. После этого следует устранить угрожающие факторы или минимизировать риск собственного повреждения и риск для пострадавшего (пострадавших) и окружающих.



Далее необходимо проверить наличие сознания у пострадавшего. Для проверки сознания необходимо аккуратно потормошить пострадавшего за плечи и громко спросить: «Что с Вами? Нужна ли Вам помощь?». Человек, находящийся в бессознательном состоянии, не сможет ответить на эти вопросы.

При отсутствии признаков сознания следует громко позвать на помощь, обращаясь к конкретному человеку, находящемуся рядом с местом происшествия (очевидцу происшествия, сотруднику специальных служб).

В дальнейшем его можно будет привлечь к обеспечению безопасности на месте происшествия, оказанию первой помощи, вызову экстренных служб.

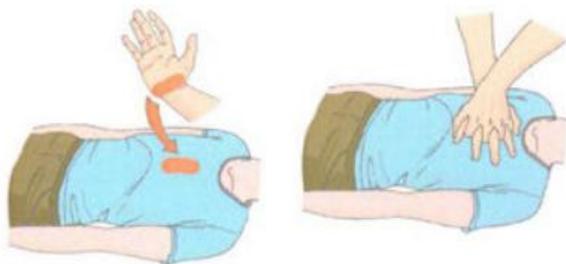
Для определения наличия дыхания необходимо, прежде всего, восстановить проходимость дыхательных путей у пострадавшего. Для этого следует одну руку положить на лоб пострадавшего, 2мя пальцами другой взять за подбородок и запрокинуть голову. При подозрении на травму шейного отдела позвоночника запрокидывание следует выполнять максимально аккуратно и щадяще.



Для проверки дыхания следует наклониться щекой и ухом ко рту и носу пострадавшего и в течение 10 сек. послушать дыхание, почувствовать его своей щекой и посмотреть на движения грудины.

При отсутствии дыхания грудина пострадавшего останется неподвижной, звуков его дыхания не будет слышно, выдыхаемый воздух из рта и носа не будет ощущаться щекой. Отсутствие признаков дыхания определяет необходимость вызова скорой медицинской помощи и проведения СЛР.

При отсутствии признаков дыхания у пострадавшего участнику оказания первой помощи следует организовать вызов скорой медицинской помощи (дать указание помощнику). Указания следует давать кратко, понятно, информативно: «Человек не дышит. Вызывайте «скорую». Сообщите мне, что вызвали».



При отсутствии возможности привлечения помощника, скорую медицинскую помощь следует вызвать самостоятельно.

Одновременно с вызовом скорой медицинской помощи (в случае, если это осуществляет помощник) необходимо приступить к надавливаниям на грудину. При этом

основание ладони помещается на середину грудины пострадавшего, кисти рук берутся в замок, руки выпрямляются в локтевых суставах. Надавливания на грудину осуществляются на твердой ровной поверхности на глубину 1/3 грудины (это примерно 5 – 6 см у взрослого человека) с частотой 100-120 в минуту перпендикулярно плоскости грудины.

После надавливаний на грудину необходимо осуществить вдохи искусственного дыхания. При проведении вдохов следует открыть дыхательные пути пострадавшего, зажать его нос двумя пальцами и выполнить выдох в дыхательные пути пострадавшего в течение 1 с. Ориентиром достаточного объема вдуваемого воздуха является начало подъема грудины, определяемое участником оказания первой помощи визуально. После этого, продолжая поддерживать проходимость дыхательных путей, необходимо дать пострадавшему совершить пассивный выдох, после чего повторить вдох искусственного дыхания.



При этом рекомендуется использовать устройство для проведения искусственного дыхания из аптечки первой помощи (автомобильной).

Далее следует продолжить реанимационные мероприятия, чередуя 30 надавливаний на грудину с 2мя вдохами искусственного дыхания.

Реанимационные мероприятия могут не осуществляться пострадавшим с явными признаками нежизнеспособности (разложение, травма, несовместимая с жизнью), либо в случаях, когда отсутствие признаков жизни вызвано исходом длительно существующего неизлечимого заболевания (например, онкологического).

Реанимационные мероприятия продолжаются до прибытия скорой медицинской помощи или других служб, участвующих в ликвидации последствий несчастного случая, и распоряжения их сотрудников о прекращении этих действий, либо до появления явных признаков жизнедеятельности у пострадавшего (появления самостоятельного дыхания и кровообращения, возникновения кашля, произвольных движений). В случае появления признаков жизни следует

придать пострадавшему устойчивое боковое положение. Для этого необходимо выполнить следующую последовательность действий:

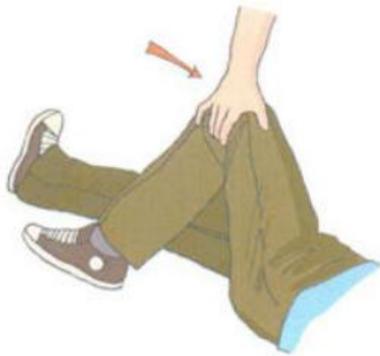
Шаг 1. Расположить одну руку пострадавшего под прямым углом к его телу.



Шаг 2. Вторую руку пострадавшего приложить тыльной стороной ладони к щеке пострадавшего, придерживая ее своей рукой.



Шаг 3. После этого согнуть дальнюю ногу пострадавшего в колене, поставить ее с опорой на стопу на стопу и надавить на колено этой ноги в указанном на рисунке направлении.



Шаг 4. После поворота пострадавшего набок слегка запрокинуть его голову и подтянуть ногу, лежащую сверху, к животу.



В случае длительного проведения реанимационных мероприятий и возникновения физической усталости у участника оказания первой помощи, необходимо привлечь помощника к осуществлению этих мероприятий. Большинство современных отечественных и зарубежных рекомендаций по проведению СЛР предусматривают смену ее участников примерно каждые 2 минуты, или спустя 4 цикла надавливаний и вдохов.

Прекращение реанимации:

Принято считать, что реанимация проводится до признаков жизни или биологической смерти, но у кого хватит на это сил. Поэтому 40 минут делать обязательно, если нет противопоказаний. Если сердце запустилось, то отчет начинается заново. Если 1,5-2 часа в течении СЛР ни разу не было запущено сердце, будет наблюдаться «мраморность кожи».

В том случае, когда кровообращение и дыхание было восстановлено, пострадавший укладывается в стабильное боковое положение на правый бок.

В случае появления признаков жизни необходимо обеспечить поддержание проходимости дыхательных путей (в т. ч. приданием устойчивого бокового положения — см. ниже), провести обзорный и подробный осмотр пострадавшего на наличие других состояний, угрожающих жизни и здоровью (при необходимости — выполнить необходимые мероприятия по оказанию первой помощи) и осуществлять контроль признаков жизни до прибытия скорой медицинской помощи или других специальных служб. До прибытия бригады скорой медицинской помощи следует

контролировать состояние пострадавшего, оказывать ему психологическую поддержку.

Особенности СЛР у детей

У детей СЛР проводится с той же частотой и тем же соотношением вдохов искусственного дыхания и надавливаний на грудину, что и у взрослых. При проведении вдохов следует визуальнo контролировать объем вдуваемого воздуха (до начала подъема грудины).

Надавливания на грудину выполняются на глубину, равную одной трети поперечного размера грудины (примерно 4 см у детей до 1 года и 5 см у детей старшего возраста). [6]

2. МЕТОДИКИ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ, ТРАВМАХ, ОТРАВЛЕНИЯХ И ДРУГИХ СОСТОЯНИЯХ, И ЗАБОЛЕВАНИЯХ, УГРОЖАЮЩИХ ИХ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЮ

2.1. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ НАРУЖНЫХ КРОВОТЕЧЕНИЯХ И ТРАВМАХ ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ КРОВОПОТЕРЕ

Осмотр пострадавшего осуществляется для определения его состояния, наличия и расположения возможных повреждений. Сведения о состоянии пострадавшего, полученные при осмотре, используются при вызове скорой медицинской помощи (для сообщения необходимой диспетчеру информации) и при оказании первой помощи. Крайне важно качественно провести осмотр пострадавшего, поскольку в случае его небрежного проведения возможно упустить (или своевременно не увидеть) тяжелые повреждения, которые могут привести к гибели пострадавшего.

Различные происшествия с наличием пострадавших часто сопровождаются травмированием их участников. Одним из наиболее серьезных повреждений являются кровотечения. Эти состояния представляют значительную опасность для жизни пострадавших и требуют немедленных действий, окружающих для их спасения. В ходе занятия будут изучены основные способы остановки кровотечения. Эти действия позволяют спасти жизнь пострадавшего до приезда медицинских работников и препятствуют развитию тяжелых осложнений травмы, таких, например, как шок.

Цель и порядок выполнения обзорного осмотра пострадавшего

Обзорный осмотр производится очень быстро, в течении 12 секунд (при наличии у пострадавшего признаков жизни), с головы до ног. Целью его является определение признаков кровотечения, требующего скорейшей остановки.

Признаки различных видов наружного кровотечения (артериального, венозного, капиллярного, смешанного)

Основная классификация ран:

- Резаные;
- Колотые;
- Рубленые;
- Рваные;

- Размозжение;
- Раздавливание;
- Укушения;
- Огнестрельные;
- Скальпированные;
- Плоскостные (ожоговые).

Под кровотечением понимают ситуацию, когда кровь (в норме находящаяся внутри сосудов человеческого тела) по разным причинам (чаще всего – травмы) покидает сосудистое русло. При этом кровь перестает выполнять свою функцию переноса кислорода и питательных веществ к органам, что сопровождается ухудшением или прекращением выполнения ими своих функций.

В результате, в зависимости от величины кровопотери (количества вышедшей из сосудов крови), вида сосуда, от того, какой орган кровоснабжался поврежденным сосудом, могут возникнуть различные нарушения в организме человека – от незначительных до прекращения жизнедеятельности, т.е. гибели пострадавшего. Последнее наблюдается при повреждении крупных сосудов в отсутствие оказания первой помощи, т.е. при неостановленном сильном кровотечении.

Компенсаторные возможности человеческого организма, как правило, достаточны для поддержания жизни при кровотечении слабой и средней интенсивности, когда скорость кровопотери невелика. В случае же повреждения крупных сосудов скорость кровопотери может быть настолько значительной, что гибель пострадавшего при отсутствии первой помощи может наступить в течение нескольких минут с момента получения травмы.

По виду поврежденных сосудов кровотечения бывают:

- артериальные кровотечения являются наиболее опасным, так как при ранении крупных артерий происходит большая потеря крови за короткое время. Признаком артериальных кровотечений обычно является алая пульсирующая струя крови (фонтаном).
- венозные кровотечения характеризуются меньшей скоростью кровопотери, кровь темно-вишневая, вытекает «ручьём». Являются менее опасными, чем артериальные, однако также требуют скорейшей остановки.
- капиллярные кровотечения наблюдаются при ссадинах, порезах, царапинах. Капиллярное кровотечение, непосредственной угрозы для жизни, как правило, не представляют.
- смешанные кровотечения – это кровотечения, при которых имеются одновременно артериальное, венозное и капиллярное кровотечение. Наблюдаются, например, при отрыве конечности. Опасно вследствие наличия артериального кровотечения.

По внешним признакам кровотечения подразделяются на следующие виды:

- наружное кровотечение сопровождается повреждением кожных покровов, при этом кровь изливается наружу.
- внутреннее кровотечение чаще всего возникает при тупых травмах груди и живота, сопровождающихся повреждением внутренних органов легких, печени, селезенки.

Основным признаком внутреннего кровотечения является сочетание боли в месте травмы и признаков кровопотери:

- резкая общая слабость;
- чувство жажды;
- головокружение;
- мелькание мушек перед глазами;
- обморок, чаще при попытке встать;
- тошнота и рвота;

- бледная, влажная и холодная кожа;
- учащённый слабый пульс;
- частое дыхание;
- при возможности измерения артериального давления можно отметить его резкое снижение.

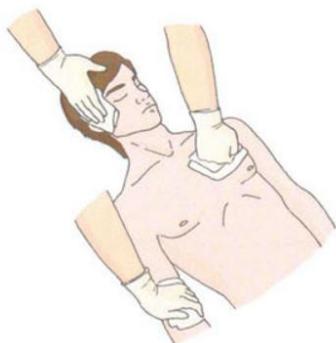
Способы временной остановки наружного кровотечения

В случае, если пострадавший получил травму, человеку, оказывающему первую помощь, необходимо выполнить следующие мероприятия:

- обеспечить безопасные условия для оказания первой помощи;
- убедиться в наличии признаков жизни у пострадавшего;
- провести обзорный осмотр для определения наличия кровотечения (при необходимости – выполнить подробный осмотр);
- определить вид кровотечения;
- выполнить остановку кровотечения наиболее подходящим способом или их комбинацией.

В настоящее время при оказании первой помощи используются следующие способы временной остановки кровотечения:

- Прямое давление на рану.
- Пальцевое прижатие артерии.
- Максимальное сгибание конечности в суставе.
- Наложение давящей повязки.
- Наложение кровоостанавливающего жгута (табельного или импровизированного).



1. Прямое давление на рану является наиболее простым способом остановки кровотечений. При его использовании рана закрывается стерильными салфетками или стерильным бинтом, после чего на область раны осуществляется давление рукой участника оказания первой помощи с силой, достаточной для остановки кровотечения. Для

наложения на рану можно использовать любую подручную ткань. При отсутствии табельных и подручных средств допустимо осуществлять давление на рану рукой участника оказания первой помощи (при этом не следует забывать о необходимости использования медицинских перчаток).

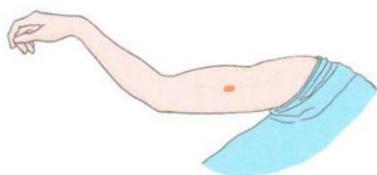
2. Пальцевое прижатие артерии к кости между раной и сердцем позволяет достаточно быстро и эффективно останавливать кровотечение из крупных артерий. Давление осуществляется в определенных точках между раной и сердцем. Выбор точек обусловлен возможностью прижатия артерии к кости.

Результатом является прекращение поступления крови к поврежденному участку сосуда и остановка или значительное ослабление кровотечения. Как правило, пальцевое прижатие артерии (так же, как и прямое давление на рану) используется в первые секунды после обнаружения кровотечения и начала оказания первой помощи, предшествуя наложению кровоостанавливающего жгута. Кроме того, пальцевое прижатие артерии может

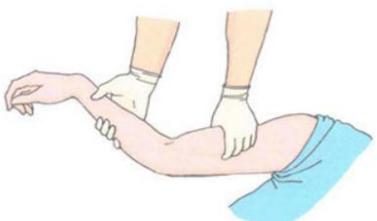


быть, как самостоятельным способом остановки кровотечения, так и использоваться в комплексе с другими способами (например, с давящей повязкой на рану). Эффективность и правильность использования этого способа определяется визуально – по уменьшению или остановке кровотечения.

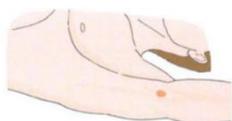
Общая сонная артерия прижимается на передней поверхности шеи снаружи от гортани. Давление в указанную точку может осуществляться четырьмя пальцами одновременно по направлению к позвоночнику, при этом сонная артерия придавливается к нему. Другим вариантом пальцевого прижатия сонной артерии является давление в ту же точку большим пальцем по направлению к позвоночнику. Прижимать необходимо с достаточной силой, т.к. кровотечения из сонной артерии очень интенсивные.



Подключичная артерия прижимается в ямке над ключицей к первому ребру. Осуществлять давление в точку прижатия подключичной артерии можно с помощью четырех выпрямленных пальцев. Другим способом пальцевого прижатия подключичной артерии является давление согнутыми пальцами.



Подмышечная артерия прижимается к плечевой кости в подмышечной впадине при кровотечении из раны плеча ниже плечевого сустава. Давление в точку прижатия подмышечной артерии производится прямыми, жестко зафиксированными пальцами с достаточной силой в направлении плечевого сустава. При этом область плечевого сустава пострадавшего следует придерживать другой рукой.



Плечевая артерия прижимается к плечевой кости с внутренней стороны между бицепсом и трицепсом, если кровотечение возникло из ран средней и нижней трети плеча, предплечья и кисти. Давление на точку прижатия осуществляется с помощью четырех пальцев кисти, обхватывающей плечо пострадавшего сверху или снизу.



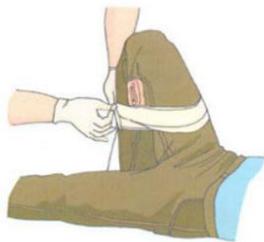
Бедренная артерия прижимается в паховой области при кровотечении из ран в области бедра. Давление выполняется кулаком, зафиксированным второй рукой, весом тела участника оказания первой помощи.

3. Максимальное сгибание конечности в суставе приводит к перегибу и сдавлению кровеносного сосуда, что способствует прекращению кровотечения. Этот способ достаточно эффективно останавливает кровотечение. Для повышения эффективности в область сустава необходимо вложить 1 – 2 бинта или свернутую валиком одежду. После сгибания конечность фиксируют руками, несколькими турами бинта или подручными средствами (например, брючным ремнем).



При кровотечениях из ран верхней части плеча и подключичной области верхнюю конечность заводят за спину со сгибанием в локтевом суставе и

фиксируют бинтом или обе руки заводят назад со сгибанием в локтевых суставах и притягивают друг к другу бинтом.



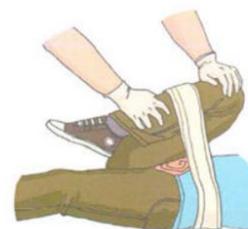
Для остановки кровотечения из предплечья в локтевой сгиб вкладывают валик, конечность максимально сгибают в локтевом суставе и предплечье фиксируют к плечу в таком положении, например, ремнем.

При повреждении сосудов стопы, голени и подколенной ямки в последнюю вкладывают несколько бинтов или валик из ткани, после чего конечность сгибают в коленном суставе и фиксируют в этом положении бинтом.

фиксируют в этом положении бинтом.

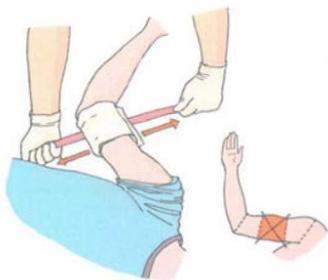
Для остановки кровотечения при травме бедра сверток из ткани или несколько бинтов вкладывают в область сгиба, нижнюю конечность сгибают в тазобедренном суставе (притягивают колено к груди) и фиксируют руками или бинтом

4. Для более продолжительной остановки кровотечения можно использовать давящую повязку. При ее наложении следует соблюдать общие принципы наложения бинтовых повязок (на рану желательнее положить стерильные салфетки из укладки, бинт должен раскатываться по ходу движения, по окончании наложения повязку следует закрепить, завязав свободный конец бинта вокруг конечности). Основная задача повязки – остановить кровотечение.



5. Наложение кровоостанавливающего жгута может применяться для более продолжительной временной остановки сильного артериального кровотечения. Для снижения негативного воздействия жгута на конечности его следует накладывать в соответствии со следующими правилами:

- Жгут следует накладывать только при артериальном кровотечении из плечевой и бедренной артерий.
- Жгут необходимо накладывать между раной и сердцем, максимально близко к ране.



- Если место наложения жгута приходится на среднюю треть плеча и на нижнюю треть бедра, следует наложить жгут выше.

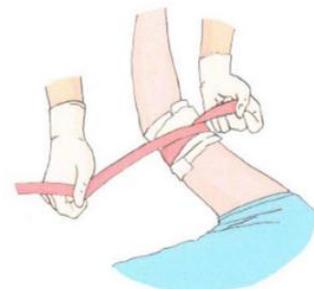
- Жгут на голое тело накладывать **НЕЛЬЗЯ**, только поверх одежды или тканевой (бинтовой) прокладки.

- Перед наложением жгут следует завести за конечность и растянуть.

- Кровотечение останавливается

первым (растянутым) туром жгута, все последующие (фиксирующие) туры накладываются так, чтобы каждый последующий тур примерно наполовину перекрывал предыдущий.

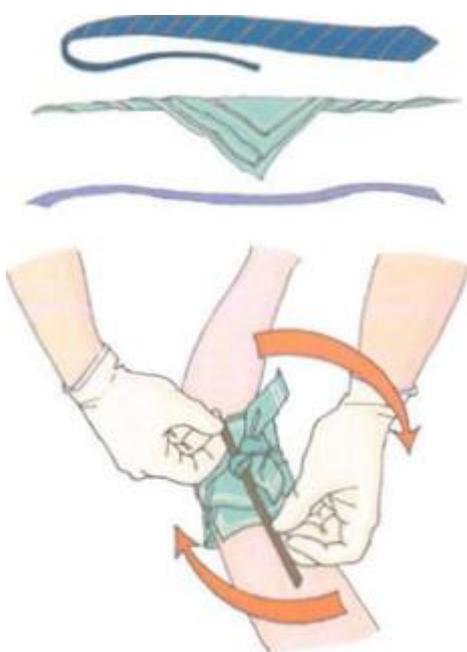
- Жгут не должен быть закрыт повязкой или одеждой, т.е. должен быть на виду.



- Точное время наложения жгута следует указать в записке, записку поместить под жгут.
- Максимальное время нахождения жгута на конечности не должно превышать 60 минут в теплое время года и 30 минут в холодное.
- После наложения жгута конечность следует иммобилизовать (обездвижить) и термоизолировать (укутать) доступными способами.

Если максимальное время наложения жгута истекло, а медицинская помощь недоступна, следует сделать следующее:

1. Осуществить пальцевое прижатие артерии выше жгута.
2. Снять жгут на 15 минут.
3. По возможности выполнить лёгкий массаж конечности, на которую был наложен жгут.
4. Наложить жгут чуть выше предыдущего места наложения.
5. Максимальное время повторного наложения – 15 минут.



В качестве жгута можно использовать тесьму, платок, галстук и другие подобные вещи. Для остановки кровотечения в этом случае из указанных материалов делается петля, закручивающаяся до остановки или значительного ослабления артериального кровотечения с помощью любого прочного предмета (металлического или деревянного прута).

При достижении остановки кровотечения прут прибинтовывают к конечности. Импровизированные жгуты накладываются также по вышеописанным правилам.

Порядок оказания первой помощи при носовом кровотечении

Если пострадавший находится в сознании, необходимо усадить его со слегка наклоненной вперед головой и зажать ему нос в районе крыльев носа на 15 – 20 минут. При этом можно положить холод на переносицу. Если спустя указанное время кровотечение не остановилось, следует вызвать скорую медицинскую помощь, до приезда которой надо продолжать выполнять те же мероприятия.

Если пострадавший с носовым кровотечением находится без сознания, следует придать ему устойчивое боковое положение, контролируя проходимость дыхательных путей; вызвать скорую медицинскую помощь. [7]

2.2. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ ТРАВМАХ, ОТРАВЛЕНИЯХ И ДРУГИХ СОСТОЯНИЯХ, УГРОЖАЮЩИХ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЮ ПОСТРАДАВШЕГО

Понятие о травматическом шоке

Шок - это серьезное осложнение тяжелых травм и сильных кровотечений. Развитие шока сопровождается тяжелыми нарушениями в работе всех систем организма, вплоть до смерти пострадавшего как на месте происшествия, так и впоследствии, на этапе транспортировки. При его развитии отмечаются нарушения

дыхания и кровообращения, бледность, холодная влажная кожа, возбуждение, сменяющееся апатией. В большинстве случаев развитие шока требует усилий со стороны медработников, имеющих соответствующее оснащение. Однако, выполненные на этапе первой помощи простейшие действия (остановка кровотечения, придание пострадавшему оптимального положения тела, иммобилизация травмированных конечностей) позволяют предупредить развитие шока или снизить его тяжесть.

Подробный осмотр производится для выявления травм различных областей тела. Он более детальный, чем обзорный и производится в определенной последовательности. Вначале осматривается и аккуратно ощупывается голова.

Далее осматривается шея пострадавшего для выявления возможных деформаций, костных выступов, болезненных мест. Осматривать следует крайне осторожно и аккуратно. Грудная клетка пострадавшего осматривается и ощупывается в следующей последовательности «передняя поверхность – задняя поверхность – боковые стороны». Без особой необходимости не следует поворачивать пострадавшего, чтобы осмотреть спину, достаточно аккуратно ощупать.

После осмотра грудной клетки следует осмотреть живот и область таза. Важно уделить внимание не только поиску открытых ран, но и наличию явно видимых кровоподтеков и ссадин как признаков возможной тупой травмы живота, внутренних органов и костей таза.

Последними осматриваются конечности, также допускается аккуратное ощупывание указанных областей. При осмотре конечностей следует обратить внимание на их возможную деформацию как один из признаков перелома костей.

Подробный осмотр следует проводить очень внимательно и осторожно, чтобы не причинить дополнительные страдания пострадавшему и не пропустить у него какой-либо тяжелой травмы.

Травмы головы. Оказание первой помощи

Травмы головы являются одними из наиболее тяжелых повреждений, которые пострадавшие могут получить в результате происшествий. Очень часто они (особенно ранения волосистой части головы) сопровождаются значительным кровотечением, которое может угрожать жизни пострадавшего на месте происшествия.

Травмы головы часто сопровождаются нарушением функции головного мозга. Для черепно-мозговой травмы характерны бледность, общая слабость, сонливость, головная боль, головокружение и потеря сознания. Пострадавший может быть в сознании, но при этом не помнит обстоятельств травмы и событий, ей предшествующих. Более тяжелое повреждение мозга сопровождается длительной потерей сознания (кома), параличами конечностей. Переломы костей черепа могут сопровождаться, кроме того, следующими признаками: выделение бесцветной или кровянистой жидкости из ушей, носа; кровоподтеки вокруг глаз.

Первая помощь при травме головы будет заключаться в вызове скорой медицинской помощи и контроле состояния пострадавшего, находящегося в сознании.

Если пострадавший находится без сознания, следует придать ему устойчивое



боковое положение, которое уменьшает вероятность западения языка и сводит к минимуму возможность попадания рвотных масс или крови в дыхательные пути.

При наличии раны надо наложить повязку.



В случае, если у пострадавшего отмечаются признаки нарушения целостности костей черепа, необходимо обложить края раны бинтами и только после этого накладывать повязку.

При повреждениях глаз следует наложить повязку с использованием стерильного перевязочного материала из аптечки первой помощи. Повязка в любом случае накладывается на оба глаза.

При отсутствии признаков дыхания необходимо приступить к проведению СЛР в объеме надавливаний на грудину и вдохов. При нахождении в ране инородного предмета нужно зафиксировать его, обложив салфетками или бинтами, и наложить повязку. Извлекать инородный предмет запрещено.

Травмы шеи, оказание первой помощи

Травмы шеи могут представлять непосредственную опасность для жизни в том случае, если имеется повреждение крупных сосудов, особенно сонных артерий. Для того, чтобы предупредить смерть пострадавшего, необходимо сразу после обнаружения артериального кровотечения произвести его остановку.

Наиболее быстрым способом является пальцевое прижатие сонной артерии между раной и сердцем, производимое в указанной точке.

При затруднениях с определением места надавливания возможно использовать прямое давление на рану.

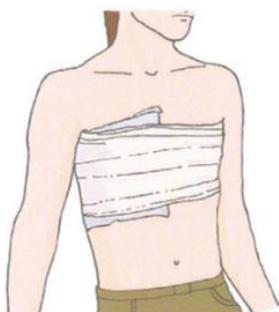
При наличии венозного кровотечения для его остановки используется бинтовая давящая повязка.



При травмах груди часто отмечаются переломы и ушибы ребер, которые характеризуются припухлостью в месте перелома, резкой болью, усиливающейся при дыхании и изменении положения тела пострадавшего.

При переломах и ушибах ребер необходимо придать пострадавшему полусидящее положение и контролировать его состояние до прибытия скорой медицинской помощи.

Помимо переломов ребер встречаются и ранения груди, при которых нарушается ее герметичность, что, в свою очередь, приводит к резким нарушениям в работе легких и сердца. Без оказания адекватной и своевременной помощи это может привести к смерти пострадавшего в течение короткого промежутка времени. Признаками такого повреждения является наличие раны в области груди, через которую во время вдоха с характерным всасывающим звуком засасывается воздух; на выдохе кровь в ране может пузыриться. Дыхание у пострадавшего частое, поверхностное, кожа бледная с синюшным оттенком.



При ранениях груди следует осуществить первичную герметизацию раны ладонью пострадавшего до наложения повязки, после чего наложить герметизирующую повязку с использованием воздухонепроницаемого материала (упаковка от перевязочного пакета или бинта, полиэтилен, клеенка).

После наложения воздухонепроницаемого материала его можно закрепить лейкопластырем с трех сторон или оставить незафиксированным уголок. Оставленный свободный уголок выполняет функцию клапана – не дает воздуху поступать в грудь и позволяет снизить избыточное давление в ней.

Другим доступным способом является закрепление воздухонепроницаемого материала бинтом. Такому пострадавшему также следует придать полусидящее положение с наклоном в пораженную сторону.

Травмы живота и таза, основные проявления. Оказание первой помощи

Тупая травма живота может оставаться незамеченной, пока внутреннее кровотечение не вызовет резкого ухудшения состояния, при этом пострадавшие будут жаловаться на постоянную острую боль по всему животу, сухость во рту; может отмечаться тошнота, рвота; наблюдается доскообразное напряжение мышц живота; признаки кровопотери. При ранениях живота с тяжёлыми травмами внутренних органов повреждения его передней стенки могут быть как значительными, так и малозаметными. Поэтому все пострадавшие с любыми травмами живота должны в обязательном порядке быть осмотрены врачом.

При наличии проникающего ранения живота может быть выпадение внутренних органов, внутреннее или наружное кровотечение.

Первая помощь – вызвать скорую медицинскую помощь, на рану наложить нетугую повязку, выпавшие внутренние органы закрыть стерильными салфетками (желательно, смоченными водой), положить холод на живот, пострадавшему придать положение на спине с валиком под полусогнутыми ногами. При нахождении в ране инородного предмета зафиксировать его, обложив салфетками или бинтами, и наложить повязку для остановки кровотечения. При повреждении живота запрещается вправлять в рану выпавшие внутренние органы, туго прибинтовывать их, извлекать из раны инородный предмет, давать обезболивающие препараты, поить и кормить пострадавшего.

Травмы таза также могут представлять опасность для жизни пострадавшего. К примеру, такие травмы наблюдаются у пешеходов, сбитых грузовым автотранспортом. Очень часто сочетаются с повреждениями живота. Признаками травмы таза могут быть боли внизу живота, кровоподтеки и ссадины в этой области.

Первая помощь при травмах таза заключается в придании пострадавшему положения на спине с валиком под полусогнутыми разведенными ногами и контроле его состояния до прибытия бригады скорой медицинской помощи. На область предполагаемой травмы можно положить холод.



Травмы конечностей, оказание первой помощи

Травмы конечностей часто сопровождается повреждением кровеносных сосудов, поэтому важно своевременно остановить обнаруженное кровотечение. Для этого применяются все способы: прямое давление на рану, наложение давящей повязки, наложение кровоостанавливающего жгута, максимальное сгибание конечности в суставе, пальцевое прижатие артерии.

Выбор способа определяется следующими факторами:

- вид кровотечения. Для остановки венозного кровотечения не следует использовать наложение жгута или пальцевое прижатие артерии;
- место ранения;
- предполагаемый срок прибытия медработников. В случае, если их прибытие ожидается в ближайшее время, можно использовать более простые способы остановки, например, прямое давление на рану;
- наличие оснащения. При отсутствии табельных жгутов, для остановки артериального кровотечения возможно применение подручных средств – галстуков, ремней;
- состояние (остановилось или не остановилось) кровотечения.

При наличии подозрения на травму костей, человеку, оказывающему первую помощь, следует определиться с тактикой действий в отношении пострадавшего.

В основной массе случаев следует вызвать и дождаться бригаду скорой медицинской помощи, которая сможет выполнить качественное обезболивание и иммобилизацию травмированной конечности.

Если же в результате особых обстоятельств предполагается транспортировка пострадавшего (или его переноска на дальнейшее расстояние), следует обездвижить (иммобилизовать) поврежденную конечность. При этом следует фиксировать минимум два сустава (один ниже, другой выше перелома), при переломе плеча и бедра надо фиксировать три сустава плечевой, локтевой, лучезапястный или тазобедренный, коленный, голеностопный соответственно.

На поврежденную конечность накладывать шины или подручные средства следует без исправления положения конечности. При отсутствии шин поврежденную ногу можно прибинтовать к здоровой ноге, проложив между ними мягкий материал.



Поврежденную руку можно зафиксировать, прибинтовав к туловищу. На область предполагаемой травмы можно положить холод.[5]

Травмы позвоночника, оказание первой помощи

Повреждение позвоночника – серьезный вид травм. При ударе сзади или наезде на препятствие (в т.ч. и при лобовом столкновении) может возникнуть так называемая «хлыстовая» травма, приводящая к повреждению шейных позвонков вследствие резкого разгибания или резкого сгибания шеи.



При этом даже незначительное смещение поврежденных шейных позвонков может привести к тяжелым последствиям, вплоть до летального исхода. Вывихи и переломы шейных позвонков проявляются резкой болью в области шеи. Пострадавший может поддерживать голову руками, мышцы шеи будут напряжены.

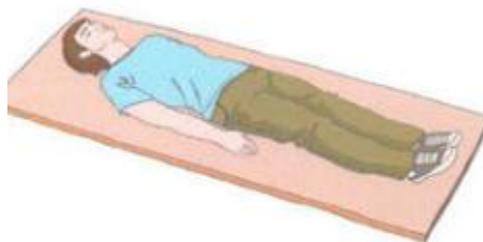
При травме шейного отдела позвоночника с повреждением спинного мозга пострадавший может быть в сознании, но полностью или частично обездвижен. Повреждения грудного и поясничного отделов позвоночника чаще происходит при наезде транспортного средства на пешехода. Вывихи и переломы грудных и

поясничных позвонков сопровождаются болями в области поврежденного позвонка. При повреждении спинного мозга могут быть нарушения чувствительности и движений в конечностях (параличи). Необходимо исключить дополнительную травму и возможность повреждения спинного мозга при переноске, транспортировке, перекладывании, исследовании (пострадавшего нельзя сажать, ставить на ноги, поворачивать голову).

При извлечении пострадавшего из транспорта необходимо использовать фиксацию шеи с помощью рук.

После извлечения или на этапе транспортировки пострадавший должен находиться на ровной, жесткой, горизонтальной поверхности.

Перемещение или перекладывание пострадавшего следует осуществлять с помощью нескольких человек, особое внимание следует уделить фиксации шейного отдела позвоночника.



При отсутствии дыхания или кровообращения необходимо приступить к СЛР в объеме надавливаний на грудину и вдохов.

2.3. ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ ПРОЧИХ СОСТОЯНИЯХ

Виды ожогов, их признаки, оказание первой помощи

Ожоги могут возникать под воздействием прямого повреждения кожи пламенем, паром, горячим предметом (термические ожоги); кислот, щелочей и других агрессивных веществ, (химические ожоги); электричеством (электроожоги).

Термический ожог – возникает при контакте с раскаленными предметами, паром и горячим воздухом, кипятком или другими жидкостями. При продолжительном воздействии с ними (например, при падении в резервуары) возникают глубокие поражения.

Чаще всего ожоги от горячих жидкостей локализуются в области живота, промежности, нижних конечностей. Такие ожоги наблюдаются в 68% случаев. Они могут быть вызваны и горячими вязкими веществами (карамельная масса, битум, смола), которые, прилипая к поверхности тела, способствуют длительному и глубокому прогреванию тканей.

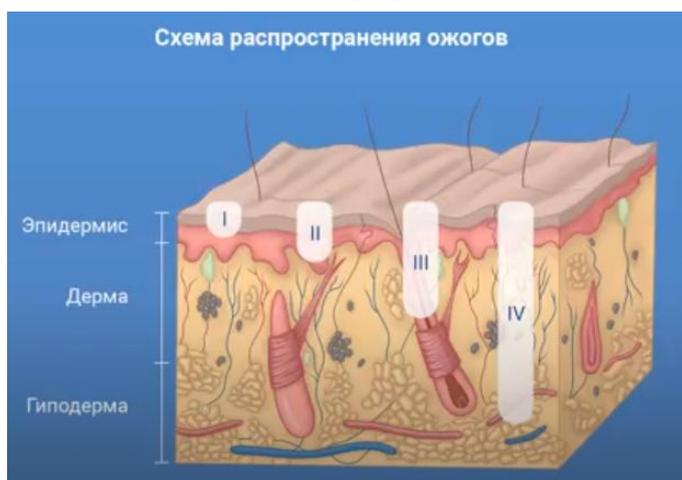
Электрические ожоги – наиболее часто встречаются при работе с техническим оборудованием и, реже, при ударе молнии. При таких ожогах наблюдается нарушение различных функций организма, а именно органов дыхания, сердца и других. Также они сопровождаются повреждениями кожных покровов. При незначительном контакте с током можно наблюдать головокружение, обморок. При более сложной травме может произойти остановка дыхания. В некоторых случаях наступает клиническая смерть.

Химический ожог – может возникнуть при контакте с химическими веществами такими как: щелочь, кислота и др. При воздействии кислот на клетки кожи происходит их перегревание. Глубина таких ожогов зачастую зависит от температуры и времени воздействия химиката на ткани.

Солнечные ожоги – это поражения кожи, полученные от ультрафиолетовых лучей, например, при нахождении в солярии или на пляже. Эти ожоги по своим симптомам и по способам лечения похожи на термические.

Своевременное оказание первой помощи может не только облегчить боль, но и спасти от инвалидности и даже смертельного исхода!

Оказание помощи при различных видах ожогов практически одинаково.

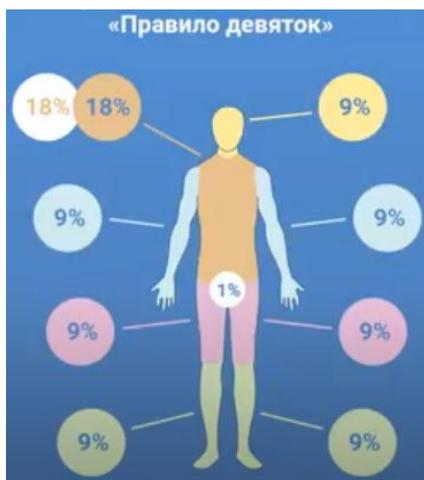


Выделяют четыре степени ожогов, однако для оказания первой помощи проще разделить ожоги на поверхностные и глубокие.

Признаками поверхностного ожога являются покраснение и отек кожи в месте воздействия поражающего агента, а также появление пузырей, заполненных прозрачной жидкостью.

Глубокие ожоги проявляются появлением пузырей, заполненных

кровянистым содержимым, которые могут быть частично разрушены; кожа может обугливаться и становиться нечувствительной к боли. Часто при ожогах сочетаются глубокие и поверхностные поражения.



Тяжесть состояния пострадавшего зависит не только от глубины повреждения, но и площади ожоговой поверхности. Площадь ожога можно определить «методом ладони» (площадь ладони примерно равна 1% площади поверхности тела) или «методом девяток» (при этом площадь тела делится на участки, размеры которых кратны 9% площади тела – голова и шея 9%, грудь 9%, живот 9%, правая и левая рука по 9%; правая и левая нога по 18%, спина 18%), оставшийся 1% область промежности. При определении площади ожога можно комбинировать эти способы.

Наиболее опасными для жизни пострадавшего являются поверхностные ожоги площадью более 15% и глубокие ожоги площадью более 5% площади тела. Первая помощь при ожогах заключается в прекращении действия повреждающего агента (тушение), охлаждении обожженной части тела под струей холодной воды (при отсутствии воды можно заменить приложением холода). Ожоговую поверхность следует закрыть нетугой повязкой, дать пострадавшему теплое питье.

При оказании первой помощи запрещается вскрывать ожоговые пузыри, убирать с пораженной поверхности части обгоревшей одежды, наносить на пораженные участки мази, жиры.

Перегревание, оказание первой помощи

Перегревание (тепловой удар, гипертермия) развивается обычно при нарушении теплоотдачи из организма вследствие длительного нахождения людей в условиях повышенной температуры окружающего воздуха (особенно в сочетании с высокой влажностью) – в автомобиле или помещении; при работе в защитном снаряжении, затрудняющем теплоотдачу.

Признаками перегревания являются повышенная температура тела, влажная бледная кожа, головная боль, тошнота и рвота, головокружение, слабость, потеря сознания, судороги, учащённое сердцебиение, учащённое поверхностное дыхание. В тяжелых случаях возможно развитие сердечного приступа, остановка дыхания и кровообращения.

При возникновении признаков перегревания, пострадавшего необходимо переместить в прохладное место, при наличии сознания дать выпить охлаждённой воды, расстегнуть или снять одежду. Пострадавшему без признаков сознания следует придать устойчивое боковое положение.

Не следует допускать резкого охлаждения тела пострадавшего (например, помещать в ванну с ледяной водой). До приезда скорой медицинской помощи нужно контролировать состояние пострадавшего, быть готовым к началу СЛР.

Холодная травма, ее виды, оказание первой помощи

Наиболее часто встречается отморожение – местное повреждение тканей, вызванное длительным воздействием низкой температуры. Признаки отморожения

– потеря чувствительности кожи, появление на ней белых, безболезненных участков.

При выраженном отморожении возможно появление «деревянного звука» при постукивании пальцем по поврежденной конечности, невозможность или затруднение движений в суставах. Через некоторое время после согревания на пораженной конечности появляются боль, отек, краснота с синюшным оттенком, пузыри.

Первая помощь при отморожении незамедлительно укрыть поврежденные конечности и участки тела теплоизолирующим материалом (вата, одеяло, одежда), т.к. согревание должно происходить "изнутри" с опережающим восстановлением кровообращения; создать обездвиженность поврежденного участка тела; переместить пострадавшего в теплое помещение, дать теплое питье.



Пораженные участки нельзя активно согревать (опускать в горячую воду), растирать, массировать, смазывать чем-либо.

Переохлаждение (общее охлаждение, гипотермия) – расстройство функций организма в результате понижения температуры тела под действием холода. Как правило, развивается на фоне нарушений терморегуляции, вызванных длительным нахождением на холоде в одежде, несоответствующей температурному режиму или в результате травмы, физического переутомления, голодания, алкогольного или наркотического опьянения; в детском или старческом возрасте.

Признаками переохлаждения пострадавшего являются жалобы на ощущение холода, дрожь, озноб (в начальной стадии переохлаждения). В дальнейшем появляется заторможенность, утрачивается воля к спасению, появляется замедление пульса и дыхания.

При продолжающемся переохлаждении сознание утрачивается, пульс замедляется до 30-40 в минуту, а число дыханий до 63 в минуту. Переохлаждение может сочетаться с отморожениями, что следует учитывать при оказании первой помощи, в ходе которой следует поменять одежду пострадавшего на теплую и сухую и укутать его, переместить в более теплое помещение, дать тёплое питье (если он находится в сознании). В помещении можно осуществить согревание в виде теплых воздушных ванн (направить на пострадавшего поток теплого воздуха).

При выраженном переохлаждении необходимо контролировать состояние, быть готовым к проведению СЛР в объеме надавливаний на грудину и вдохов.[8]

2.4. ОТРАВЛЕНИЯ, ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

Токсическое вещество может попасть в организм человека четырьмя путями:

1. Через пищеварительный тракт. Отравление через пищеварительный тракт чаще всего происходит при попадании токсических веществ в организм через рот. Это могут быть антифриз, топливо, лекарственные препараты, моющие средства, пестициды, грибы и растения.
2. Через дыхательные пути. Газообразные или вдыхаемые токсические вещества попадают в организм при вдохе. К ним относятся газы и пары, например, угарный газ, выходящий из выхлопной трубы

автомобиля или попадающий в помещение из-за плохой вытяжки в печи или обогревательном устройстве и такие вещества, как хлор, различные виды клея, красителей и растворителей очистителей.

3. Через кожу и слизистые оболочки. Токсические вещества, проникающие через кожный покров, могут содержаться в некоторых растениях, растворителях и средствах от насекомых.
4. В результате инъекции. Инъецируемые токсические вещества попадают в организм при укусе или ужалении насекомыми, животными и змеями, а также при введении лекарства или наркотиков шприцем.

Основные проявления отравлений:

- Особенности места происшествия – необычный запах, открытые или опрокинутые емкости с химическими веществами, открытая аптечка с рассыпанными таблетками, поврежденное растение, шприцы и т.д.
- Общее болезненное состояние или вид пострадавшего; признаки и симптомы внезапного приступа заболевания.
- Внезапно развившиеся тошнота, рвота, понос, боли в груди или животе.
- Затруднение дыхания, потливость, слюнотечение.
- Потеря сознания, мышечные подергивания и судороги, ожоги вокруг губ, на языке или на коже, неестественный цвет кожи, раздражение, ранки на ней.
- Странная манера поведения человека, необычный запах изо рта.

Для предупреждения случаев отравлений рекомендуется использовать при работе с ядами рекомендованные правилами и нормами средства индивидуальной защиты (респираторы, перчатки, защитную одежду), держать все лекарства, хозяйственные средства, ядовитые растения и прочие опасные вещества вне доступности от детей, использовать шкафы с замком, относиться ко всем хозяйственным и лекарственным веществам как к потенциально опасным, хранить все продукты и химические вещества в их фабричных упаковках с соответствующим названием, использовать специальные символы для ядовитых веществ и объяснить детям, что они обозначают, не употреблять в пищу просроченные продукты или продукты, качество которых вызывает сомнения, удостовериться, чтобы они не попали к детям.

Для профилактики отравлений необходимо соблюдать все предупреждения, указанные на наклейках, ярлыках и плакатах с инструкциями по технике безопасности, и следовать описанным там мерам предосторожности.

Общие принципы оказания первой помощи при отравлении:

- прекратить поступление яда в организм пострадавшего (например, удалить из загазованной зоны);
- опросить пострадавшего и попытаться выяснить, какой вид отравляющего вещества был принят, в каком количестве и как давно. Выяснение этих вопросов может облегчить оказание первой помощи, диагностику и интенсивную терапию отравления квалифицированными специалистами в дальнейшем. Если ядовитое

вещество неизвестно, соберите небольшое количество рвотных масс для последующей медицинской экспертизы;

- попытаться удалить яд (рекомендовать спровоцировать рвоту, стереть или смыть токсическое вещество с кожи и т.д.);
- оценить состояние и оказать первую помощь в зависимости от его тяжести.

Первая помощь при отравлении через рот попытаться удалить ядовитое вещество. Для этого можно рекомендовать пострадавшему вызвать рвоту, выпив большое количество воды (5-6 стаканов) и надавив двумя пальцами на корень языка. Следует вызвать рвоту как можно в более короткий срок после приема вещества, способного вызвать отравление.

Рвоту нельзя вызывать, если пострадавший находится без сознания. После рвоты необходимо посоветовать пострадавшему выпить еще 5-6 стаканов воды, чтобы уменьшить концентрацию ядовитого вещества в желудке и, при необходимости, вызвать рвоту повторно. До прибытия скорой медицинской помощи – контролировать состояние пострадавшего.

Первая помощь при отравлении через дыхательные пути – убедиться, что место происшествия не представляет опасности, при необходимости следует использовать индивидуальные средства защиты. Надо изолировать пострадавшего от воздействия газа или паров, для этого нужно вынести пострадавшего на свежий воздух.

При отсутствии сознания необходимо придать пострадавшему устойчивое боковое положение, а при отсутствии дыхания надо приступить к проведению СЛР в объеме надавливаний на грудину и вдохов, при этом следует использовать специальные средства защиты (маску с однократным клапаном, устройство дыхательной реанимации).

Первая помощь при отравлении через кожный покров – снять загрязненную одежду, удалить яд с поверхности кожи промыванием, при наличии повреждений кожи – наложить повязку.

При отравлении метиловым спиртом после приема внутрь обычно наступает заторможенность без типичного опьянения. Спустя несколько часов появляется головокружение, общая слабость, тошнота, рвота, боли в животе. Типичным признаком является нарушение зрения с развитием слепоты.

Отравление бензином возможно при случайном проглатывании или проникновении топлива через кожные покровы в результате длительного контакта с ним, а также вследствие вдыхания паров бензина при работе в закрытом помещении. В результате отравления возникает сильная головная боль, общая слабость, тошнота, рвота, кашель.

Больной становится неадекватным.

Отравление этиленгликолем (антифриз, тормозная жидкость) вначале проявляется в виде опьянения легкой степени, далее через 5 - 8 часов возникают боли в области желудка, рвота, понос, жажда, боли в пояснице, судороги, потеря сознания.

При приеме внутрь токсических доз этилового спирта после общеизвестных симптомов опьянения развивается отравление, для которого характерно следующее: бледность кожных покровов, снижение температуры тела, многократная рвота, непроизвольное выделение кала и мочи. Дыхание становится реже, пульс

поверхностный, частый. Возможны судороги, вдыхание рвотных масс. Могут быть остановка дыхания и кровообращения. [9].

Первая помощь при попадании инородного тела в верхние дыхательные пути

Порядок оказания первой помощи при частичном и полном нарушении проходимости верхних дыхательных путей, вызванном инородным телом

В соответствии с рекомендациями Европейского совета по реанимации и Национального совета по реанимации России, выделяют частичное или полное нарушение проходимости верхних дыхательных путей, вызванном инородным телом.

Признаки частичного нарушения проходимости: пострадавший может кашлять, шумно дышать, отвечать на вопросы.

При полном нарушении пострадавший не может говорить, кашлять, лицо его становится багровосинюшным.

При частичном нарушении проходимости следует предложить пострадавшему покашлять.

При полном нарушении проходимости верхних дыхательных путей необходимо предпринять меры по удалению инородного тела. Для этого необходимо сделать следующее:

1. Встать сбоку и немного сзади пострадавшего.
2. Придерживая пострадавшего одной рукой, другой наклонить его вперед, чтобы в случае смещения инородного тела оно попало в рот пострадавшего, а не опустилось ниже в дыхательные пути.



3. Нанести 5 резких ударов между лопатками основанием ладони.

4. Проверять после каждого удара, не удалось ли устранить закупорку.

Если после 5 ударов закупорка не устранена, то следует:

1. встать позади пострадавшего и

обхватить его

обеими руками на уровне верхней половины живота;

2. сжать кулак одной из рук и поместить его над пупком;

3. обхватить кулак другой рукой и, слегка наклонив пострадавшего вперед, резко надавить на его живот в направлении внутрь и кверху;

4. при необходимости надавливания повторить до 5 раз.

Если удалить инородное тело не удалось, необходимо продолжать попытки его удаления, перемежая удары по спине с давлением на живот по 5 раз.

Если пострадавший потерял сознание – необходимо начать СЛР в объеме надавливаний на грудину и искусственного дыхания. При этом следует следить за возможным появлением инородного тела во рту для того, чтобы своевременно удалить его.



В случае, если инородное тело оказалось в дыхательных путях тучного человека или беременной, оказание первой помощи начинается также, как и в предыдущем случае, с ударов между лопатками.

У тучных людей или беременных не осуществляется давление на живот. Вместо него проводятся надавливания на нижнюю часть груди.

Если инородное тело перекрыло дыхательные пути ребенку, то помощь оказывается аналогичным образом. Однако следует помнить о необходимости дозирования усилий (удары и толчки наносятся с меньшей силой). Кроме того, детям до 1 года нельзя выполнять толчки в живот. Вместо них производятся толчки в нижнюю часть грудной клетки.

При выполнении ударов и толчков грудным детям следует располагать их на предплечье человека, оказывающего помощь, головой вниз; при этом необходимо придерживать голову ребенка. Остановка дыхания является наиболее опасным состоянием, могущим привести к смерти пострадавшего в течение нескольких минут. Крайне важно своевременное и правильное проведение реанимационных мероприятий, что может способствовать спасению жизни пострадавших.

Попадание инородных тел в верхние дыхательные пути – достаточно часто встречающееся происшествие, при котором смерть подавившегося без оказания помощи практически неминуема. Простые действия позволяют избежать этого печального финала. [10].

Контрольные вопросы

- 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 пострадавшему в состоянии шока.
- Ожоги и правила оказания первой помощи при ожогах (понятие, классификация, определение степени и площади ожога).
- 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.
- Отморожения и правила оказания первой помощи при отморожении.
- Отравления и правила оказания первой помощи при отравлениях.
- Правила транспортировки пострадавших.

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 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:



Рис. 1. 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 непрямым массаж сердца. При прикладываемом усилии (25+2 кгс), глубине продавливания 1/3 грудины (для данного габарита человека это 4-5 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 1,5 л/с и объем не менее 400 - 500 см³) 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 – 30»)

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 – 30», нажав соответствующую кнопку.
5. Начать реанимационные мероприятия по правилам проведения первой помощи (2ИВЛ + 30 нажатий, несколько подходов в течении 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 («2 – 30»)

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 «30 – 2» нажав соответствующую кнопку.

Начать реанимационные мероприятия по правилам проведения первой помощи (2ИВЛ + 30 нажатий, несколько 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.

Список литературы:

1. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» определяет первую помощь как особый вид помощи (отличный от медицинской), оказываемой лицами, не имеющими медицинского образования, при травмах и неотложных состояниях до прибытия медицинского персонала: Федеральный закон от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ.
2. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» каждый гражданин имеет право оказывать первую помощь при наличии соответствующей подготовки и (или) навыков: Федеральный закон от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ.ч. 4 ст.
3. Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь и перечня мероприятий по оказанию первой помощи: приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 4 мая 2012 г. № 477н.
4. Об утверждении состава и рекомендаций по применению аптечки первой помощи (автомобильной): приказ Минздравмедпрома России № 325 от 20.08.1996 г., в редакции приказа Минздравсоцразвития России № 697н от 08.09.2009 г.
5. Первая помощь при переломах. - М.: изд-во «Медицина», 1968.
6. Инструкция по оказанию первой медицинской помощи при несчастных случаях на геологоразведочных работах/ Цаплина Л.С.. - М.: Недра, 1986.
7. Первая помощь при повреждениях и несчастных случаях / Борисов Е. С., Буров Н. Е., Поляков В. А. и др.; Под ред. В. А. Полякова. - М.: Медицина, 1990
8. Горячев С.Ф. Безопасность жизнедеятельности и медицина катастроф/ С.Ф. Горячев. - Ростов - на - Дону: Феникс, 2006.- 576 с.
9. Медицина катастроф: учебное пособие / Р.Р. Ахмеджанов, А.В. Штейнле; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013 – 67 с.
10. Аверкиев, А. А. Организация и ведение аварийно-спасательных работ: учеб. пособие / А. А. Аверкиев, И. И. Романцов, А. И. Сечин // Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 137 с.

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 м³ воздуха. Максимальная влажность F – масса водяного пара, который может насытить 1 м³ 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. 1);
- 3) характеристику помещения по тепловому облучению.

Классификация работ по категории тяжести определяется по затрачиваемой работниками энергии и приведена в табл. 1.

Таблица 1

Классификация работ по тяжести (СанПиН 2.2.4.548-96)

Категория работ	Характеристика работ	Физически е энергзатраты, 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. 2, 3.

Таблица 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
Отопление	Ia	22–24	21–25	60–40	0,1

	Iб	21–23	20–24		0,1
	IIа	19–21	18–22		0,2
	IIб	17–19	16–20		0,2
	III	16–18	15–19		0,3
Теплый	Iа	23–25	22–26	60–40	0,1
	Iб	22–24	21–25		0,1
	IIа	20–22	19–23		0,2
	IIб	19–21	18–22		0,2
	III	18–20	17–21		0,3

Таблица 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	Iа	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
	IIа	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	Iа	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2

	Иб	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0		0,1	0,3
	Па	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0		0,1	0,4
	Пб	16,0 - 18,9	21,1 - 27,0	15,0 - 28,0		0,2	0,5
	Ш	15,0 - 17,9	20,1 - 26,0	14,0 - 27,0		0,2	0,5

Таблица 4

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

Категория работ	Температура воздуха вне струи, °С	Средняя на 1 м ² скорость воздуха в душирующей струе на рабочем месте, м/с	Температура смеси воздуха в душирующей струе, °С, на рабочем месте при поверхностной плотности лучистого теплового потока, Вт/м ²				
			140-350	700	1400	2100	2800
Легкая - Ia, Ib	28	1	28	24	21	16	20
		2	-	28	26	24	24
		3	-	-	28	26	25
		3,5	-	-	-	27	-
Средней тяжести - Па, Пб	27	1	27	22	-	-	-
		2	28	24	21	16	-
		3	-	27	24	21	18
		3,5	-	28	25	22	19
Тяжелая - Ш	26	2	25	19	16	-	-
		3	26	22	20	18	17 19
		3,5	-	23	22	20	

Примечания

1 При температуре воздуха вне струи, отличающейся от указанной в таблице, температуру смеси воздуха в душирующей струе на рабочем месте следует повышать или понижать на 0,4 °С на каждый градус разности от значения, приведенного в таблице, но принимать не ниже 16 °С.

2 Поверхностную плотность лучистого теплового потока следует принимать равной средней за время облучения.

3 При длительности воздействия лучистого теплового потока менее 15 или более 30 мин непрерывной работы температуру смеси воздуха в душирующей струе допускается принимать соответственно на 2 °С выше или ниже значений, приведенных в таблице.

4 Для промежуточных значений поверхностной плотности лучистого теплового потока температуру смеси воздуха в душирующей струе следует определять интерполяцией.

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. 5, 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.

Таблица 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		
	Iа–Iб	IIа–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

Таблица 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 влаготдача 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 редуидратацию организма, например, работники должны пить подсолненную 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 кДж/(м³·ч) горячие, характеризующиеся большими избытками тепла более 90 кДж/(м³·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.

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:

- Электроплитка;
- Вентилятор.

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. 2. 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°С.

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 «←».

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 моделируемом рабочем месте (в соответствии с заданием преподавателя).

Таблица 7

Исходные данные для выполнения

Номер задания	Период года	Характеристика выполняемых работ
1	Теплый	Рабочее место инженера-проектировщика
2	Холодный	Рабочее место генерального директора
3	Теплый	Рабочее место токаря за станком с ЧПУ
4	Холодный	Рабочее место мастера контролера
5	Теплый	Рабочее место начальника смены
6	Холодный	Рабочее место подсобного рабочего в магазине
7	Теплый	Рабочее место кухонного работника
8	Холодный	Рабочее место экономиста
9	Теплый	Рабочее место кассира
10	Холодный	Рабочее место оператора насосной станции
11	Теплый	Рабочее место ремонтника нефтегазового оборудования
12	Холодный	Рабочее место строгальщика (фрезеровщика)
13	Теплый	Рабочее место электрика
14	Холодный	Рабочее место лаборанта-аналитика
15	Теплый	Рабочее место автомеханика
16	Холодный	Рабочее место оператора котельной
17	Теплый	Рабочее место химика-технолога

18	Холодный	Рабочее место оператора доильной установки
19	Теплый	Рабочее место электрика пожарной сигнализации
20	Холодный	Рабочее место гардеробщика

Температура, влажность и скорость воздуха на рабочем месте измеряются метеометром МЭС-200А. Измерительный шуп 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. 8.

По табл. 1 определяется категория тяжести выполняемой в лаборатории работы. По табл. 2 – оптимальные и по табл. 3 – 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. 5 и 6 устанавливается рекомендуемое время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин. Результаты работы записывают в табл. 8.

2. МИКРОКЛИМАТ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИСТОЧНИКА ТЕПЛА.

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

Включается электрическая плитка. После ее нагрева, измерительный шуп метеометра помещается в зону дыхания работника на рабочем месте. Метеометром измеряется температура, влажность и скорость воздуха на рабочем месте, при этом температура воздуха не должна превышать 32,5 °С. Результаты измерения заносятся в табл. 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. 5 и 6 устанавливается рекомендуемое время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин. Результаты работы записывают в табл. 8.

3. МИКРОКЛИМАТ ПРИ ВОЗДУШНОМ ДУШИРОВАНИИ

В третьем задании исследуется микроклимат в условиях воздушного душирования на моделируемом рабочем месте. Включается электрическая плитка. После ее нагрева, включается вентилятор. Измерительный шуп метеометра помещается в зону дыхания работника на рабочем месте вблизи плитки. Метеометром измеряется температура, влажность и скорость воздуха на рабочем месте. Результаты измерения заносятся в табл. 8.

При превышении допустимой скорости воздушного потока (более 0,5 м/с), по табл. 4 определяются нормы температур и скоростей движения воздуха при воздушном душировании. Тепловое облучение плитки составляет 2400 Вт/м².

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. 5 и 6 устанавливается рекомендуемое время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин. Результаты работы сводятся в табл. 8.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое микроклимат на рабочем месте?
2. Какие показатели нормируются на рабочем месте?
3. Каким прибором измеряются данные показатели на РМ?
4. На какой высоте производить замеры показателей микроклимата?
5. Сколько этапов выполнения работ и чем они отличаются?
6. По какому нормативному документу проводится нормирование показателей микроклимата?
7. Что учитывают нормы?
8. Как определить категорию тяжести работ?

Таблица 8

Сводная таблица

Номер этапа	Период года	Категория работы	Результаты измерений			Нормированные значения			Время работы в неблагоприятных условиях	Оценка соответствия
			$t, ^\circ\text{C}$	$W, \%$	$v, \text{м/с}$	$t_{\text{опт}}, ^\circ\text{C}$	$W_{\text{опт}}, \%$	$v_{\text{опт}}, \text{м/с}$		
						$t_{\text{доп}}, ^\circ\text{C}$	$W_{\text{доп}}, \%$	$v_{\text{доп}}, \text{м/с}$		
1										
2										
3										

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение принципов оценки освещения производственных помещений, количественных и качественных характеристик источников искусственного освещения, оценка влияния различных факторов на их величину. Знакомство с различными приборами для измерения характеристик источников света.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основная информация об окружающем нас мире поступает через зрительное восприятие, повышенная активность и работоспособность зависит от хорошего освещения в рабочем помещении. Именно поэтому обеспечение рационального освещения на рабочих местах является одной из задач охраны труда.

Освещение – использование света для того, чтобы сделать видимыми объекты и/или их окружение [ГОСТ Р 56228-2014].

Рациональное освещение помещений и рабочих мест – один из важнейших факторов создания благоприятных и безопасных условий труда. Напряженная зрительная работа у работников ряда профессий в условиях нерационально организованного освещения может стать причиной функциональных зрительных нарушений. И наоборот, правильно организованное освещение создает благоприятные условия труда, уменьшает возможность травматизма в условиях плохой видимости, повышает производительность и работоспособность человека.

Видимое излучение создает часть электромагнитного спектра с длинами волн от 380 до 760 нм (1 нм = 10⁻⁹ м), регистрируемых человеческим глазом. Излучения различной длины волн в пределах видимой части спектра вызывают в органах зрения человека различные цветовые и световые ощущения: от фиолетового, с длиной волны 380-440 нм до красного, с длиной волны 630-760 нм.

Основными показателями, характеризующими свет, являются световой поток, сила света, освещенность и яркость.

Мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому ею световому ощущению, воспринимаемому человеческим глазом, называется световым потоком (Ф). За единицу светового потока принят люмен (лм).

Сила света I является основной единицей светотехники. Характеризует величину световой энергии, переносимой в некотором направлении в единицу времени. Количественно равна отношению светового потока, распространяющегося внутри элементарного телесного угла к этому углу

$$I = \frac{dF}{d\omega},$$

где dF световой поток (лм - люмен), dω телесного угла (часть пространства, заключенная внутри конической поверхности) (ср - стерадиан).

Единица измерения силы света в Международной системе единиц (СИ): кандела (кд).

Освещенность (E) – характеризует поверхностную плотность светового потока, люкс (лк).

$$E = \frac{dF}{dS},$$

где dF – световой поток, падающий на элемент поверхности, содержащий рассматриваемую точку, dS – площадь этого элемента, м² (СП 52.13330.2016)

Яркость (L) – отношение силы света в данном направлении к площади проекции изучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную этому направлению (кд м²)

$$B = \frac{dI}{dS} \cos \alpha$$

где I – сила света, кд; dS – площадь излучающей поверхности, м²; α – угол между направлением излучения и плоскостью, 1 рад.

В зависимости от источника света освещение может быть трех видов: естественное, искусственное и совмещенное (смешанное). Естественное освещение – освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

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 искусственное 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. Не следует путать комбинированное освещение с совмещенным, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным в течение полного рабочего дня.

Местное освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним участкам. 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 согл.СП 2016 искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное.

Рабочее освещение обеспечивает нормируемые световые условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и местах производства работ вне зданий.

Аварийное - освещение, предусматриваемое в случае выхода из строя питания рабочего освещения. Подразделяется эвакуационное и резервное. Виды аварийного освещения представлены на рисунке 1. Эвакуационное освещение подразделяется на освещение путей эвакуации (включая систему указания путей эвакуации),

освещение зон повышенной опасности и антипаническое эвакуационное освещение (рисунок 1).

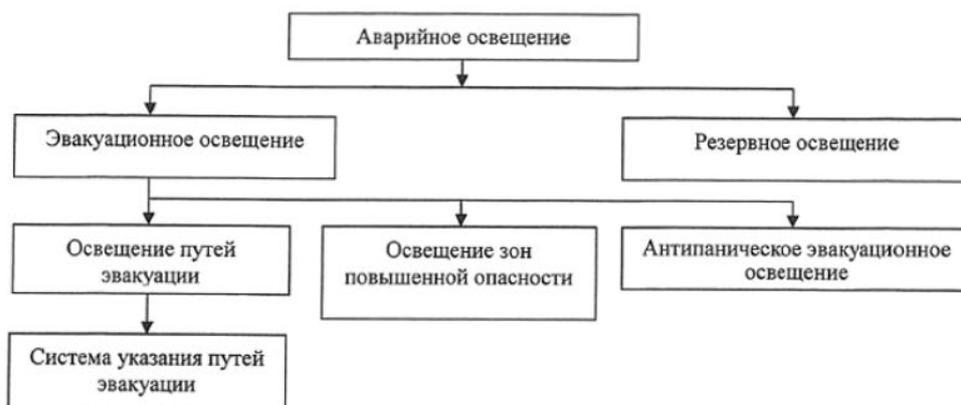


Рис. 3. Виды аварийного освещения

Аварийное освещение предусматривается на случай нарушения питания рабочего освещения. Аварийное освещение должно включаться автоматически при отключении питания рабочего освещения либо вручную, если автоматика не сработала.

Существует также резервное и эвакуационное освещения. Резервное – вид аварийного, позволяющее продолжить работу в случае отключения рабочего освещения. Эвакуационное аварийное освещение предназначено для эвакуации людей или завершения потенциально опасного процесса. 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 50% нормируемой освещенности через 5 с после нарушения питания рабочего освещения, а 100% нормируемой освещенности - через 10 с

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

Дежурное освещение используется в нерабочее время. Область применения, значения освещенности, равномерность и требования к качеству для дежурного освещения не нормируются.

В качестве источников искусственного освещения наиболее часто применяются лампы накаливания, газоразрядные лампы, светодиодные осветительные лампы.

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.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАМП	накаливания	люминисцентная	светодиодная
			
стоимость	низкая	средняя	высокая
расходы на эксплуатацию	высокие	средние	низкие
срок службы, час	до 1 000	до 10 000	около 50 000
пульсации - мерцания	15 - 25%	5 - 15%	0 - 5%
эффективность (КПД)	низкая	средняя	высокая
содержание ртути	нет	высокое	нет

Рис.4. Сравнительные характеристики различных типов ламп

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.

СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» определяют наименьшую освещенность рабочих поверхностей в производственных

помещениях в зависимости от вида производимой деятельности, а СП 52.13330.2016 «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 требуется различать в процессе работы.

Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается: светлым при коэффициенте отражения поверхности более 0,4; средним 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 между яркостью объекта и фона к яркости фона. Контраст объекта различения с фоном считается:

- большим - при К более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости);
- средним - при К от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости);
- малым - при К менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости).

В соответствии с СП 52.13330.2016 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 с СП 52.13330.2016 приведены в таблице 9.

Таблица 9

Требования к освещению помещений промышленных предприятий (по СП 52.13330.2016)

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения,	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
						всего	в том числе от общего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	—
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	4000	400	1250
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	2500	300	750
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	1500	200	400

Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	a	Малый	Тёмный	4000	400	-
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	3000	300	750
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	2000	200	500
			г	Средний Большой «	Светлый Светлый Средний	1000	200	300
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	a	Малый	Тёмный	2000	200	500
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	1000	200	400
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	750	200	300
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	400	200	200
Средней точности	От 0,5 до 1,0	IV	a	Малый	Тёмный	750	200	400
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	500	200	300

			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	—	—	200
Малой точности	Св. 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	—	—	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	—	—	200
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	—	—	200
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	—	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		—	—	200
Работа со светящим ися материал ами и изделиям и в горячих цехах	Более 0,5	VII	—	То же		—	—	200
Общее наблюден ие за ходом производс твенного процесса: постоянн ое периодич еское при постоянн ом пребыван ии людей		VIII	а	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		—	—	200
			б	То же		—	—	75

то же, при периодическом;		В	«	—	—	50
общее наблюдение за инженерными коммуникациями		Г	«	—	—	20

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.

Величину пульсации освещения характеризуют коэффициентом пульсации освещенности K_n . Значение K_n меняется от нескольких процентов (для ламп накаливания) до нескольких десятков процентов (для люминесцентных ламп).

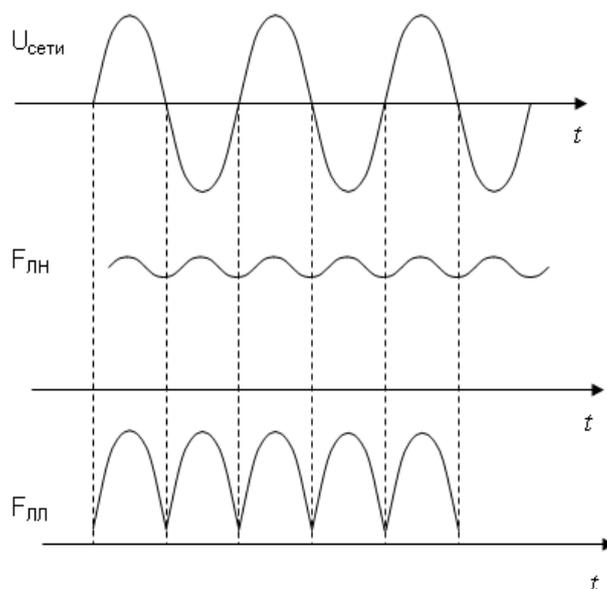


Рис. 5. Зависимости напряжения электропитания, светового потока лампы накаливания (ЛН) и люминесцентной лампы (ЛЛ) от времени

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

Поэтому величина коэффициента пульсации освещенности рабочей поверхности стола нормируется для газоразрядных ламп в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10

Нормируемые значения K_p 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

Величина, характеризующая эффективность использования источников света, называется коэффициентом использования светового потока или коэффициентом использования осветительной установки и определяется как отношение фактического светового потока F_{ϕ} к суммарному световому потоку используемых источников света $F_{л}$, определенному по их номинальной мощности в соответствии с нормативной документацией:

$$\eta = \frac{F_{\phi}}{F_{л}}. \quad (0.1)$$

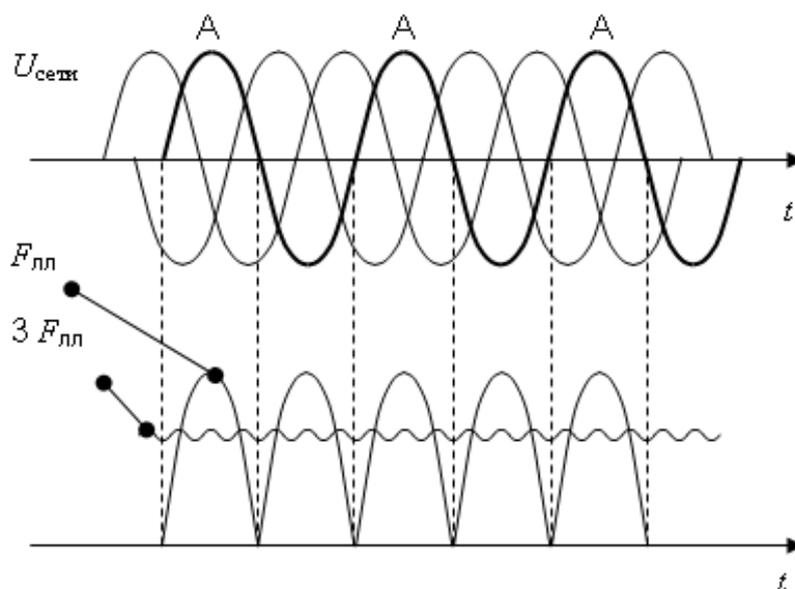


Рис. 6. Зависимости напряжения электропитания и световых потоков люминесцентных ламп, включенных в одну ($F_{лл}$) и в три ($3F_{лл}$) фазы сети электропитания от времени t

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

$$F_{ф} = E_{ср} S, \quad (0.2)$$

где S – площадь помещения, m^2 .

МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Лабораторная работа выполняется в 5 этапов:

1. Измеряется освещенность в рабочем помещении и сравнивается с нормами.
2. Измеряется коэффициент пульсации освещенности различных источников света и сравнивается с нормативными значениями.
3. Исследуется стробоскопический эффект, оценивается зависимость коэффициента пульсаций от способа подключения ламп к фазам трехфазной сети.
4. Исследуется энергетическая эффективность различных источников света
5. Исследуется зависимость коэффициент использования осветительной установки.

Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из макета производственного помещения, оборудованного различными источниками искусственного освещения, и люксметра–пульсметра 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.

В передней нижней части каркаса предусмотрено окно для установки датчика люксметра–пульсметра внутрь макета помещения. На уровне пола макета помещения размещен вентилятор для наблюдения стробоскопического эффекта. В верхней панели установлены одна лампа накаливания, одна светодиодная лампа, 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.



Рис. 7. Внешний вид лабораторного стенда

Подача электропитания на установку производится автоматическим выключателем, находящимся на задней панели каркаса, и индицируется сигнальной лампой, расположенной на передней панели каркаса. 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 рис. 5.4 люксметр–пульсметр типа ТКА–ПКМ–08, который предназначен для измерения освещенности в диапазоне от 10 до 200 000 лк и коэффициента пульсации в диапазоне от 0 до 100%.



Рис. 8. Люксметр–пульсметр типа ТКА–ПКМ–08

После включения прибора необходимо дождаться появления на дисплее надписи «Затемните датчик и нажмите HOLD». Накройте датчик рукой и нажмите кнопку «HOLD». При этом осуществляется автоматическая калибровка нулевых показаний прибора. Дождитесь появления на экране дисплея нулевых показаний и прибор готов к работе.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. ПРОВЕРКА НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ОСВЕЩЕННОСТИ В АУДИТОРИИ

Преподаватель задает вид деятельности работника либо наименьший размер объекта различения, согласно этим данным по табл.9 определяется характеристика зрительной работы и нормированное значение освещенности.

По табл. 9 определить и занести в таблицу данных (табл. 11):

- 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.

По табл. 10 определить и занести в таблицу данных норму по коэффициенту пульсаций освещенности (K_p).

Таблица данных 1 опыта

Характеристика зрительной работы		
Наименьший размер объекта, мм		
Подразряд зрительной работы		
Контраст объекта с фоном		
Характеристика фона		
Норма освещенности, E , лк		
Норма коэффициента пульсации, $K_{п.норм.}\%$		
Измеренная освещенность, $E_{изм.}$, лк	точка 1	
	точка 2	
	точка 3	
Измеренный коэффициент пульсаций, $K_{п.изм.}\%$	точка 1	
	точка 2	
	точка 3	

Освещенность и коэффициент пульсации измерить в 3 точках: непосредственно на рабочем столе (стол в центре аудитории), на рабочем месте преподавателя, на подоконнике. Сравнить измеренные значения освещенности и коэффициента пульсации с нормативными и сделать вывод о соответствии освещения в аудитории требуемым нормам.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПУЛЬСАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ЛАМП

Последовательно провести замеры коэффициента пульсаций освещенности для всех типов ламп (Л1 – Л7) и указанных их комбинаций (Л1Л2, Л1Л2Л3, Л5Л7) на лабораторном стенде. При проведении занятия в светлое время суток измерить коэффициент пульсации естественного света. Результаты внести в табл. 12

Таблица 12

Коэффициенты пульсации

Кп, измеренный для ламп, %										
LED*	Лампы накаливания			Люминесцентные лампы						Кп ест.света
Л6	Л5	Л7	Л5Л7	Л1	Л2	Л3	Л4	Л1Л2	Л1Л2Л3	

* Светодиодная лампа, мощностью 9 Вт

Сравнить измеренные значения коэффициента пульсаций освещенности с допустимыми значениями и сделать вывод о соответствии нормам (по табл. 10). Объяснить, почему Кп ламп люминесцентных ламп больше, чем у ламп накаливания. Почему у естественного света Кп равен нулю?

3. НАБЛЮДЕНИЕ СТРОБОСКОПИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Включить на лабораторном стенде люминесцентную лампу Л1 и вентилятор. Изменяя скорость вращения вентилятора добиться возникновения иллюзии неподвижности или обратного вращения. Далее включить одновременно лампы Л1

и Л2, а затем все три лампы Л1, Л2 и Л3. При одновременном включении трех ламп можно качественно убедиться в уменьшении стробоскопического эффекта. В выводе необходимо объяснить причину уменьшения Кп люминесцентных ламп при их одновременном включении, а также причину уменьшения стробоскопического эффекта.

4. ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Отдельно для каждой лампы (Л1, Л4-Л7) измерить создаваемую на уровне пола макета освещенность $E_{\text{факт}}$. Датчик люксметра необходимо располагать строго под лампой. Для каждой лампы определить величину удельной освещенности $E_{\text{уд}}$, т.е. освещенность, создаваемую 1 Вт электрической энергией:

$$E_{\text{уд}} = \frac{E_{\text{факт}}}{W}, \quad (5.7)$$

где $E_{\text{уд}}$ – удельная освещенность, лк/Вт, $E_{\text{факт}}$ – фактическая освещенность под лампой, W – номинальная мощность лампы, которая определяется по табл.13.

Таблица 13

Номинальная мощность электрических ламп

Тип ламп	Номинальная мощность, Вт
Лампа люминесцентная Л1 – Л3	9
Лампа люминесцентная Л4	11
Светодиодная лампа Л5	9
Лампа накаливания Л6	60
Лампа галогенная Л7	50

Результаты измерений и расчетов занести в табл. 14

Таблица 14

Удельная освещенность ламп

Тип лампы	Люминесцентная лампа		LED*	Лампа накаливания	
	Л1	Л4	Л6	Л5	Л7
Мощность ламп, Вт					
Освещенность, лк					
Удельная освещенность, лк/Вт					

В выводе сравнить энергетическую эффективность изучаемых ламп.

5. ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

1. Включить лампу накаливания Л1. 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 остальными лампами. Результаты записать в табл. 5.7.

2. Панели макета производственного помещения установить тёмными сторонами внутрь помещения. Включить лампу накаливания Л1. Измерить освещенность в пяти точках макета производственного помещения (в *центре* и

углах пола макета), затем определить среднее значение освещенности E_{cp} . Аналогично произвести измерение освещенности остальных ламп. Данные занести в табл. 15.

Таблица 15

Определение коэффициента использования светового потока

$E, \text{лк}$	Светлая окраска стен					Тёмная окраска стен				
	Л1	Л4	Л5	Л6	Л7	Л1	Л4	Л5	Л6	Л7
E_1										
E_2										
E_3										
E_4										
E_5										
E_{cp}										
$\Phi_{\text{факт}}, \text{лк} \cdot \text{м}^2$										
η										

3. По результатам измерений освещенности для варианта со светлой и темной окраской стен рассчитать значение фактического светового потока $\Phi_{\text{факт}}$ по формуле:

$$F_{\phi} = E_{cp} S, \quad (0.3)$$

Площадь пола макета помещения S рассчитать самостоятельно, замерив длину и ширину макета.

4. Вычислить коэффициент использования осветительной установки η для варианта со светлой и тёмной окраской стен по формуле:

$$\eta = \frac{F_{\phi}}{F_{л}}. \quad (0.4)$$

Суммарный световой поток $\Phi_{л}$ выбирается по номинальной мощности для каждого типа ламп по табл. 16.

Таблица 16

Световой поток различных источников света

Тип ламп	Номинальный световой поток, $\Phi_{л}, \text{лм}$
Лампа люминесцентная Л1 – Л3	460
Лампа люминесцентная Л4	700
Светодиодная лампа Л5	500
Лампа накаливания Л6	730
Лампа галогенная Л7	850

В выводе провести сравнительную оценку коэффициента использования осветительной установки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать определение: освещение, освещенность, сила света, световой поток,

- яркость; указать единицы измерения.
2. Указать виды систем освещения. Чем искусственное отличается от естественного?
 3. Указать виды организации искусственного освещения, дать описание.
 4. Привести классификацию искусственного освещения по функциональному назначению, дать характеристику каждому типу.
 5. Сравнить характеристики ламп накаливания, газоразрядных и светодиодных ламп.
 6. Дать определение: объект различения, фон, контраст объекта с фоном, характеристика зрительной работы.
 7. Объяснить причины стробоскопического эффекта и пульсации освещенности.
 8. Перечислить способы снижения коэффициента пульсации освещенности.
 9. Разъяснить термин энергетическая эффективность, коэффициент использования осветительной установки,.
 10. Указать нормативный документ, по которому определяли $E_{\text{норм}}$. Как им пользоваться?
 11. Перечислить 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

Основные чувства человека, слух и зрение, играют важнейшую роль, которая позволяет человеку владеть звуковыми и зрительными информационными полями.

Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности (силы), возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах.

Звуковые волны возникают при нарушении стационарного состояния среды вследствие воздействия на нее какой-либо возмущающей силы. Органы слуха человека воспринимают звуковые волны с частотой 16...20000 Гц. Колебания с частотой ниже 16 Гц (*инфразвук*) и выше 20000 Гц (*ультразвук*) не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое воздействие на организм.

Знание физических закономерностей процесса излучения и распространения шума позволит принимать решения, направленные на снижение его негативного воздействия на человека.

В зависимости от характера спектра шумов разделяются на *низкочастотные* (максимальное звуковое давление меньше 400 Гц), *среднечастотные* (звуковое давление в пределах 400-1000 Гц) и *высокочастотные* (звуковое давление больше 1000 Гц).

В зависимости от временных характеристик шумов разделяются на *постоянные* и *непостоянные*.

Параметры звуковой волны

Звуковые волны могут служить примером колебательного процесса. Всякое колебание связано с нарушением равновесного состояния системы и выражается в отклонении её характеристик от равновесных значений с последующим возвращением к исходному значению. Для звуковых колебаний такой характеристикой является давление в точке среды, а её отклонение — *звуковым давлением*.

Если произвести резкое смещение частиц упругой среды в одном месте, например, с помощью поршня, то в этом месте увеличится давление. Благодаря упругим связям частиц давление передаётся на соседние частицы, которые, в свою очередь, воздействуют на следующие, и область повышенного давления как бы перемещается в упругой среде. За областью повышенного давления следует область пониженного давления, и, таким образом, образуется ряд чередующихся областей сжатия и разрежения, распространяющихся в среде в виде волны. Каждая частица упругой среды в этом случае будет совершать колебательные движения. Основными параметрами, характеризующими звук, являются:

Таблица 17 Основные параметры звука

Параметр	Обозначение	Единица измерения
Звуковое давление	$p_{зв}$	Па
Интенсивность звука	I	Вт/м ²

Длина звуковой волны	λ	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).

Звуковая волна является носителем энергии в направлении своего движения. Количество энергии, переносимой звуковой волной за одну секунду через сечение площадью 1 м^2 , перпендикулярное направлению движения, называется *интенсивностью звука*. Интенсивность звука определяется отношением звукового давления к акустическому сопротивлению среды, Вт/м²:

Уровни акустических величин

Порог слуха молодого человека в диапазоне частот от 1 до 4 кГц соответствует давлению 2×10^{-5} Па. Наибольшее значение звукового давления, вызывающего болезненные ощущения, называется порогом болевого ощущения и составляет 2×10^2 Па. Между этими значениями лежит область слухового восприятия. Интенсивность воздействия шума на человека оценивается уровнем звукового давления (L), который определяется как логарифм отношения эффективного значения звукового давления к пороговому. Единица измерения — децибел, дБ.

На пороге слышимости при среднегеометрической частоте 1 кГц уровень звукового давления равен нулю, а на пороге болевого ощущения составляет 120–130 дБ.

Окружающие человека шумы имеют разную интенсивность: шепот — 20 дБ, разговорная речь — 60 дБ, шум от двигателя легкового автомобиля — 80 дБ, а от грузового — 90 дБ, шум от оркестра — 120 дБ, шум при взлете реактивного самолета на расстоянии 25 м — 140 дБ, выстрел из винтовки — 160 дБ, а из тяжелого орудия — 170 дБ.

Производственный шум

Промышленным шумом называют совокупность различных шумов, возникающих в процессе производства и неблагоприятно воздействующих на организм. Современные понятия охраны труда рассматривают шум как угрозу безопасности и здоровью работников многих профессий по различным причинам.

Воздействие шума на организм человека

Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха, нарушений со стороны ряда органов и систем, снижения производительности труда, снижения внимания, повышения уровня травматизма.

Воздействие на орган слуха

Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию слухового аппарата и его утомлению. Утомление может постепенно перейти в тугоухость и глухоту. Чаще всего снижение слуха развивается в течение 5 – 7 лет и более – ухудшается восприятие шепотной речи, появляются головные боли, шум и писк в ушах. Период отдыха, восстановления слухового восприятия, становится все длиннее.

Если воздействие шума было кратковременным, и не слишком большим, то позднее происходит восстановление порога слышимости до прежнего значения, и его снижение не необратимо. При большем уровне шума, и/или при более длительном воздействии восстановление происходит не полностью, и порог слышимости начинает возрастать.

Воздействие на сердечно–сосудистую систему

Интенсивный шум вызывает изменение сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное давление.

При этом степень выраженности гипертензивного действия шума зависит от интенсивности, времени воздействия, частотного состава и др. Возрастание уровня шума с 64 до 77 дБА приводит к возрастанию функциональных нарушений нервной системы в 2-2.5 и сердечно-сосудистой систем в 3-4 раза у операторов информационно-вычислительных центров.

Воздействие на нервную систему, заболеваемость и работоспособность

Шум действует на центральную нервную систему, функциональные изменения в которой происходят раньше, чем определяется нарушение слуховой чувствительности. Это выражается астеническими реакциями, синдромом вегетативной дисфункции, астеновегетативным синдромом с характерными симптомами – раздражительностью, ослаблением памяти, апатией, подавленным настроением.

Воздействие шума приводит и к общему росту заболеваемости, ослабление организма, подавление его защитных сил, создаются благоприятные условия для заражения инфекциями. Отмечалось увеличение частоты острых респираторных вирусных заболеваний в 1.7-2 раза при комплексном влиянии шума и вибраций.

Воздействие шума на другие органы и системы организма

Шум вызывает нарушение нормальной функции желудка – уменьшается выделение желудочного сока, изменяется кислотность, что приводит к гастритам и язвам.

Шум действует на вестибулярный аппарат, вызывая нарушение координации движений, тошноту. Действуя на другие анализаторы, вызывает нарушение концентрации внимания, ухудшается восприятие цветовых и звуковых сигналов, раньше возникает чувство усталости и развиваются признаки утомления. Все это ведет к снижению производительности труда и повышает риск травматизма.

Воздействие различных уровней шума

- *Шум уровня 35-50 дБ* оказывает в основном психологическое воздействие. Однако при длительном воздействии он может вызвать нарушение сна, усталость, понижение работоспособности.
- *Шум уровня 50-65 дБ* (шум улицы, рынка, машинописного бюро) повышается кровяное давление, появляется быстрая утомляемость, раздражение. Последствия носят психологический характер: при длительном воздействии возможны изменения в вегетативной нервной системе. Особенно отрицательно сказывается воздействие шума малой интенсивности на умственной работе. Психологическое воздействие шума зависит от индивидуального отношения к нему: шум, производимый самим человеком, не беспокоит его, а небольшой посторонний шум может вызывать сильное раздражение.

- При уровне *шума 65-90 дБ* возможно его физиологическое воздействие. Пульс и давление крови повышаются, сосуды сужаются, что снижает снабжение организма кровью, и человек быстрее устает. Может наблюдаться снижение порога слышимости, стресс, увеличение кожной проводимости, нарушение моторики желудочно-кишечного тракта.
- Воздействие *шума уровнем свыше 90 дБ* (шум поезда метрополитена) приводит к нарушениям работы органов слуха, усиливается его влияние на систему кровообращения. При такой интенсивности ухудшается деятельность желудка и кишечника, появляются ощущения тошноты, головная боль и шум в ушах. Серьезным признаком ухудшения слуха, является ограниченность восприятия отдельных элементов разговорной речи.
- При уровне *шума 120 дБ и выше* (болевого порог) лопаются барабанные перепонки, нарушаются связи между отдельными частями внутреннего уха. В результате может наступить полная потеря слуха. Шум уровнем свыше 120 дБ (мотор самолета в 100 м) оказывает механическое воздействие не только на органы слуха, но и на весь организм. Звук, проникая через кожу, вызывает механическое колебание тканей, в результате чего происходит разрушение нервных клеток, разрывы мелких кровеносных сосудов и др.

Источники производственного шума

Шум создается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри здания. Это транспортные средства, техническое оборудование промышленных и бытовых предприятий, вентиляторные, газотурбокомпрессорные установки, санитарно-техническое оборудование жилых зданий, трансформаторы.

В зависимости *от физической природы* шумы могут быть:

- механические – возникающие при вибрации поверхностей машин и при одиночных или периодических ударах конструкции;
- аэродинамические – при прохождении в газах процессов, выхлопах автомобилей;
- электромагнитные;
- гидродинамические.

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).

Нормирование шума

Шум в рабочем помещении измеряют на высоте 1,5 м, на расстоянии 1 м от его источника. При равномерном размещении шума измерение проводят в двух точках, расположенных по длинной оси помещения на высоте 1,5 м. Для измерения шума применяются приборы - шумомеры (ШМ-1).

Для оценки шума используют частотный спектр измеренного уровня звукового давления, выраженный в дБ, в октавных полосах частот, который сравнивается с предельным спектром, нормированным в ГОСТ 12.1.003-86 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» (табл.6.5).

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».

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.

Таблица 18. 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	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Помещения управления, рабочие комнаты	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Помещения для точной сборки	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Помещения лабораторий для проведения экспериментов	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Способы защиты от шума

Согласно ГОСТ 12.1.003-86 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.

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.

Средства коллективной защиты

Наиболее эффективным средством снижения шума является замена шумных технологических операций малошумными или полностью бесшумными, однако этот путь борьбы с шумом не всегда возможен, поэтому большое значение имеет снижение шума в источнике — путем совершенствования конструкции или схемы той части оборудования, которая производит шум, использования в конструкции материалов с пониженными акустическими свойствами, оборудования на источнике шума дополнительного звукоизолирующего устройства или ограждения, расположенного по возможности ближе к источнику.

Средства и методы коллективной защиты подразделяются на акустические, архитектурно-планировочные, организационно-технические.

Защита от шума акустическими средствами предполагает:

- звукоизоляцию (устройство звукоизолирующих кабин, кожухов, ограждений, установку акустических экранов);
- звукопоглощение (применение звукопоглощающих облицовок, штучных поглотителей);
- глушители шума (абсорбционные, реактивные, комбинированные).

Архитектурно-планировочные методы — рациональная акустическая планировка зданий; размещение в зданиях технологического оборудования, машин и механизмов; рациональное размещение рабочих мест; планирование зон движения транспорта; создание шумозащищенных зон в местах нахождения человека. 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.

Организационно-технические мероприятия — изменение технологических процессов; устройство дистанционного управления и автоматического контроля; своевременный планово-предупредительный ремонт оборудования; рациональный режим труда и отдыха.

1. Уменьшение шума в источнике. Этот метод является наиболее рациональным. Осуществляется за счет улучшения конструкции машины или изменения технологического процесса.

Механические шумы снижаются при помощи следующих технических мероприятий:

- замена ударных процессов и механизмов безударными, например, применять оборудование с гидроприводом вместо оборудования с кривошипным и эксцентрированным приводами. Заменяют штамповку прессованием: клепку – сваркой, обрубку – резкой и т.д.;
- применять вместо прямозубых шестерен косозубые;
- замена зубчатых и цепных передач клиноременными;
- замена подшипников качения на подшипники скольжения;
- замена (по возможности) металлических деталей на пластмассовые;
- использование принудительной смазки трущихся поверхностей;
- применять балансировку вращающихся элементов машин.

Аэродинамические шумы.

- звукоизоляцией источника
- установка глушителей

Гидродинамические шумы. Возникают вследствие стационарных и нестационарных процессов в жидкостях (насосы).

- улучшение гидродинамических характеристик насосов и выбор оптимальных режимов их работы.

Электромагнитные шумы – возникают в электрических машинах и оборудовании за счет магнитного поля, обусловленного электрическим током.

- конструктивные изменения в электрических машинах (в трансформаторах необходимо применять более плотную прессовку пакетов, использовать демпфирующие материалы).

2. *Уменьшение шума на пути его распространения.* Этот метод применяется, когда рассмотренными выше методами не возможно или нецелесообразно достичь требуемого снижения шума.

Снижение шума этим методом может быть осуществлено применением:

- звукоизолирующих кожухов, экранов, кабин.

Звукоизолирующими кожухами закрывают наиболее шумные машины и механизмы, локализуя таким образом источник шума. Для машины, выделяющей теплоту (электродвигатели, компрессоры и т.п.), кожухи снабжают вентиляционными устройствами с глушителями. Кожух должен плотно закрывать источник шума, но при этом не соединяться жестко с механизмом, так как это дает отрицательный эффект - кожух становится дополнительным источником шума.

Экраны устанавливаются между источником шума и рабочим местом. Акустический эффект экрана основан на образовании за ним области тени, куда звуковые волны проникают лишь частично. Степень проникновения зависит от соотношения между размерами экрана и длиной волны: чем больше длина волны, тем меньше при данных размерах область тени за экраном, а следовательно, меньше снижение шума. Поэтому экраны применяют в основном для защиты от средне- и высокочастотного шума, а при низких частотах они малоэффективны, так как за счет эффекта дифракции звук легко их огибает. Важно также расстояние от источника шума до экранируемого рабочего места: чем оно меньше, тем больше эффективность экрана. Экран оказывается эффективным тогда, когда отсутствуют огибающие его отраженные волны, т. е. либо на открытом воздухе, либо облицованном помещении

- глушителей шума.

Глушители шума применяются в основном для уменьшения шума различных аэродинамических установок и устройств. Они разделяются на адсорбционные, реактивные и комбинированные. Адсорбционные глушители, содержащие звукопоглощающий материал, поглощают поступившую в них звуковую энергию, а реактивные отражают ее обратно к источнику. В комбинированных глушителях происходит как поглощение, так и отражение звука.

Средства индивидуальной защиты

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 противозумные *вкладыши (беруши), наушники, шлемы и каски, специальные костюмы (рис.б.1)*

Эффективность индивидуальных средств защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения.

Ушные вкладыши вставляют в слуховой канал уха. Их изготавливают из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита и ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10... 15 дБ.

В условиях повышенного шума рекомендуется применять *наушники*, которые обеспечивают надежную защиту органов слуха. Так, наушники ВЦНИОТ снижают уровень звукового давления на 7...38 дБ в диапазоне частот 125 ... 8000 Гц.



Рис.9 СИЗ от производственного шума

Для предохранения от воздействия шума с общим уровнем 120 дБ и выше рекомендуется применять *шлемофоны*, которые герметично закрывают всю околоушную область и снижают уровень звукового давления на 30...40 дБ в диапазоне частот 125...8000 Гц.

К лечебно-профилактическим мероприятиям защиты от шума следует отнести применение функциональной музыки, санитарное просвещение, медицинские осмотры, а также организацию комнат акустической разгрузки.

Методическая часть

Описание лабораторной установки



Стенд имеет вид макета производственных помещений, одно из которых имитирует производственный участок (слева), а второе – конструкторское бюро (справа).

Рисунок 10. Лабораторный стенд

Источник шума находится внизу левой камеры, в правой камере на подставке установлен микрофон. Внутри стенда имеются направляющие, на которые устанавливается съемная звукоизолирующая перегородка, обеспечивающая изоляцию правой и левой камер друг от друга.



Рисунок 11. Внутреннее устройство стенда

Генератор низкочастотных сигналов

Для создания шума используется генератор низкочастотных сигналов. Внешний вид генератора представлен на рисунок 6.4.

Рисунок 12. Генератор электрических сигналов

На лицевой панели генератора расположены кнопки выбора диапазона частот, ручка плавного регулирования частоты, ручка плавного регулирования входного напряжения, гнезда для подключения динамика.



Порядок проведения работы

1. ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМА С ИЗМЕРЕНИЕМ ЭКВИВАЛЕНТНОГО УРОВНЯ ЗВУКА БЕЗ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ ПЕРЕГОРОДОК И СО ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИМИ ПЕРЕГОРОДКАМИ.

1. Подключить генератор низкочастотных сигналов к лабораторному стенду.
2. Задать звуковой сигнал на генераторе, который используется в качестве источника шума (задается частота и амплитуда сигнала таким образом, чтобы уровень звукового давления **не раздражал окружающих**, но при этом был все же **отчётливо слышен**, см. рекомендуемый уровень в табл. 19).

Таблица 19 Общая таблица измерений

Тип перегородки	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц
Рекомендуемый уровень звукового давления для различных частот	70–80		80–85		75–80	80–85	75–80	65–70

3. На заданной частоте измерить уровень звукового давления без перегородки. Далее, не меняя частоту и амплитуду сигнала, измерить уровень звукового давления поочередно для каждой перегородки (3 шт.: фанера, ДСП, ДВП). Результат занести в таблицу 4.

4. Затем установить следующую частоту (амплитуда остается постоянной) и заполнить следующий столбец в табл. 4, как показано стрелками.

Таблица 20 Общая таблица измерений

Тип перегородки	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц
Без перегородки								
Фанера	↓	↗	↓	↗				
ДСП	↓	↗	↓	↗				
ДВП								

2. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ ПЕРЕГОРОДОК

Для расчета эффективности средств звукоизоляции используется формула:

$$\mathcal{E}_i = \frac{L_i - L_{i,3}}{L_i} \times 100\% \quad (1)$$

где L_i – уровень звукового давления, измеренный для i -й октавной полосы частот, до применения звукоизоляции, $L_{i,3}$ – уровень звукового давления, измеренный для той же полосы частот при использовании звукоизолирующей перегородки.

Например, уровень звукового давления без перегородки был 80 дБ, а с примененной перегородкой стал 65 дБ, следовательно эффективность перегородки:

$$\mathcal{E}_i = \frac{80 - 65}{80} \times 100\% = 19\%$$

Результаты расчетов для всех исследуемых средств звукоизоляции занести в таблицу 5.

Таблица 21. Эффективность средств звукоизоляции

Тип перегородки	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц
Фанера								
ДСП								
ДВП								

Далее строятся диаграммы эффективности для каждой звукоизолирующей перегородки (рисунок 5).

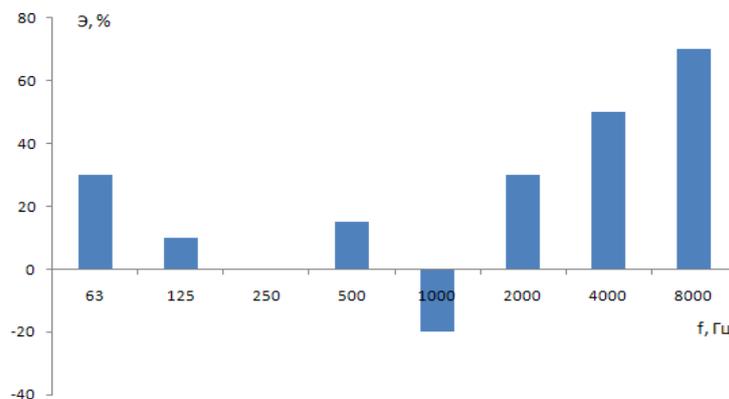


Рисунок 13. Пример построения диаграммы эффективности звукоизолирующей перегородки из алюминия

На основе построенных диаграмм сделать вывод об эффективности перегородок, сравнивая с нормативными значениями (см. табл.2). Проанализировать зависимость эффективности от частоты.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое шум?
2. Какие частоты слышит человек? Как воспринимает ультра и инфразвук?
3. Перечислите параметры, характеризующие шум.
4. Какие шумы выделяют по характеру спектра?
5. Что такое звуковое давление и в чем измеряется?
6. Дайте определение производственного шума.
7. Источники производственного шума.
2. Каково физиологическое воздействие шума на организм человека?
3. Что происходит при воздействии шума 120 дБ?
4. Где и как измеряется уровень производственного шума?
5. Что определяется документами ГОСТ 12.1.003-86 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»?
6. Коллективные способы защиты от шума.
7. СИЗ от шума.
8. Перечислите основные источники шумового воздействия характерные для вашей специальности, укажите меры борьбы с ними.

Литература

1. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда./П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Н.Л.Пономарев и др. – М.: Высш. шк., 2003.
2. Измеров Н.Ф., Суворов Г.А., Прокопенко Л.В. Человек и шум. — Москва: ГЭОТАР-МЕД, 2001. — 384 с.
3. Капцов В.А., Панкова В.Б., Чиркин А.В. О роли средств индивидуальной защиты органа слуха от вредного воздействия производственного шума:

[рус.] // Безопасность в техносфере. — 2016. — Т. 5, № 2 (октябрь). — С. 25-34.

4. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/Белов С.В. Ильяницкая А.В., А.Ф. Козьяков и др.; под общей ред. С.В. Белова. 4-е изд., испр. и доп.- Высш. шк., 2004.- 606 с. Зотов, Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. Учебник для высших учебных заведений/ Зотов В.И., В.И.Курдюмов - М.: Колос.-2000.- 424 с.
5. Энциклопедия по безопасности и гигиене труда. В 4 т.: т.2: Угрозы для здоровья, ред. кол.: Починок А.П. (гл. ред.) и др.- (пер с англ.).М.: Министерство труда и социального развития. 2001, 925 с.
6. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.
7. ГОСТ 12.1.003-86 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума.
9. ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений
10. СНиП 23-03-2003 «Защита от шума»,
11. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИИ И СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЁ

Цель

Исследовать параметры вибрации, дать оценку вредным свойствам вибрации как производственного фактора. Определить эффективность средств и способов 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.

Основным документом, регламентирующим параметры производственных вибраций, являются СанПиН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий». В документе содержится классификация вибраций по различным параметрам, методы гигиенической оценки вибрации, нормируемые параметры и их допустимые величины.

Действие вибрации на человека

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обуславливается 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.

Длительное систематическое воздействие вибрации приводит к развитию вибрационной болезни, которая включена в список профессиональных заболеваний. Обусловлена длительным (не менее 3-5 лет) воздействием вибрации в условиях производства. При продолжении работы заболевание нарастает, после прекращения отмечается медленное (3-10 лет), иногда неполное выздоровление. 1/4 выявленных профессиональных заболеваний связано с воздействием вибрации и шума. Наиболее высокая заболеваемость вибрационной болезнью регистрируется в тяжелом, энергетическом, транспортном машиностроении, угольной промышленности и цветной металлургии.

Наиболее характерные клинические синдромы: ангиодистонический, ангиоспастический (синдром Рейно), вегетосенсорной полиневропатии.

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. 1). Сосудистые нарушения проявляются в гипотермии кистей и стоп, спазме или атонии капилляров ногтевого ложа, снижении артериального притока крови к кисти. Обязательным является повышение порогов вибрационной, болевой, температурной, реже тактильной чувствительности. Нарушение чувствительности имеет полиневритический характер. По мере нарастания заболевания выявляется сегментарная гипалгезия, гипапгезия на ногах. Отмечается болезненность мышц конечностей, уплотнение или дряблость отдельных участков.

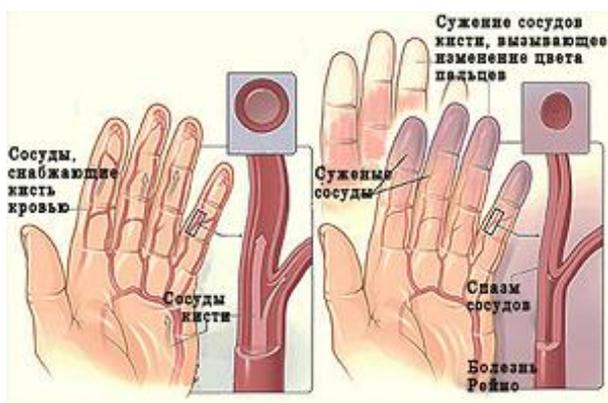


Рис. 14. Сосудистые нарушения

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.

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.

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.

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.

Основные параметры вибрации и приборы для их измерения

Основными параметрами вибрации приведены в табл. 22.

Табл. 22. 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 ²
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:

$$V = \sqrt{\frac{\int_0^{t_y} V^2 dt}{t_y}} \quad (1)$$

В практике виброакустических исследований весь диапазон частот вибраций разбивают на октавные диапазоны. В октавном диапазоне верхняя граничная частота вдвое больше нижней:

$$\frac{f_2}{f_1} = 2 \quad (2)$$

Анализ и построение спектров параметров вибрации могут производиться также в третьоктавных полосах частот:

$$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt[3]{2} \quad (3)$$

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:

$$L = \lg\left(\frac{V^2}{V_0^2}\right) = \lg\left(\frac{V}{V_0}\right) \quad (4)$$

где V – усредненное значение виброскорости в соответствующей полосе частот; V_0 – опорное значение виброскорости, равное 5×10^{-8} м/с, международная стандартная величина.

Уровень виброускорения определяется выражением:

$$L_a = 20 \lg\left(\frac{a}{a_0}\right) \quad (5)$$

где a_0 – опорное значение виброускорения, равное 1×10^{-6} м/с².

Для **измерения вибрации** 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. 2 представлены современные отечественные и зарубежные виброметры известных производителей.



Рис. 15 — 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.*

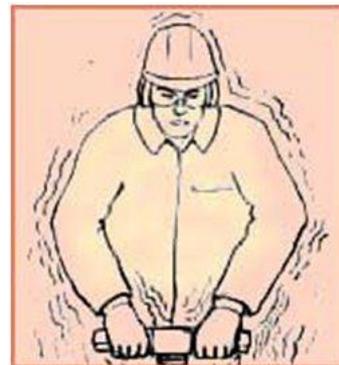
Общая вибрация по источнику возникновения бывает: *транспортной, транспортно-технологической и технологической.*

К источникам *транспортной* вибрации относят: тракторы, самоходные сельскохозяйственные машины (в том числе комбайны); автомобили грузовые (в том числе тягачи, скреперы, грейдеры, катки и т.д.); снегоочистители.

Транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок. К источникам транспортно-технологической вибрации относят: экскаваторы (в том числе роторные), краны промышленные и строительные, шахтные погрузочные машины, самоходные бурильные каретки; бетоноукладчики, напольный производственный транспорт.

К источникам *технологических* вибраций относится оборудование, действие которого основано на использовании вибрации и ударов (виброплатформы, вибростенды, молоты, штампы, прессы и пр.), а также мощные электрические установки (компрессоры, насосы, вентиляторы, некоторые металлообрабатывающие и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, стационарные электрические, установки, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование для бурения скважин, буровые станки и др.).

- *локальная*. Локальная вибрация передается на руки работника через вибрирующий инструмент или обрабатываемую заготовку.



Водители транспортных машин (тракторов, самоходной сельхозтехники, грузового автотранспорта, землеройных машин и др.), а также операторы транспортно-технологического оборудования (экскаваторов, подъемных кранов, горнодобывающих машин, бетоноукладчиков и др.) подвергаются воздействию *общей и локальной* вибрации. На рабочие места передается низкочастотная толчкообразная вибрация беспорядочного характера, возникающая в процессе передвижения машин по неровной поверхности или от работы подвижных частей механизмов. На рабочее место водителя, в том числе на органы управления передается вибрация, возникающая в результате работы двигателя.

2. По характеру спектра:

- *узкополосные* вибрации, у которых контролируемые параметры в одной третьоктавной полосе частот более чем на 15дБ 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;
 - в) 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. 3 – 5.

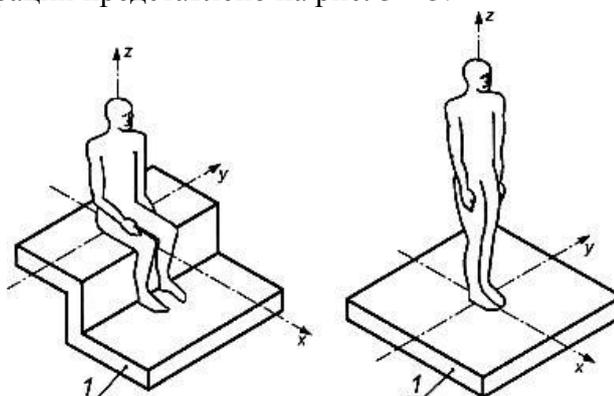


Рис. 16 — Направления осей базисцентрической системы координат

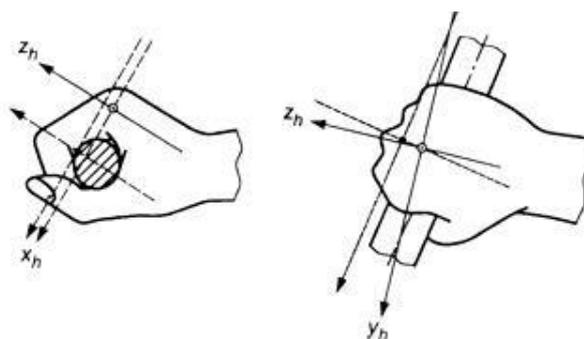


Рис. 17 — Направления осей системы координат при положении «сжатая ладонь» (кисть обхватывает цилиндрическую рукоятку)

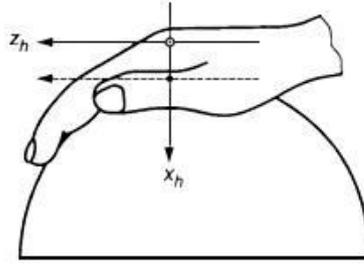


Рис. 18 — Направления осей системы координат при положении «прямая ладонь» (кисть нажимает на сферическую поверхность)

Корректированное по частоте значение контролируемого параметра U или его логарифмический уровень L_u определяются по формулам:

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^N (U_i K_i)^2} \quad (6)$$

$$L_v = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^N 10^{\frac{(L_{u_i} + L_{k_i})}{10}} \right) \quad (7)$$

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_{ki} – 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. 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.

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.

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. 23.

Табл. 23. 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 снижении 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 стройматериалов (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. 24. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Общая вибрация, категория 1

f , Гц	Нормативные значения виброускорения							
	м/с ²				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. 25. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Общая вибрация, категория 2

f, Гц	Нормативные значения виброускорения							
	м/с ²				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. 26. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Общая вибрация, категория 3, тип «а»

f, Гц	Нормативные значения виброускорения							
	м/с ²				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. 27. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Общая вибрация, категория 3, тип «в»

f, Гц	Нормативные значения виброускорения							
	м/с ²				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. 28. Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Локальная вибрация

f, Гц	Нормативные значения в направлениях			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с ²	дБ	10 ⁻² 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:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + \mu \frac{dx}{dt} + qx = F_m e^{j\omega t} \quad (8)$$

где m – масса системы; q – коэффициент жесткости системы; x – текущее значение вибро смещения; $\frac{dx}{dt}$ – текущее значение виброскорости; $\frac{d^2x}{dt^2}$ – текущее значение виброускорения; F_m – амплитуда вынуждающей силы; ω – 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 вибросмещение в комплексном виде

$$x = x_m e^{j\omega t} \quad (9)$$

и подставив соответствующие значения и в формулу (10) найдем выражения для соотношения между амплитудами виброскорости и вынуждающей силы:

$$|V_m| = \frac{F_m}{\sqrt{\mu^2 + \left(m\omega - \frac{q}{\omega}\right)^2}}. \quad (10)$$

Знаменатель выражения (2) характеризует сопротивление, которое оказывает система вынуждающей переменной силе, и называется полным механическим импедансом колебательной системы. Величина μ составляет активную, а величина $\left(m\omega - \frac{q}{\omega}\right)$ – реактивную часть этого сопротивления.

Реактивное сопротивление равно нулю при резонансе, которому соответствует частота

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{q}{m}}. \quad (11)$$

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 (10) 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. Виброзащитные сиденья применяют, если оператор выполняет работу сидя. Рабочие места, расположенные на транспортных средствах, оснащают поддресоренными сиденьями. Для эффективной виброзащиты в диапазоне частот 2-20 Гц собственная частота системы сиденье-человек должна быть около 1 Гц, что соответствует статическому перемещению такой системы под собственным весом порядка 25 см. Такие сиденья наряду с упругими и демпфирующими

элементами, как правило, направляющие механизмы, обеспечивающие снижение вибрации в одном, обычно вертикальном направлении. Широкое распространение получили сиденья с параллелограммным направляющим механизмом в подвеске, когда упругие и демпфирующие элементы шарнирно закреплены на поворотных рычагах по диагонали параллелограмма. Собственная частота таких систем лежит в диапазоне 1,5-2,5 Гц, а относительное демпфирование изменяется в пределах 0,2-0,5.

4) *динамическое виброгашение* – присоединение к защищаемому объекту систем, реакции которых уменьшают размах вибраций объекта в точках присоединения систем. Виброзащитные рукоятки предназначены для защиты от локальной вибрации рук оператора. Для снижения действия вибрации, передаваемой на руку человека отбойным молотком, он оснащается виброгасящей рукояткой. Она содержит пружинный упругий элемент и подшипники качения, располагаемые между поверхностью корпуса и рукояткой для уменьшения трения. Это позволяет в несколько раз снизить уровень передаваемой вибрации. Эффективным способом виброзащиты оператора пневмошлифовальных машин является использование рукояток из эластичных материалов на воздушной подушке. При этом исключается непосредственный контакт рукоятки с вибрирующим корпусом и достигается существенное снижение уровня вибрации, действующей на человека.

5) *вибропоглощение* – снижение вибрации путем усиления в конструкции процессов внутреннего трения, рассеивающих виброэнергию в результате необратимого преобразования ее в теплоту;

б) *виброизоляция* – установка между источником вибрации и объектом защиты упругодемпфирующего устройства – виброизолятора – с малым коэффициентом передачи.

Разработан комплекс профилактических мероприятий, снижающих уровни вибрации оборудования, сокращающих время контакта с ним и ограничивающим влияние неблагоприятных сопутствующих факторов производственной сферы включает гигиеническое нормирование, организационно-технические и лечебно-профилактические меры.

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.

Организационные мероприятия (защита временем). Для работы с вибрирующим оборудованием рекомендуется специальный режим труда. При работе с вибрирующим оборудованием в рабочий цикл рекомендуется включать операции, не связанные с воздействием вибрации. При обнаружении признаков виброболезни рабочего необходимо перевести на другую работу, не связанную с вибрацией, значительным мышечным напряжением и с охлаждением рук.

В качестве средств **индивидуальной защиты** от вибрации для рук и ног используются защитные перчатки, рукавицы, прокладки, вкладыши, защитная обувь, стельки и подметки.

Виброизоляционные элементы одежды отличаются от обычных наличием упругодемпфирующим элементом. Их изготавливают из поролона, пенопласта или губчатой резины.

Для защиты рук от вибрации применяют рукавицы с эластично-трубчатыми элементами ГОСТ 12.4.010-75 «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования». Виброзащитные рукавицы отличаются от обычных рукавиц тем, что на их ладонной части или в накладке закреплен упругодемпфирующий элемент. Этот элемент выполняется из поролона, однако более эффективно использование пеноэласта, губчатой резины. Применяются рукавицы с эластично-трубчатыми элементами. На рукавице имеются трубчатые элементы, закрепленные накладками и расположенные вертикальными рядами параллельно друг другу и перпендикулярно оси рукавицы. Также рукавицы могут выполняться с накладным карманом, в который вставляется накладка с эластично-трубчатыми элементами.

Виброзащитная обувь изготавливается в виде сапог, ботинок, полусапог и полуботинок и оснащена подошвой или вкладышем из упругодемпфирующего вещества ГОСТ 12.4.024-76 «Обувь специальная виброзащитная».

Применение всех средств индивидуальной защиты от вибрации снижает ее деструктивное воздействие на организм.

Классификация средств индивидуальной 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. 6 представлены широко применяемые средства индивидуальной защиты от вибрации.



Рис. 19 — Средства индивидуальной защиты от вибрации

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ

Для измерения параметров вибрации на объекте поочередно в направлении оси *X*, *Y* и *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. 29:

Табл. 29. 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. 30.

Табл. 30— Результаты измерения параметров вибрации

Характеристика вибрации (указать частоту)	Параметр*	Измеренная величина, ед.изм.	Нормативное значение**, ед.изм.	Качеств. оценка
Низкочастотная (___ Гц)	Перемещение			
	Скорость			
Среднечастотная (___ Гц)	Перемещение			
	Скорость			
Высокочастотная (___ Гц)	Перемещение			
	Скорость			

* При определении параметров вибрации с использованием прибора ВИСТ-2.4 виброускорение не измеряется.

** Нормативные значения параметров вибрации определяются по табл.24–28 исходя из табл. 23 (категории вибрации и соответствующие им критерии)

2.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. 31.

Табл. 31. Результаты измерений параметров вибрации при использовании средств виброзащиты

Ось	Параметр	Ед. изм.	31 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц
Z	V					
	V ₃₍₁₎					
	V ₃₍₂₎					
Y	V					
	V ₃₍₁₎					
	V ₃₍₂₎					
X	V					
	V ₃₍₁₎					
	V ₃₍₂₎					

Далее тоже самое проделывается в направлении оси Y и X.

Расчет эффективности виброзащитных модулей производится по формуле:

$$\eta_i = \frac{V_i - V_{i,3}}{V_i} \times 100, \quad (11)$$

где V_i – виброскорость, измеренное для i -й частоты, до применения виброзащиты, $V_{i,3}$ – виброскорость, измеренная для той же октавной полосы при использовании виброзащитного модуля. Результаты расчетов для всех исследуемых виброзащитных модулей заносятся в табл. 32.

Табл. 32. Пример таблицы результатов расчета эффективности средств виброзащиты

Ось	Параметр	Ед. изм.	виброзащита	Частота			
				31 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц
Z	η		1				
			2				
X			1				
			2				
Y			1				
			2				

Далее строятся диаграммы эффективности средств виброзащиты для различных частот октавных полос в заданном направлении действия вибрации по всем трем осям для всех используемых вариантов защиты (см. рис. 7).

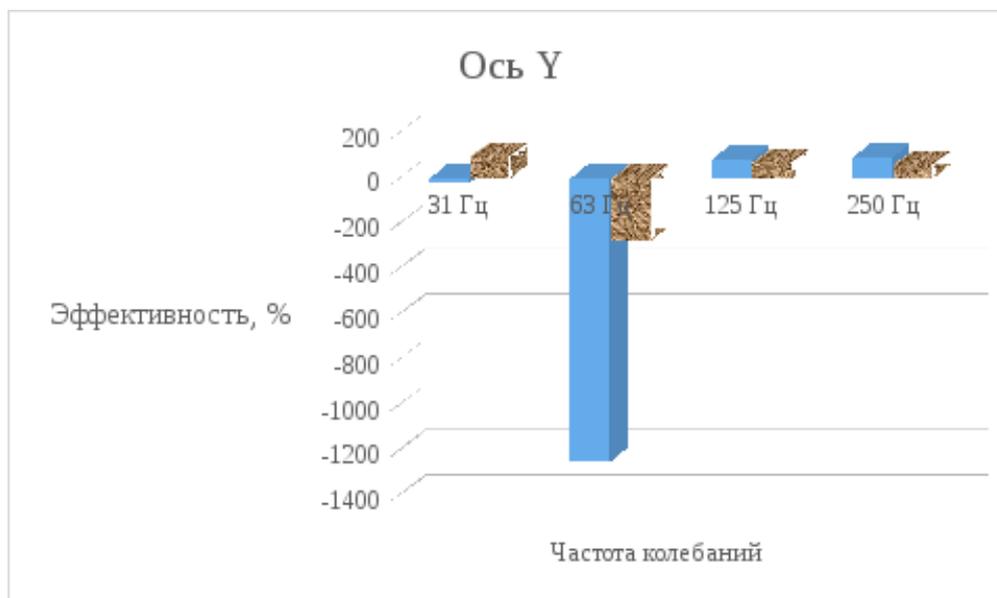


Рис. 20. Пример диаграммы эффективности средств защиты от вибрации в направлении оси Y

На основе построенных диаграмм делается вывод об эффективности виброзащитного модуля, и анализируется зависимость эффективности от частоты и оси.

МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



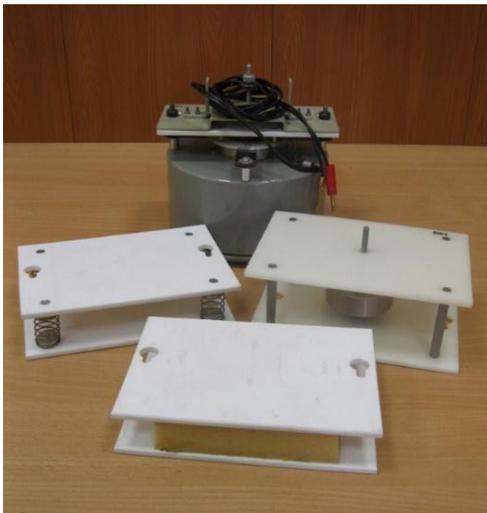
Описание лабораторной установки

Лабораторная установка включает в себя следующий перечень устройств: вибростенд, измеритель параметров вибрации (вибромметр), генератор вибрации и набор средств виброзащиты. Вибростенд (рис.9) 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. 22). В качестве виброизолирующей прокладки используется пенополиурета.

Рис. 21. Внешний вид вибростенда



Генератор низкочастотных сигналов

Обмотка катушки подключается к электрическому генератору вибраций, изображенному на рис. 23 или 24.



Рис. 23. Генератор вибраций ФГ-100

Рис. 22. Средства виброзащиты



Рис. 24. 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 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. 12.



Рис. 25. Измеритель шума и вибрации ВИСТ-2.4 с вибродатчиком, закрепленном на алюминиевой пластине

Измерение виброскорости 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 Vскз. Для измерения виброамплитуды — выбирается параметр Самп (см. рис. 13).

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. 13 изображен алгоритм необходимых действий при измерении виброскорости или виброамплитуды.

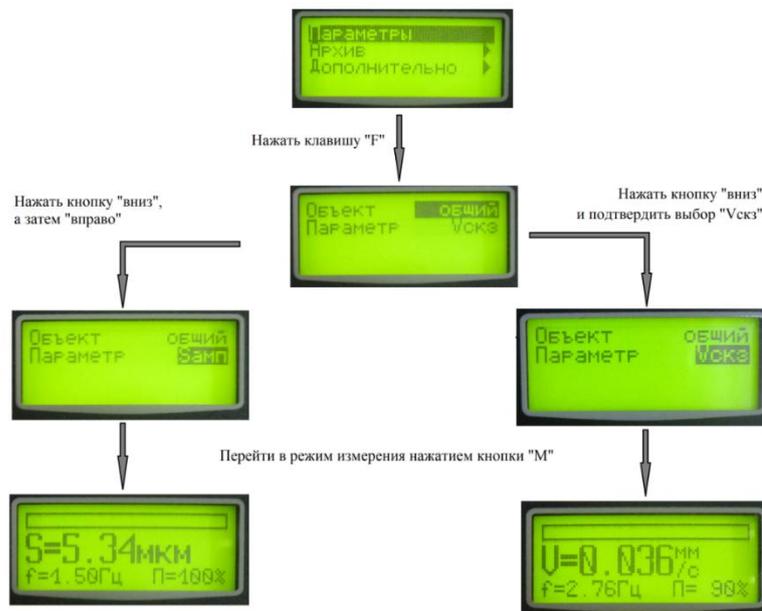


Рис. 26. Последовательность действий при необходимости измерения виброскорости (вибрации) на виброметре ВИСТ-2.4

Измерение вибрации с помощью портативного виброметра AR63A.



Замерять уровень разного рода механических вибраций возможно с помощью портативного виброметра AR63A (рис.14). Виброметр способен работать в нескольких режимах замера: общий уровень, виброскорость, виброускорение, амплитуда смещения.

Корпус виброметра оснащен удобным LCD-дисплеем с подсветкой (3 x 2,5 см), имеется функция автовыключения (рис.15).

Рис.27. Портативный виброметр AR63A

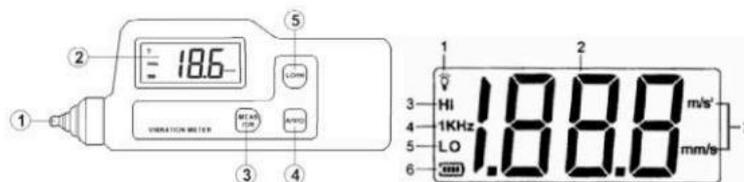


Рис.28 Элементы управления виброметра AR63A

Элементы управления:

- 1 – измерительный щуп
- 2 – жидкокристаллический дисплей
- 3 – ON\MEAS кнопка включения\выключения\измерения
- 4 – A\VZD кнопка задания режима измерения
- 5 – HI\LO кнопка задания НЧ и ВЧ режима измерения

Жидкокристаллический дисплей:

- 1 – индикатор подсветки
- 2 – измеренное значение параметра
- 3 – индикатор ВЧ
- 4 – индикатор 1кГц
- 5 – индикатор НЧ
- 6 – индикатор зарядки батареи
- 7 – единицы измерения параметра

Порядок работы

1. Установите батарею 9В в отсек питания
2. Выберите измерительный щуп:

Щуп	Описание	Изображение
Короткий щуп (S)	Применяется в НЧ- и ВЧ-диапазонах для большинства измерений	
Длинный щуп (L)	Подходит для узких объектов, только НЧ	
Без наконечника	Лучший отклик в широком диапазоне (10 Гц... 15 кГц), применяется для измерения на гладких и ровных поверхностях	

3. Для включения прибора нажмите кнопку ON\MEAS.
4. Для задания режима измерения нажмите кнопку A\V\D необходимое число раз: m/s^2 – измерение виброускорения, mm/s - измерение виброскорости, mm - измерение амплитуды смещения.
5. Для задания НЧ или ВЧ – режима измерения (LO или HI соответственно) нажмите кнопку HI/LO необходимое число раз.
6. Для измерения параметра прижмите измерительный щуп к поверхности, удерживая нажатой кнопку ON/MEAS. Измеренное значение отобразится на ЖКИ. Для удержания измеренного значения на ЖКИ отпустите кнопку ON/MEAS. Нажмите кнопку ON/MEAS еще раз для сброса текущего значения и начала нового измерения.
7. Для удержания максимального значения параметра нажмите кнопку MAX HOLD. На ЖКИ отобразятся максимальное и текущее значения параметра и индикаторы MAX и HOLD. Для возвращения к обычному режиму измерения нажмите кнопку MAX HOLD.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

4. Что такое вибрация?
5. Что может явиться причиной вибрации?
6. Что является основным документом, регламентирующим параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием?
7. Что является основными параметрами вибрации?
8. Что такое уровни виброскорости и виброускорения и для чего они введены?
9. Что такое резонанс и в чем его опасность для оборудования и для человека?
10. По каким параметрам классифицируется вибрация?
11. Что такое общая и локальная вибрация, в чем их отличие?
12. Какие методы используются для нормирования вибрации?
13. Физиологическое воздействие вибрации на организм человека.
14. Какие патологии могут возникать под воздействием вибрации?
15. Какие параметры определяют вредность и опасность воздействия вибрации?
16. В чем особенность воздействия общей и локальной вибрации?
17. Что относится к коллективным методам защиты?
18. Что такое виброгашение и как оно проводится?
19. Что такое виброизоляция и как она проводится?
20. Какие средства индивидуальной защиты от вибрации применяются на производстве?

Литература

1. Колесников А.Е. Шум и вибрация. Учебник/Л.: Судостроение. 1988.-248 с.
2. Артамонова, В.Г., Профессиональные болезни: Учебник.-4-е изд., перераб. и доп./ В.Г. Артамонова, Н.А. Мухин. - М.: Медицина, 2004.- 480 с.
3. Глебова, Е.В. Производственная санитария и гигиена труда: Учебное пособие для вузов/ Е.В. Глебова.-М.: Высш.шк., 2005.-383 с. Девисилов В.А. Охрана труда:Учебник.-2-е изд. испр. и доп. М.:ФОРУМ:ИНФРА-М, 2005.-448 с
4. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования»
5. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»
6. ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин
7. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных
8. ГОСТ 12.4.010-75 «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования».
9. ГОСТ 12.4.024-76 «Обувь специальная виброзащитная»
10. ГОСТ 12.1.012-90. «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»
11. ГОСТ 12.1.046-78. «ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация»

ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Цель

Изучить основные факторы, влияющие на тяжесть поражения человека электрическим током. Исследовать сопротивление тела человека в зависимости от площади контакта при различной частоте электрического тока.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Электрическое сопротивление тела человека

Тело человека является проводником электрического тока. Проводимость живой ткани в отличие от обычных проводников обусловлена не только ее физическими свойствами, но и сложнейшими биохимическими и биофизическими процессами, присущими лишь живой материи. Следовательно, сопротивление тела человека является переменной величиной, имеющей нелинейную зависимость от множества факторов, в том числе от состояния кожи, параметров электрической цепи, физиологических факторов и состояния окружающей среды.

Электрическое сопротивление различных тканей тела человека неодинаково: кожа, кости, жировая ткань, сухожилия и хрящи имеют относительно большое сопротивление, а мышечная ткань, кровь, лимфа и особенно спинной и головной мозг – малое сопротивление. Например, удельное сопротивление сухой кожи составляет $3 \times 10^3 - 2 \times 10^4$ Ом м, а крови $1 - 2$ Ом м.

Из этих данных следует, что кожа обладает очень большим удельным сопротивлением, которое является главным фактором, определяющим сопротивление тела человека в целом.

Сопротивление тела человека можно условно считать состоящим из трех последовательно включенных сопротивлений: двух одинаковых сопротивлений наружного слоя кожи (эпидермиса), которые в совокупности составляют так называемое наружное сопротивление тела человека), и внутреннего сопротивления тела $R_{в}$.

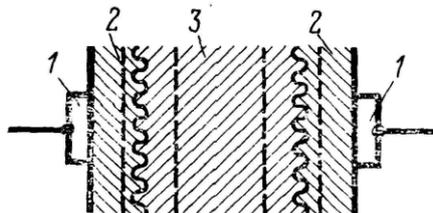


Рис. 29. К определению сопротивления тела человека:

- 1 – электроды; 2 – наружный слой кожи – эпидермис (роговой и ростковый слои);
- 3 – внутренние ткани тела (включая внутренний слой кожи – дерму).

Сопротивление наружного слоя кожи z состоит из активного и емкостного сопротивлений, включенных параллельно. Внутреннее сопротивление тела считается чисто активным, хотя, строго говоря, оно также обладает емкостной составляющей. Внутреннее сопротивление $R_{в}$ практически не зависит от площади электродов, частоты тока, а также от значения приложенного напряжения.

Эквивалентная схема сопротивления тела человека для рассмотренных условий показана на рис. 30.

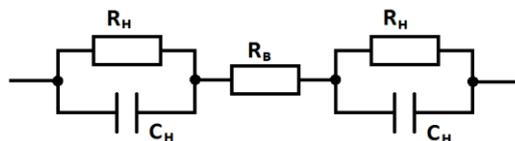


Рис. 30. Эквивалентная схема замещения сопротивления тела человека.

На основании этой схемы выражение для определения полного сопротивления тела человека в комплексной форме Z_h , Ом, имеет вид

$$Z_h = 2Z_{R_n} + R_b = \frac{2}{\frac{1}{R_n} + j\omega C_n} + R_b \quad (0.5)$$

В целом, значение полного сопротивления тела человека зависит от ряда факторов: состояния кожи, параметров электрической цепи, места приложения электродов к телу человека, значений тока, приложенного напряжения, рода и частоты тока, площади электродов, длительности воздействия, физиологических факторов окружающей среды.

Расчетное электрическое сопротивление тела человека переменному току частотой 50 Гц при анализе опасности поражения человека током принимается равным 1 кОм.

Виды электротравм

Большинство специалистов и исследователей в области электробезопасности указывают на следующие действия, которые производит электрический ток, проходя через организм человека:

термическое действие – проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высоких температур внутренних тканей человека, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства;

электролитическое действие – проявляется в разложении органической жидкости, в том числе и крови, что вызывает значительные нарушения их физико-химического состава;

механическое действие – приводит к разрыву тканей и переломам костей;

биологическое действие – проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей в организме, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, присущих нормально действующему организму; с биологической точки зрения исход поражения человека электрическим током может быть следствием тех физиологических реакций, которыми ткани отвечают на протекание через них электрического тока. 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 непроизвольными 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 эти 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 ощутимый 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 [2].

МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Внешний вид установки по исследованию сопротивления тела человека представлен на рис. 31. Установка изготовлена и эксплуатируется в соответствии с требованиями нормативной документации [1], [3], [4], [5]

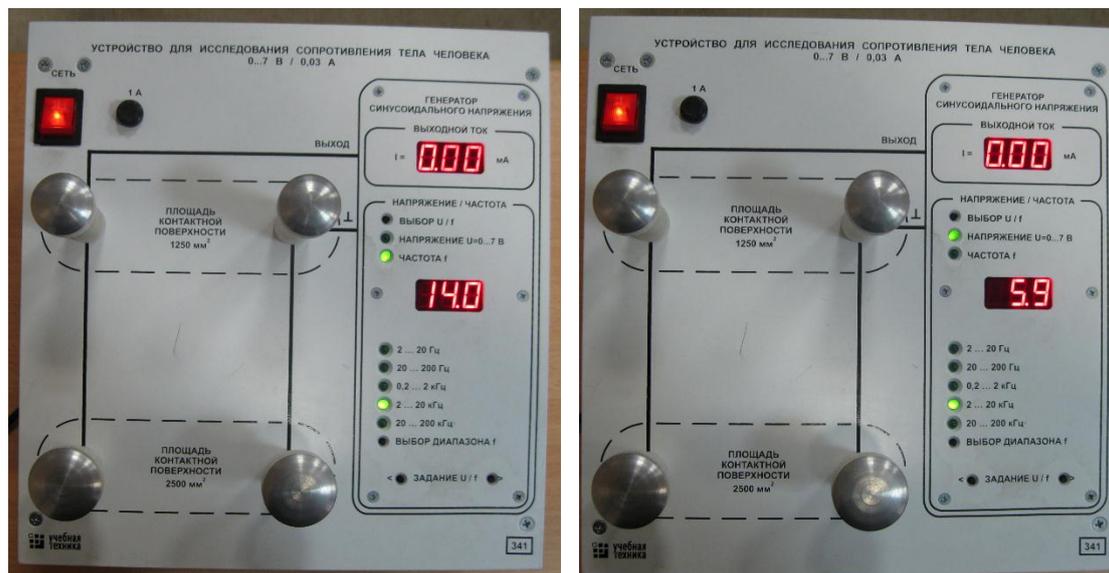


Рис. 31. Внешний вид лабораторного стенда по исследованию сопротивления тела человека (слева — в режиме задания частоты, справа — в режиме задания амплитуды)

Порядок выполнения работы

1. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА ОТ НАПЯЖЕНИЯ

Исследование зависимости сопротивления тела человека от напряжения проводят при фиксированной частоте 1 кГц в диапазоне напряжений от 0 до 7 В. Экспериментально полученные данные заносят в табл. 33.

Таблица 33

Исследование зависимости сопротивления тела человека от напряжения при $f=1\text{ кГц}$

Напряжение U , В при $f=1\text{ кГц}$	Сила тока	
	при $S=1250\text{ мм}^2$	при $S=2500\text{ мм}^2$
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Ладони рук порознь прикладываются к двум электродам с площадью контактной поверхности $S=1250 \text{ мм}^2$ и записывается величина тока I , протекающего через тело человека. Затем ладони рук порознь прикладываются к двум электродам с площадью контактной поверхности $S=2500 \text{ мм}^2$ и записывается соответствующая величина тока. По табличным данным построить графики.

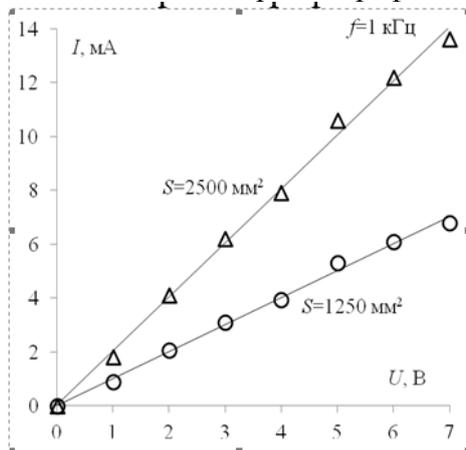


Рис. 32. Зависимость силы тока от напряжения при частоте 1 кГц

По тангенсу угла наклона рассчитывается электрическое сопротивление тела человека при различной площади контактных поверхностей.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{\Delta U}{\Delta I} \quad (0.6)$$

На основании расчетов делается вывод о влиянии площади контактной поверхности на сопротивление человека.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА ОТ ЧАСТОТЫ

Исследование зависимости сопротивления тела человека от частоты проводят при фиксированной амплитуде напряжения 7 В в диапазоне частот от 100 Гц до 1 кГц. Ладони рук порознь прикладываются к двум электродам с площадью контактной поверхности 1250 мм^2 и фиксируется величина тока, протекающего через тело человека. Затем ладони рук порознь прикладываются к двум электродам с площадью контактной поверхности 2500 мм^2 и в таблицу записывается сила тока I , протекающего через тело человека. По результатам измерения заполняется табл. 43

Таблица 34.

Исследование зависимости сопротивления тела человека от частоты

Частота f , Гц при $U=7 \text{ В}$	Сила тока	
	при $S=1250 \text{ мм}^2$	при $S=2500 \text{ мм}^2$
100		
200		
300		
400		
500		
600		
700		
800		
900		
1000		

По табличным данным построить графики зависимости силы тока от частоты.
Сделать выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Действие электрического тока на организм человека и виды поражений.
2. Основные причины поражения электрическим током.
3. Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током.
4. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током (ПУЭ).
5. Сравнительная оценка опасности поражения электрическим током в трехфазной сети с изолированной и с заземленной нейтралью.
6. Защита от опасности поражения электрическим током (организационные мероприятия и основные технические средства защиты).
7. Определение, назначение, принцип действия защитного заземления.
8. Определение, назначение, принцип действия защитного зануления.
9. Изолирующие электрозащитные средства.
10. Плакаты и знаки безопасности.
11. Дайте определения следующим понятиям: напряжение шага, напряжение прикосновения, токоведущая часть, электроустановка.

Список литературы:

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) (в редакции от 20.12.2017) / Министерство энергетики Российской Федерации. – 7-ое изд-е. – М.: Главгосэнергонадзор России, 2019. – 607 с.
2. Приказ Минтруда России от 15.12.2020 N 903н "Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61957)
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП). – М.: ЗАО «Энергосервис», 2003. – 286 с.
4. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. – М.: Изд-во ЦЕНТРМАГ, 2021. – 154 с.
5. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ В ЖИЛЫХ И ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

ЦЕЛЬ

Оценить эффективность действия различных средств электробезопасности в жилых и офисных помещениях.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Электрическое сопротивление тела человека

Тело человека является проводником электрического тока. Проводимость живой ткани в отличие от обычных проводников обусловлена не только ее физическими свойствами, но и сложнейшими биохимическими и биофизическими процессами, присущими лишь живой материи. Следовательно, сопротивление тела человека является переменной величиной, имеющей нелинейную зависимость от множества факторов, в том числе от состояния кожи, параметров электрической цепи, физиологических факторов и состояния окружающей среды.

Электрическое сопротивление различных тканей тела человека неодинаково: кожа, кости, жировая ткань, сухожилия и хрящи имеют относительно большое сопротивление, а мышечная ткань, кровь, лимфа и особенно спинной и головной мозг – малое сопротивление. Например, удельное сопротивление сухой кожи составляет $3 \times 10^3 - 2 \times 10^4$ Ом м, а крови 1 – 2 Ом м.

Из этих данных следует, что кожа обладает очень большим удельным сопротивлением, которое является главным фактором, определяющим сопротивление тела человека в целом.

Сопротивление тела человека можно условно считать состоящим из трех последовательно включенных сопротивлений: двух одинаковых сопротивлений наружного слоя кожи (эпидермиса), которые в совокупности составляют так называемое наружное сопротивление тела человека), и внутреннего сопротивления тела R_B .

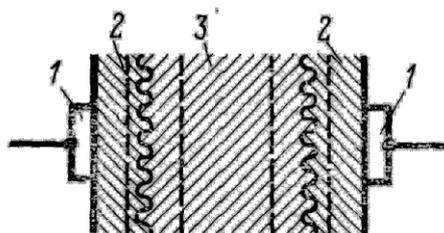


Рис. 33. К определению сопротивления тела человека:

1 – электроды; 2 – наружный слой кожи – эпидермис (роговой и ростковый слой); 3 – внутренние ткани тела (включая внутренний слой кожи – дерму).

Сопротивление наружного слоя кожи Z состоит из активного и емкостного сопротивлений, включенных параллельно. Внутреннее сопротивление тела считается чисто активным, хотя, строго говоря, оно также обладает емкостной составляющей. Внутреннее сопротивление R_B практически не зависит от площади электродов, частоты тока, а также от значения приложенного напряжения.

Эквивалентная схема сопротивления тела человека для рассмотренных условий показана на рис. 34.

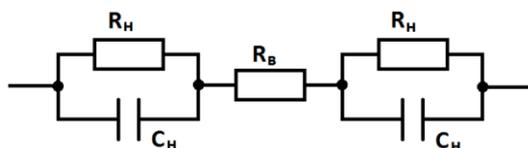


Рис. 34. Эквивалентная схема замещения сопротивления тела человека.

На основании этой схемы выражение для определения полного сопротивления тела человека в комплексной форме Z_h , Ом, имеет вид

$$Z_h = 2Z_h + R_b = \frac{2}{\frac{1}{R_h} + j\omega C_h} + R_b \quad (0.7)$$

В целом, значение полного сопротивления тела человека зависит от ряда факторов: *состояния кожи, параметров электрической цепи, места приложения электродов к телу человека, значений тока, приложенного напряжения, рода и частоты тока, площади электродов, длительности воздействия, физиологических факторов окружающей среды.*

Расчетное электрическое сопротивление тела человека переменному току частотой 50 Гц при анализе опасности поражения человека током принимается равным 1 кОм.

Виды электротравм

Большинство специалистов и исследователей в области электробезопасности указывают на следующие действия, которые производит электрический ток, проходя через организм человека:

термическое действие – проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высоких температур внутренних тканей человека, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства;

электролитическое действие – проявляется в разложении органической жидкости, в том числе и крови, что вызывает значительные нарушения их физико-химического состава;

механическое действие – приводит к разрыву тканей и переломам костей;

биологическое действие – проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей в организме, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, присущих нормально действующему организму; с биологической точки зрения исход поражения человека электрическим током может быть следствием тех физиологических реакций, которыми ткани отвечают на протекание через них электрического тока.

Средства защиты

Заземление

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим

причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциала, разряд молнии и т. п.). Эквивалентом земли может быть вода реки или моря, каменный уголь в карьерном залежании и т. п. [1], [5]

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Защитное заземление следует отличать от других видов заземления, например, рабочего заземления и заземления молниезащиты.

Рабочее заземление – преднамеренное соединение с землей отдельных точек электрической цепи, например нейтральных точек обмоток генераторов, силовых и измерительных трансформаторов, аппаратов, реакторов поперечной компенсации в дальних линиях электропередачи, а также фазы при использовании земли в качестве фазного или обратного провода. Рабочее заземление предназначено для обеспечения надлежащей работы электроустановки в нормальных или аварийных условиях и осуществляется непосредственно (т. е. путем соединения проводником заземляемых частей с заземлителем) или через специальные аппараты — пробивные предохранители, разрядники, резисторы и т.п.

Заземление молниезащиты – преднамеренное соединение с землей молниеприемников и разрядников в целях отвода от них токов молнии в землю.

Принцип действия защитного заземления состоит в снижении до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус и другими причинами. Это достигается путем уменьшения потенциала заземленного оборудования (уменьшением сопротивления заземлителя), а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек, и заземленного оборудования (подъемом потенциала основания, на котором стоит человек, до значения, близкого к значению потенциала заземленного оборудования).

Зануление

Зануление – это преднамеренное электрическое соединение открытых проводящих частей электроустановок с глухозаземленной нейтральной точкой генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с заземленной точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности. [1], [5]

Для соединения открытых проводящих частей потребителя электроэнергии с глухозаземленной нейтральной точкой источника используется нулевой защитный проводник.

Нулевым защитным проводником (PE – проводник в системе TN-S) называется проводник, соединяющий зануляемые части (открытые проводящие части) с глухозаземленной нейтральной точкой источника питания трехфазного тока или с заземленным выводом источника питания однофазного тока, или с заземленной средней точкой источника питания в сетях постоянного тока.

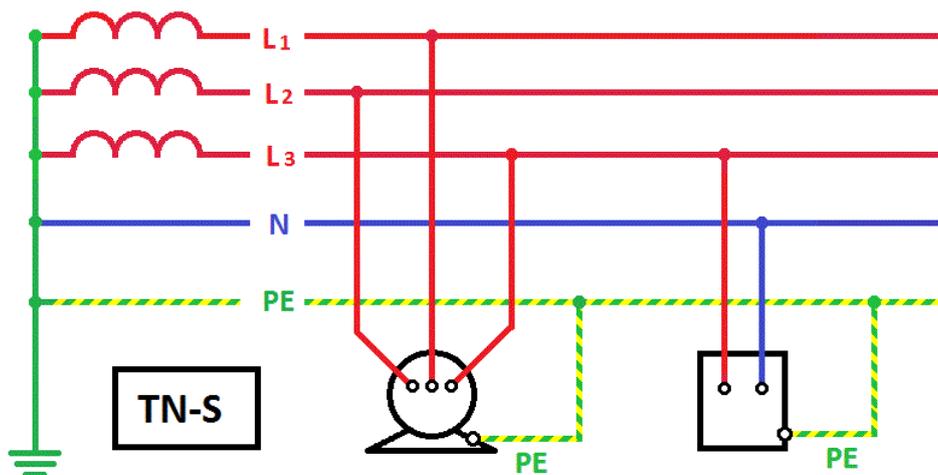


Рис. 35. Система заземления TN-S

Нулевой защитный проводник следует отличать от нулевого рабочего и PEN проводников.

Нулевой рабочий проводник (N – проводник в системе TN-S) – проводник в электроустановках напряжением до 1 кВ, предназначенный для питания электроприемников соединенный с глухозаземленной нейтральной точкой генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной точкой источника в сетях постоянного тока.

Совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводник (PEN – проводник в системе TN-C) – проводник в электроустановках напряжением до 1 кВ, совмещающий функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводника.

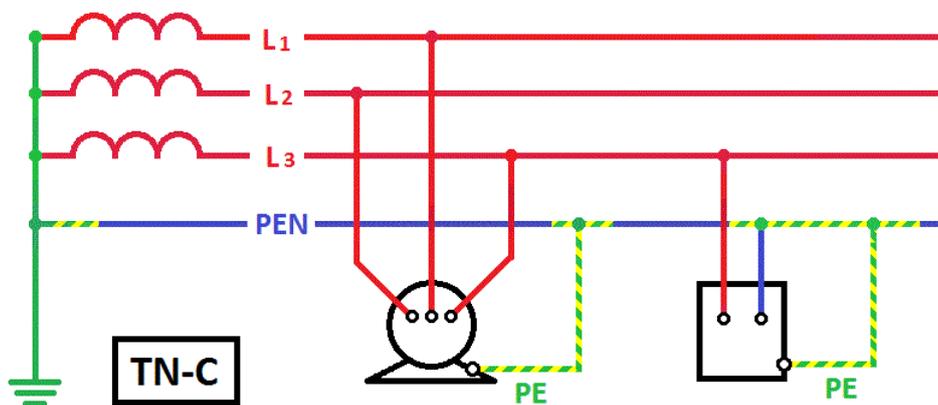


Рис. 36. Система заземления TN-C

Зануление необходимо для обеспечения защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении за счет снижения напряжения корпуса относительно земли и быстрого отключения электроустановки от сети.

Принцип действия зануления. При замыкании фазного провода на зануленный корпус электропотребителя образуется цепь тока однофазного короткого замыкания (то есть замыкания между фазным и нулевым защитным проводниками). Ток однофазного короткого замыкания вызывает срабатывание токовой защиты, в результате чего происходит отключение поврежденной электроустановки от питающей сети. Кроме того, до срабатывания максимальной токовой защиты происходит снижение напряжения поврежденного корпуса относительно земли, что связано с защитным действием повторного заземления нулевого защитного проводника и перераспределением напряжений в сети при протекании тока короткого замыкания.

Защитное отключение

Защитным отключением называется автоматическое отключение электроустановок при однофазном прикосновении к частям, находящимся под напряжением, недопустимым для человека, и (или) при возникновении в электроустановке тока утечки (замыкания), превышающего заданные значения. [1], [5]

Назначение защитного отключения – обеспечение электробезопасности, что достигается за счет ограничения времени воздействия опасного тока на человека. Защита осуществляется специальным устройством защитного отключения (УЗО), которое, работая в дежурном режиме, постоянно контролирует условия поражения человека электрическим током. Область применения: электроустановки в сетях с любым напряжением и любым режимом нейтрали.

Наибольшее распространение защитное отключение получило в электроустановках, используемых в сетях напряжением до 1 кВ с заземленной или изолированной нейтралью.

Принцип работы УЗО состоит в том, что оно постоянно контролирует входной сигнал и сравнивает его с наперед заданной величиной (уставкой). Если входной сигнал превышает уставку, то устройство срабатывает и отключает защищенную электроустановку от сети. В качестве входных сигналов устройств защитного отключения используют различные параметры электрических сетей, которые несут в себе информацию об условиях поражения человека электрическим током.

МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Меры безопасности

К работе допускаются лица, ознакомленные с его устройством, принципом работы и мерами безопасности при работе с электрооборудованием [4].

Запрещается вставлять вилки шнуров питания, соединяющие проводники и перемычки в гнезда при включенном питании лабораторного стенда.

Перечень оборудования

Конструкция лабораторного стенда обеспечивает возможность сборки электрической цепи требуемой конфигурации, с необходимыми параметрами ее элементов и измерения параметров режима этой цепи.

Таблица 35.

Перечень оборудования, используемого в лабораторной работе

Наименование	Код
Однофазный источник питания	218.1
Модель человека	309.1
Устройство защитного отключения	321.1
Модель питающей электрической сети	387
Модель электроприемника с рабочей изоляцией	388.1
Модель электроприемника с двойной изоляцией	388.2
Блок мультиметров	509.2
Рама настольная одноуровневая с контейнером	708.3
Набор аксессуаров	855

Лабораторный стенд изготовлен и эксплуатируется в соответствии с требованиями нормативной документации [1], [3], [4], [5]. Общий вид лабораторного стенда изображен на рис. 37.

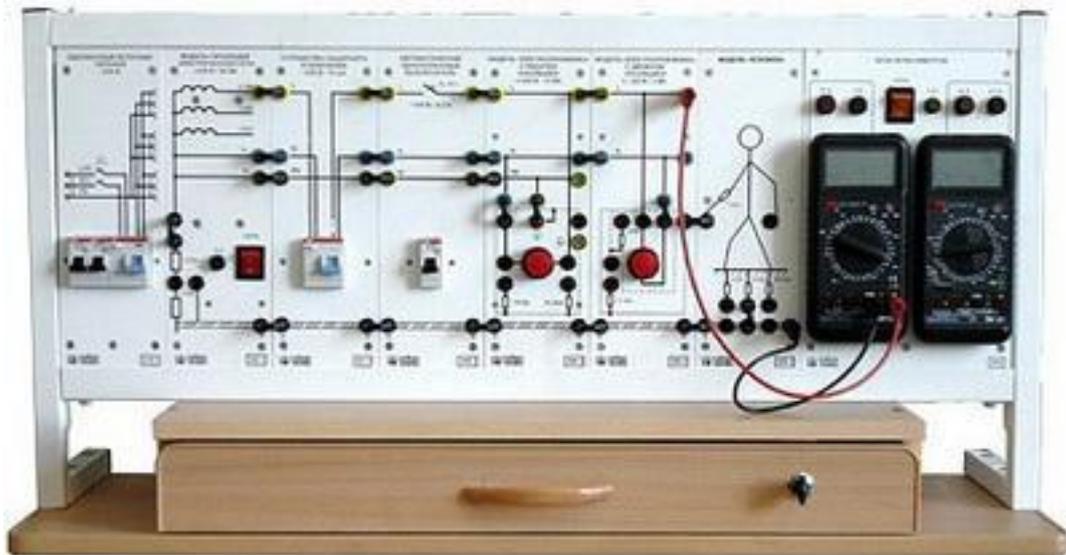


Рис. 37. Лабораторный стенд по электробезопасности

Подготовка стенда и проведение измерений

При выполнении работы функциональные модули комплекта собираются в соответствии с прилагаемой в задании схемой. После сборки проводится внешний осмотр стенда и проверка его соответствия принципиальной электрической схеме.

Для измерения трех базовых электрических величин используется мультиметр. До включения мультиметра необходимо выполнить следующие операции:

1. Установить род тока (постоянный или переменный).
2. Выбрать диапазон измерения соответствующий ожидаемому результату измерений («700V» для вольтметра, «2A» для амперметра).
3. Правильно включить в схему мультиметр см. рис. 38–40.



Рис. 38. Подключение мультиметра для измерения напряжения



Рис. 39. Подключение мультиметра для измерения сопротивления



Рис. 40. Подключение мультиметра для измерения тока

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1.ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ПРИ ПРЯМОМ И КОСВЕННОМ ПРИКОСНОВЕНИИ.

Прямое прикосновение

Для измерения силы тока при прямом прикосновении и прохождении тока от одной руки к другой собирается электрическая схема, изображенная на рис. 41. При правильно собранной электрической цепи амперметр показывает значение силы тока через тело человека, а вольтметр – напряжение прикосновения, в данном случае фазное напряжение в сети.

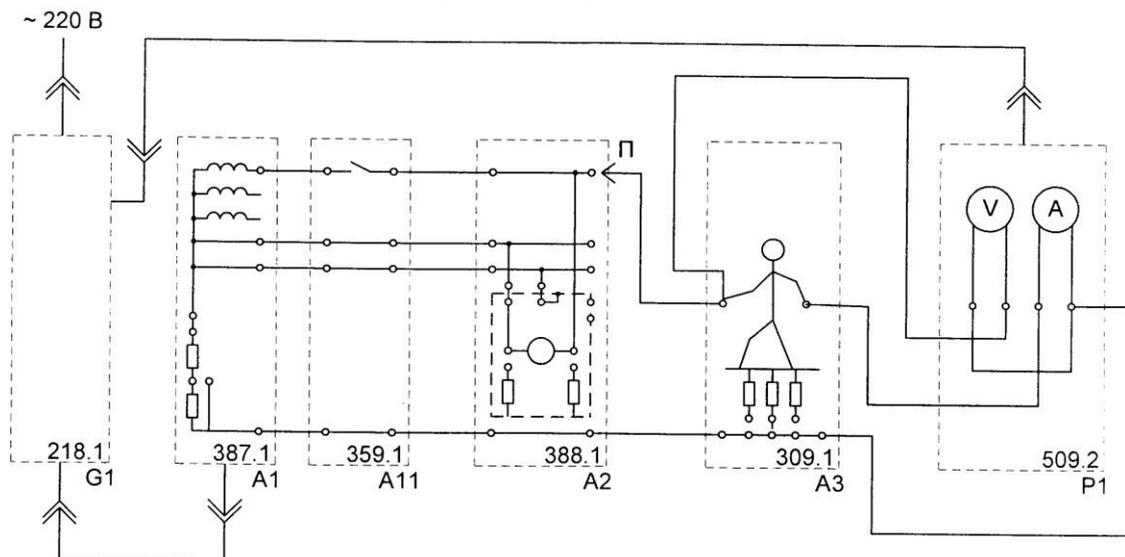


Рис. 41. Схема для определения силы тока при прямом прикосновении, путь прохождения тока «рука–рука».

Результаты измерений тока и напряжения при различном сопротивлении обуви и пола заносятся в табл. 36. Вид обуви и тип пола варьируется различными положениями щупа амперметра в блоке 309.1.

*Определение силы электрического тока через тело человека
при прямом прикосновении*

Путь тока	$R_{\text{П}}$, кОм	$I_{\text{ч}}$, мА	$U_{\text{пр}}$, В
Рука– рука	1		
	10		
	100		
Рука– ноги	1		
	10		
	100		

Для измерения силы тока при прямом прикосновении и прохождении тока от руки к ногам собирается электрическая схема, изображенная на рис. 42.

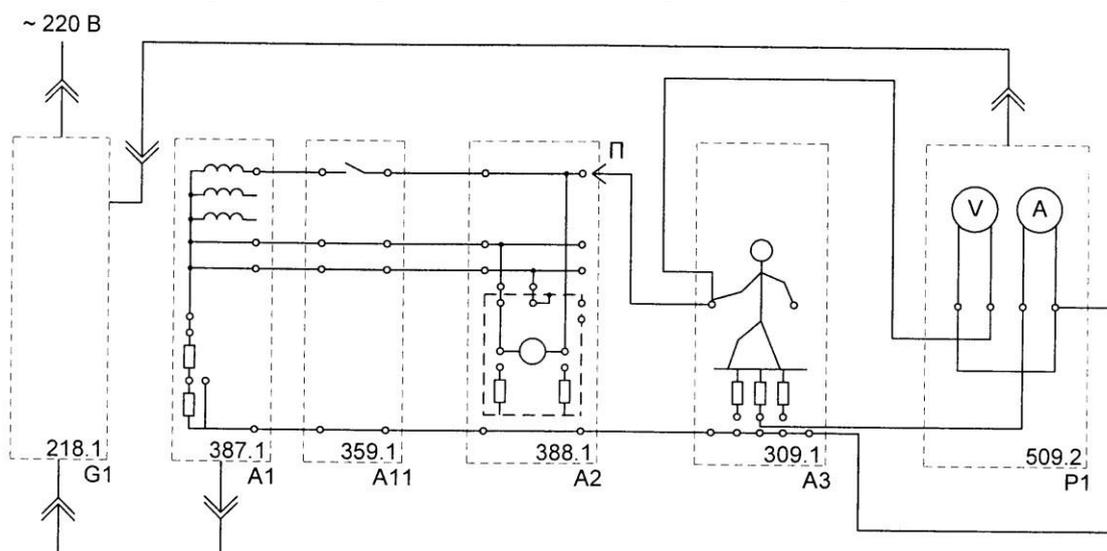


Рис. 42. Схема для определения силы тока при прямом прикосновении, путь прохождения тока «рука–ноги».

Результаты измерений тока и напряжения при различном сопротивлении обуви и пола заносятся в табл. 42. Вид обуви и тип пола варьируется различными положениями щупа амперметра в блоке 309.1.

Косвенное прикосновение

Для измерения силы тока при косвенном прикосновении собираются электрические схемы, изображенные на рис. 43, 44. При правильно собранной электрической цепи амперметр показывает значение силы тока через тело человека, а вольтметр – напряжение прикосновения.

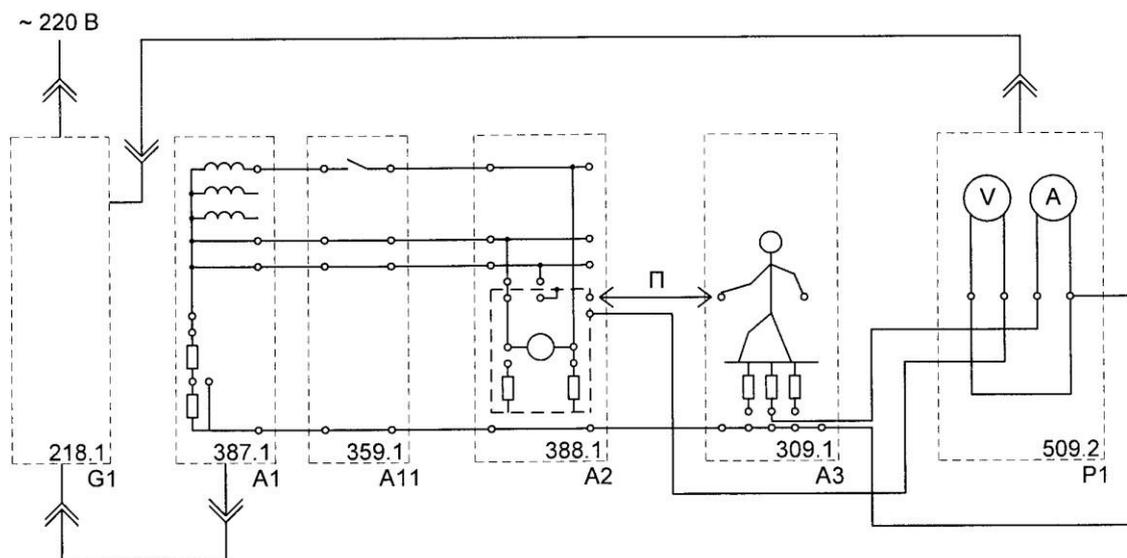


Рис. 43. Косвенное прикосновение, сопротивление основной изоляции 15 кОм

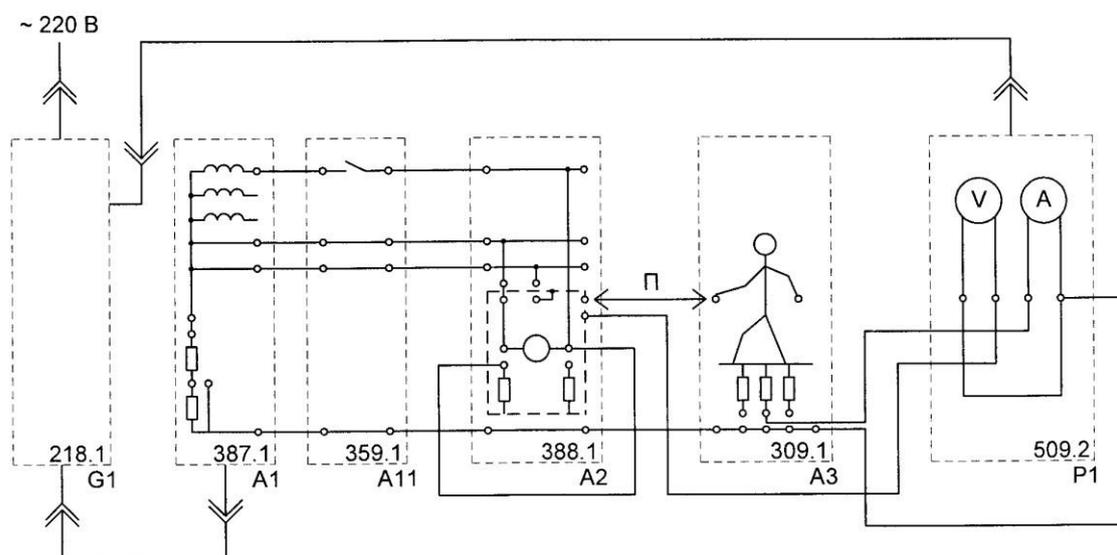


Рис. 44. Косвенное прикосновение, сопротивление основной изоляции 10 Ом

На схеме рис. 43 сопротивление основной изоляции электроприемника составляет 15 кОм, а на схеме рис. 44 сопротивление основной изоляции снижается до 10 Ом.

Результаты измерений тока и напряжения при различном сопротивлении обуви и пола заносятся в табл. 37. Вид обуви и тип пола варьируется различными положениями щупа амперметра в блоке 309.1.

*Определение силы электрического тока через тело человека
при косвенном прикосновении*

$R_{из}$	$R_{п}, кОм$	$I_{ч}, мА$	$U_{пр}, В$
15 кОм	1		
	10		
	100		
10 Ом	1		
	10		
	100		

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Защитное зануление

Для исследования действия защитного зануления при косвенном прикосновении собирается электрическая схема, изображенная на рис. 45. В данной схеме сопротивление основной изоляции электроприемника составляет 15 кОм. Для моделирования схемы без зануления необходимо удалить перемычку, соединяющую корпус с нулевым проводником в блоке 388.1.

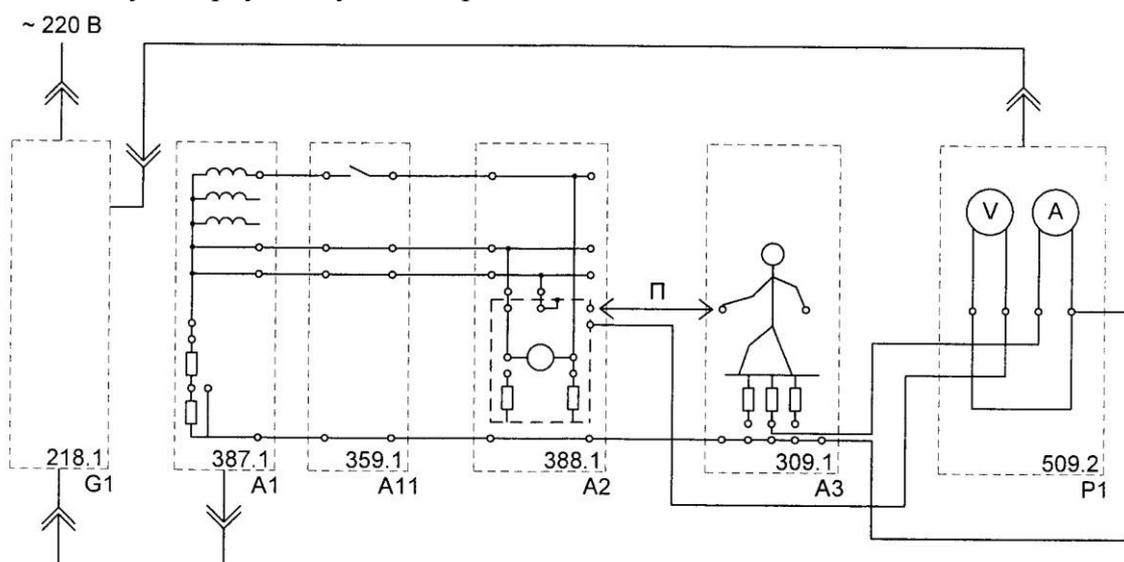


Рис. 45. Схема для изучения действия защитного зануления

При правильно собранной электрической цепи амперметр показывает значение силы тока через тело человека, а вольтметр – напряжение прикосновения, в данном случае фазное напряжение в сети.

Результаты измерений тока и напряжения при различном сопротивлении обуви и пола заносятся в табл. 38. Вид обуви и тип пола варьируется различными положениями щупа амперметра в блоке 309.1.

Определение силы электрического тока через тело человека при косвенном прикосновении с занулением и без него

Зануление	$R_{\text{П}}$, кОм	$I_{\text{ч}}$, мА	$U_{\text{пр}}$, В
есть	1		
	10		
	100		
нет	1		
	10		
	100		

Устройство автоматического отключения питания при сверхтоках

Для исследования устройства автоматического отключения питания при сверхтоках собирается электрическая схема, изображенная на рис. 46.

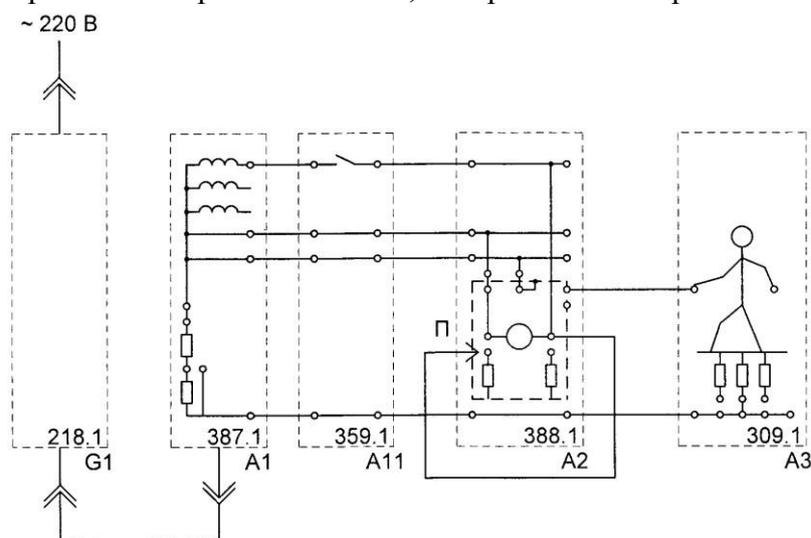


Рис. 46. Схема для исследования устройства автоматического отключения питания при сверхтоках

В данной схеме разрушение основной изоляции электроприемника моделируется установкой переключки в блоке 388.1. Перед включением источника питания переключку необходимо вытащить из гнезда. При правильно собранной электрической схеме после включения источника питания и установки переключки, срабатывает автоматическое отключение питания при сверхтоках.

Результаты данного эксперимента должны быть отражены в выводе по лабораторной работе. В общем выводе также следует отразить Ваше мнение о необходимости установки блока 309.1.

Двойная изоляция электроприемника

Для исследования защитного действия двойной изоляции электроприемника собирается электрическая схема, изображенная на рис. 47.

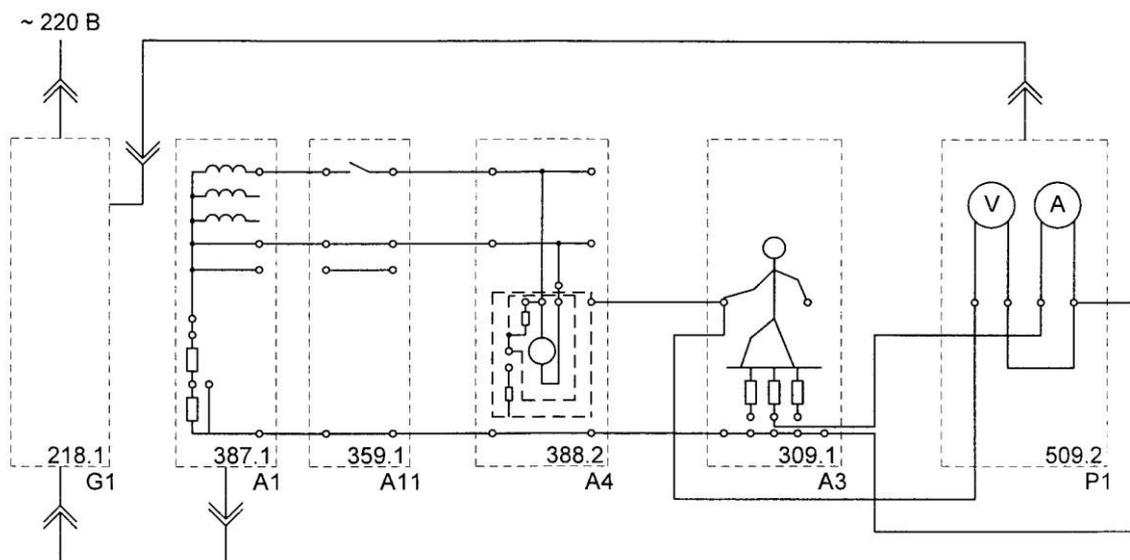


Рис. 47. Снижение сопротивления основной изоляции до 7,5 кОм

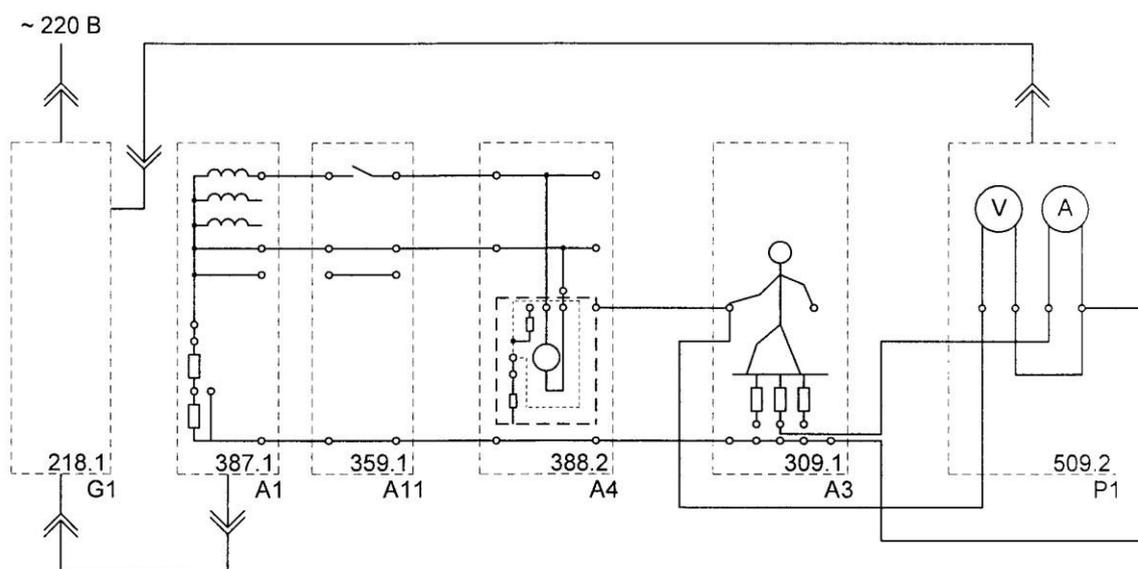


Рис. 48. Снижение сопротивления дополнительной изоляции до 7,5 кОм

В данной схеме моделируется снижение сопротивления основной и дополнительной изоляции электроприемника до 7,5 кОм установкой перемычки. При правильно собранной электрической схеме после включения источника питания и установки перемычки, срабатывает автоматическое отключение питания при сверхтоках

При правильно собранной электрической схеме амперметр показывает значение силы тока через тело человека, а вольтметр – напряжение прикосновения.

Результаты измерений тока и напряжения при снижении сопротивления изоляции заносятся в табл. 39. Вид обуви и тип пола варьируется различными положениями щупа амперметра в блоке 309.1.

Определение силы электрического тока через тело человека при снижении основной и дополнительной изоляции электроприемника

Снижение сопротивления изоляции	$R_{\text{П}}$, кОм	$I_{\text{ч}}$, мА	$U_{\text{пр}}$, В
основная	1		
	10		
	100		
дополнительная	1		
	10		
	100		

Устройство защитного отключения, реагирующее на дифференциальный ток

Для измерения силы тока при прямом прикосновении собирается электрическая схема, изображенная на рис. 49.

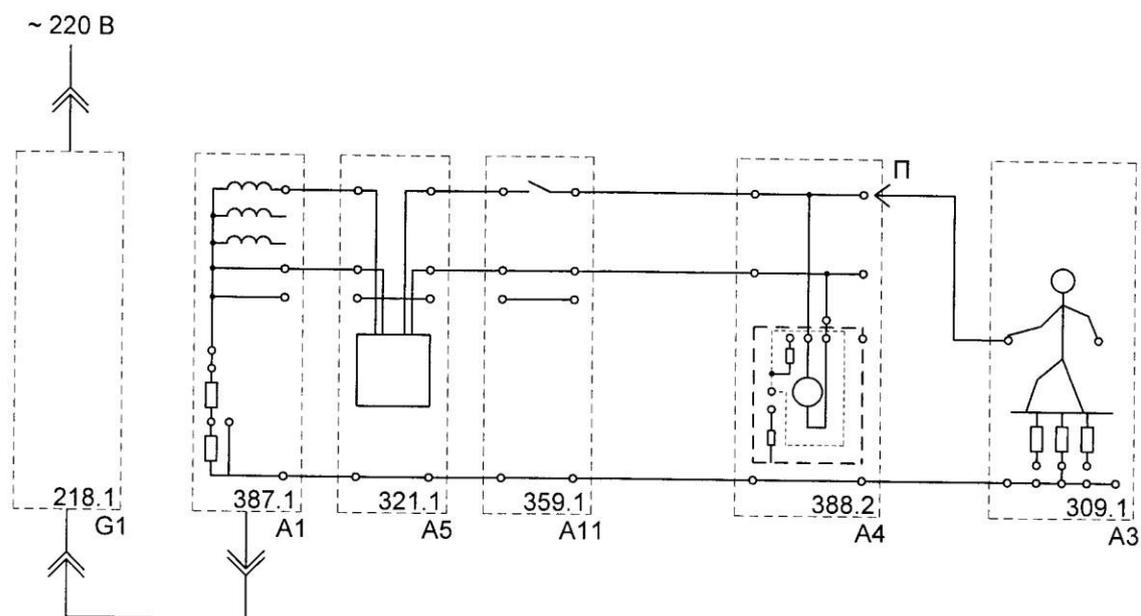


Рис. 49. Исследование действия устройства защитного отключения

При правильно собранной электрической цепи амперметр показывает значение силы тока через тело человека, а вольтметр – напряжение прикосновения, в данном случае фазное напряжение в сети.

Результаты измерений тока и напряжения при различном сопротивлении обуви и пола заносятся в табл. 40, при этом УЗО необходимо исключить из схемы. Вид

обуви и тип пола варьируется различными положениями щупа амперметра в блоке 309.1.

При включении в цепь устройства защитного отключения заполняется первый столбец табл. 40, если защита срабатывает, то в соответствующей ячейке ставится знак «+», в противном случае – «-».

Табл. 40

Определение силы электрического тока через тело человека при прямом прикосновении и действии УЗО

Действие УЗО	R _п , кОм	I _с , мА	U _{пр} , В
	1		
	10		
	100		

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?
4. Перечислите существующие системы заземления.

Список литературы:

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) (в редакции от 20.12.2017) / Министерство энергетики Российской Федерации. – 7-ое изд-е. – М.: Главгосэнергонадзор России, 2019. – 607 с.
2. Приказ Минтруда России от 15.12.2020 N 903н "Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61957)
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП). – М.: ЗАО «Энергосервис», 2003. – 286 с.
4. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. – М.: Изд-во ЦЕНТРМАГ, 2021. – 154 с.
5. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ И ЗАНУЛЕНИЯ

ЦЕЛЬ

Оценить эффективность действия защитного заземления в электроустановках, питающихся от сети с изолированной нейтралью напряжением до 1 кВ.

Оценить эффективность действия защитного заземления и зануления в электроустановках, питающихся от сети с заземленной нейтралью напряжением до 1 кВ.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Все случаи поражения человека током возможны лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, то есть при прикосновении человека не менее чем к двум точкам цепи. Опасность такого прикосновения оценивается значением силы тока, проходящего через тело человека.

Опасность поражения током зависит от ряда факторов: схемы замыкания цепи через тело человека, напряжения и типа сети, сопротивления изоляции, емкости токоведущих частей относительно земли и т.д.

Следовательно, вероятность поражения электрическим током не является однозначной: в одних случаях замыкание цепи через тело человека будет сопровождаться прохождением малых токов и окажется не опасным, в других – токи могут достигать больших значений, способных вызвать смертельное поражение человека.

Одной из основных причин несчастных случаев от электрического тока является появление напряжения на металлических частях электрооборудования, которые нормально не находятся под напряжением (на корпусах, кожухах, ограждениях и т.п.). Напряжение на этих частях может появиться в результате повреждения изоляции токоведущих частей электрооборудования, падения провода, находящегося под напряжением, замыкания фазного провода на землю. Опасность поражения током в этих случаях устраняется с помощью защитного заземления, зануления, защитного отключения, выравнивания потенциала, двойной изоляции, а также благодаря применению малых напряжений и специальных защитных средств – переносных приборов и приспособлений.

Защитное заземление

Защитным заземлением называется преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние, вынос потенциала и т.п.). [1], [5]

Принцип действия защитного заземления заключается в снижении напряжения между корпусом, оказавшимся под напряжением, и землей до безопасного значения. Это достигается путем уменьшения потенциала заземленного оборудования, а также путем выравнивания потенциалов основания,

на котором стоит человек, и заземленного оборудования, за счет появления потенциалов на поверхности земли при стекании тока в землю. Данные потенциалы возникают из-за сравнительно большого удельного сопротивления грунта (103 – 104 Ом·м) и уменьшаются по мере удаления от места стекания тока в землю. В непосредственной близости от места стекания тока в землю потенциал основания, на котором стоит человек, практически равен потенциалу заземленного оборудования. При этом разность потенциалов, определяющая напряжение прикосновения, минимальна. По мере удаления данного основания от места стекания тока в землю указанная разность потенциалов возрастает, то есть эффект выравнивания потенциалов ослабевает. При удалении человека от места стекания тока в землю на 20 м и более напряжение прикосновения практически равно потенциалу корпуса электроустановки оказавшейся под напряжением.

Если корпус электрооборудования не заземлен и он оказался в контакте с фазой, то прикосновение человека к такому корпусу равносильно прикосновению к фазе. В этом случае величина тока в комплексной форме, проходящего через тело человека, прикоснувшегося к фазному проводу трехфазной электрической сети с изолированной нейтралью (рис. 1.), определяется соотношением:

$$I = \frac{U_{\phi}}{R_{ч} + R_{об} + R_{п} + \frac{Z_{и}}{3}}, \quad (1)$$

где I – ток через тело человека, А; U_{ϕ} – фазное напряжение, В; $Z_{и}$ – полное сопротивление изоляции одной фазы, Ом; $R_{ч}$ – сопротивление тела человека, Ом; $R_{об}$ – сопротивление обуви, Ом; $R_{п}$ – сопротивление пола, Ом.

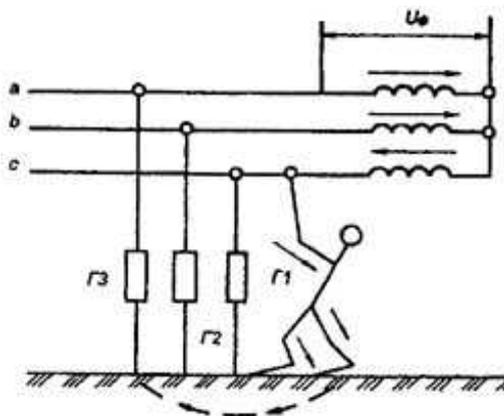


Рис. 50. Прикосновение человека к фазному проводу трехфазной электрической сети с изолированной нейтралью

Для трехфазной электрической сети с глухо заземленной нейтралью (рис. 51.) проводимость изоляции фазных проводов относительно земли пренебрежимо мала по сравнению с проводимостью заземления нейтрали, поэтому величина тока через тело человека практически не зависит от сопротивления изоляции и равна

$$I = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{ч}} + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + R_{\text{з}}}, \quad (2)$$

где $R_{\text{з}}$ – сопротивление заземления нейтрали источника тока, Ом.

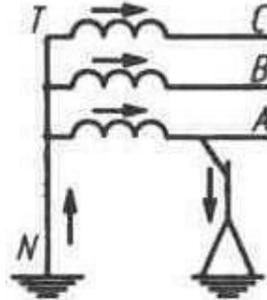


Рис. 51. Прикосновение человека к фазному проводу трехфазной электрической сети с глухо заземленной нейтралью

Наиболее неблагоприятный тот случай, когда человек прикоснувшийся к фазе имеет на ногах токопроводящую обувь – сырую или подбитую металлическими гвоздями и стоит непосредственно на сырой земле или на проводящем основании – на металлическом полу, на заземленной металлической конструкции, то есть когда можно принять $R_{\text{об}} = 0$ и $R_{\text{п}} = 0$. Сопротивление заземления нейтрали обычно во много раз меньше сопротивления тела человека (как правило, не превышает 10 Ом) и им можно пренебречь. При этих условиях величина тока через тело человека достигает опасной величины. Например, при $R_{\text{ч}} = 1 \text{ кОм}$ и $R_{\text{з}} = 4 \text{ Ом}$, ток равен 0.22 А:

$$I \approx \frac{220}{1000 + 4} = 0.22 \text{ А} \quad (3)$$

Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя – металлических проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей, и заземляющих проводников, соединяющих заземляющие части с заземлителем. [1], [5]

Заземлители бывают искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления и естественные, находящиеся в земле металлические предметы иного назначения.

Для искусственных заземлителей применяются обычно вертикальные и горизонтальные электроды, т.е. одиночные заземлители. В качестве вертикальных электродов используются стальные трубы диаметром 3–5 см. и угловая сталь размером от 40×40 до 60×60 мм. длиной 2.5–3 м, а также стальные прутки диаметром 10–12 мм и длиной до десяти метров.

Для соединения вертикальных электродов между собой и в качестве самостоятельного горизонтального электрода применяется полосовая сталь сечением не менее 4×12 мм или сталь круглого сечения диаметром не менее 6 мм.

Для погружения в землю вертикальных электродов предварительно роют траншею глубиной 70–80 см, после чего их забивают и верхние концы соединяют стальной полосой с помощью сварки. В таких же траншеях прокладывают и горизонтальные электроды. Траншею засыпают землей, очищенной от строительного мусора, а затем тщательно утрамбовывают, что обеспечивает лучшую проводимость грунта, а следовательно, уменьшает расход металла на устройство заземления.

В зависимости от места размещения заземлителя относительно заземляющего оборудования различают два типа заземляющих устройств – выносные и контурные. У выносного заземлитель вынесен за пределы площадки, на которой размещено заземляемое оборудование. Это приводит к тому, что практически не происходит выравнивание потенциала основания, на котором стоит человек, и заземленного оборудования. Эффективность применения такого заземляющего устройства обусловлена только снижением потенциала заземленного оборудования. При этом оказывается несущественным число и схема расположения заземляющих электродов, рис. 52.

При замыкании фазы на корпус и стекании тока через заземлитель потенциал достигает максимума в точке поверхности над заземлителем и практически затухает через 20 м. При этом на руку человека, прикоснувшегося к корпусу электрооборудования, действует потенциал заземлителя, а ноги находятся под потенциалом, близким к нулю. Напряжение прикосновения, равное разности потенциалов руки и ног, в данном случае практически равно потенциалу заземлителя.

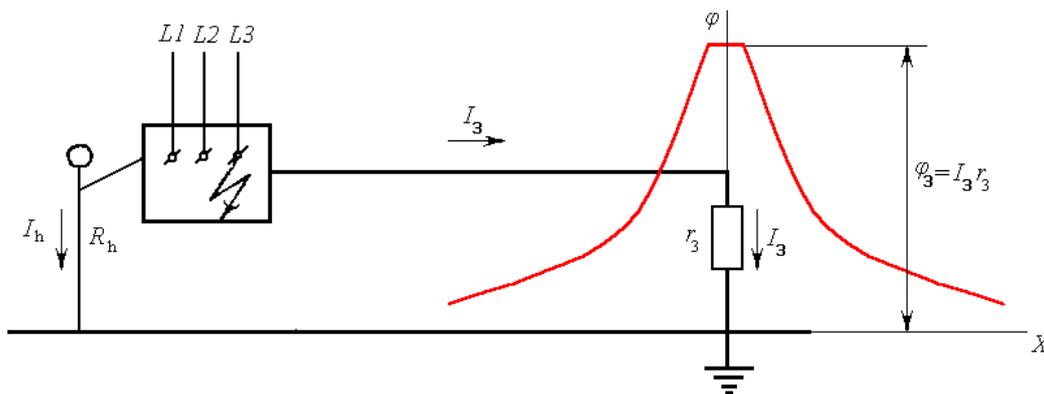


Рис. 52. Выносной (сосредоточенный) заземлитель

Контурные заземляющие устройства характеризуются по возможности равномерным размещением заземляющих электродов по площадке, на которой установлено электрооборудование. Снижение напряжения прикосновения в этом случае обусловлено не только перераспределением падения напряжения источника, но и выравниванием потенциалов заземленного корпуса электроустановки и основания, на котором стоит человек, как это показано на рис. 53.

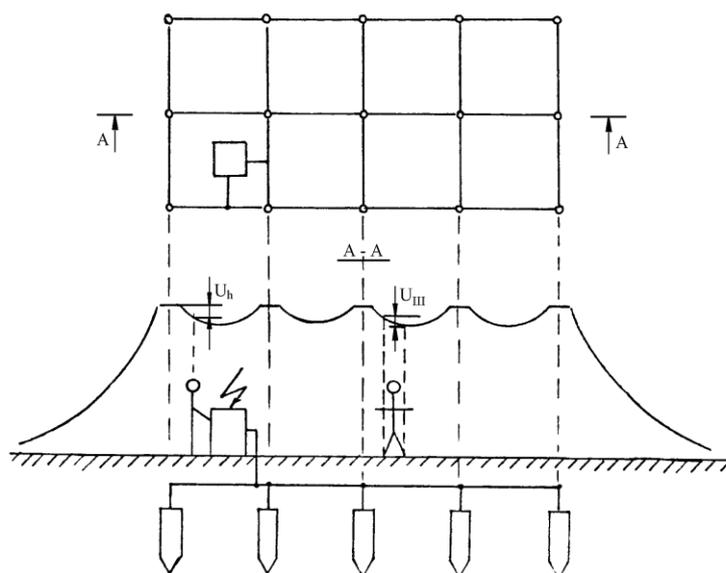


Рис. 53. Случай контурного (распределенного) заземлителя

При этом распределения потенциалов отдельных заземлителей складываются, получается суммарное распределение потенциала в соответствии с принципом суперпозиции. Таким образом, потенциалы в точках рабочей площадки по своей величине приближаются к потенциалу заземленного корпуса оборудования, поэтому напряжение прикосновения значительно уменьшается и составляет доли потенциала заземлителя.

В качестве естественных заземлителей могут использоваться проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубопроводы (за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов), обсадные трубы артезианских колодцев, скважин, шурфов, металлические конструкции и арматура железобетонных конструкций зданий и сооружений, имеющие соединение с землей, металлические шпунты гидротехнических сооружений, свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле. [1], [5]

Алюминиевые оболочки кабелей и проводники не допускается использовать в качестве естественных заземлителей.

В электрических распределительных устройствах высокого напряжения в качестве естественного заземлителя используется заземление опор отходящих воздушных линий с грозозащитными тросами при условии, что тросы не изолированы от опор.

Естественные заземлители обладают, как правило, малым сопротивлением растеканию тока, поэтому использование их для целей заземления экономически весьма целесообразно.

Заземляющие проводники, т.е. проводники, соединяющие заземляемое оборудование с заземлителем выполняются обычно из полосовой стали. Прокладка их производится по стенам и другим конструкциям зданий.

Присоединение заземляемого оборудования к магистралям заземления, т.е. к основному заземляющему проводнику, идущему от заземлителя, осуществляется с помощью отдельных проводников. При этом последовательное включение заземляемого оборудования не допускается.

Соединения заземляющих проводников между собой, а также заземлителями и заземляемыми конструкциями выполняются, как правило, сваркой, а с корпусами аппаратов, машин и другого оборудования – сваркой или с помощью болтов.

Отличительной окраской заземляющей сети является черный цвет, в которой должны быть окрашены все открыто расположенные заземляющие проводники, конструкции и полосы сети заземления.

Область применения защитного заземления – трехфазные сети до 1000 В с изолированной нейтралью и выше 1000 В. с любым режимом работы нейтрали.

Требования к устройству защитного заземления и зануления определены Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) [1], в соответствии с которыми защитному заземлению или занулению подлежат все металлические и другие токопроводящие части электроустановок и оборудования, которые случайно в аварийном режиме могут оказаться под напряжением (ССБТ ГОСТ 12.1.030-81) [5]:

- при номинальном напряжении 380 В и выше переменного тока, 440 В и выше постоянного тока – во всех электроустановках;
- при номинальном напряжении выше 42 В, но ниже 380 В переменного тока и выше 110 В, но ниже 440 В постоянного тока – только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных помещениях и в наружных электроустановках;
- во взрывоопасных помещениях необходимо заземлять все оборудование независимо от напряжения.

При номинальных напряжениях менее 42 В переменного тока или 110 В постоянного тока заземления или зануления электроустановок не требуется.

Для заземления установок, которые питаются от одной сети, целесообразно проектировать общее заземляющее устройство. Если имеется несколько заземляющих устройств, они должны быть электрически соединены между собой.

Для осуществления эффективной защиты величина сопротивления защитного заземления не должна превышать значений, при которых напряжение прикосновения или шаговое напряжение достигают опасных величин (табл. 2).

Максимально допустимые значения сопротивления защитного заземления
в зависимости от характеристик электрических сетей.
(I_z расчетный ток замыкания на землю, А)

Допустимое сопротивление заземляющего устройства R, Ом	Характеристика электроустановок
<i>Электроустановки напряжением до 1000 В (нейтраль изолирована)</i>	
4	Для электроустановок мощностью источника более 100 кВА
10	Для электроустановок при мощности генераторов и трансформаторов до 100 кВА
125/ I_z , но не более 10	Если заземляющее устройство является общим для электроустановок напряжением до 1000 В и выше 1000 В
<i>Электроустановки напряжением выше 1000 В</i>	
250/ I_z , но не более 10	Если заземляющее устройство используется в сети с изолированной нейтралью
0.5	Если заземляющее устройство используется в сети с эффективно заземленной нейтралью

Зануление

Занулением электроустановок называется преднамеренное соединение металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением вследствие пробоя изоляции, с нулевым защитным проводником. При замыкании любой фазы на корпус образуется контур короткого замыкания, характеризуемый силой тока весьма большой величины, достаточной для срабатывания предохранителей в фазных питающих проводах.

Предусматривается повторное заземление нулевого проводника на случай обрыва провода на участке, близком к нейтрали. По этому заземлению ток стекает на землю, откуда попадает в заземление нейтрали, по нему во все фазные провода, включая имеющий пробитую изоляцию, далее на корпус, что также приводит к образованию контура короткого замыкания.

Согласно ПУЭ зануление должно быть выполнено в электроустановках с глухо заземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока или с глухо заземленным выводом источника однофазного тока, а также с глухо заземленной средней точкой в трехпроводных сетях постоянного тока. Применение в таких электроустановках заземления корпусов электроприемников без зануления не допускается.

МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Стенд представляет собой настольную конструкцию с вертикальной передней панелью. Лабораторный стенд изготовлен и эксплуатируется в соответствии с требованиями нормативной и технической документацией [1], [3], [5]. Внешний вид лицевой панели стенда представлен на рис. 54.

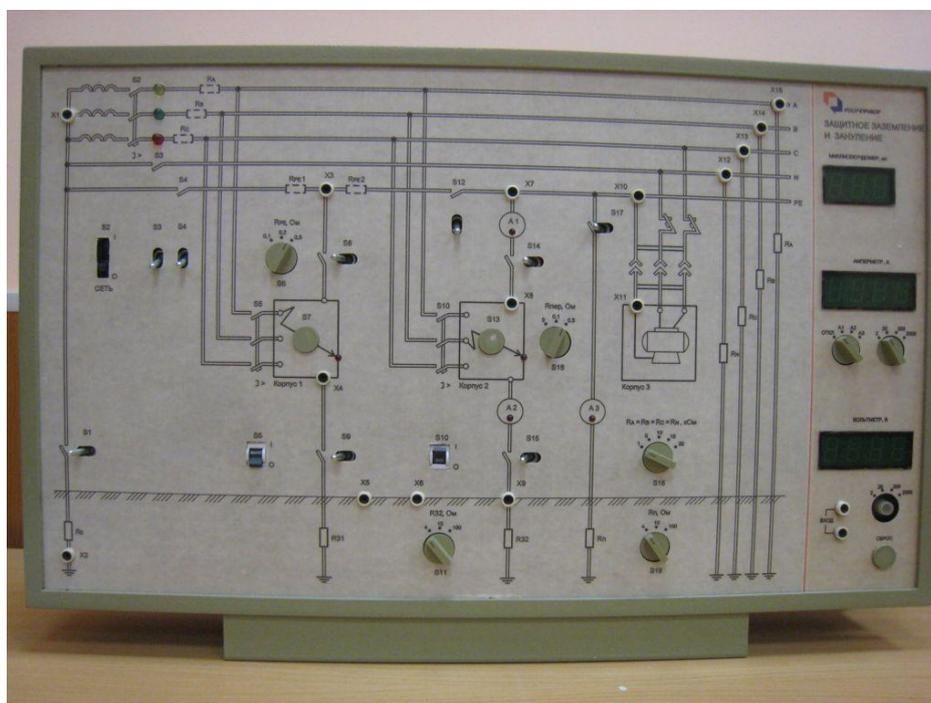


Рис. 54. Лабораторный стенд по электробезопасности.

На лицевой панели стенда изображена мнемосхема исследуемой системы, которая содержит изображение источника питания, фазных и защитных проводников, электропотребителей и выключателей. Индикация наличия фазных напряжений осуществляется тремя светодиодными индикаторами – желтым (фаза А), зеленым (фаза В) и красным (фаза С).

На поле мнемосхемы, рядом с изображениями элементов моделируемой сети, размещены коммутационные элементы с соответствующими буквенно-цифровыми обозначениями, выполняющие следующие функции:

Таблица 42

Коммутационные элементы лабораторного стенда

Обозн.	Пояснение	Примечание
S1	Выбор режима нейтрали	
S2	Трехфазный входной автомат	
S3	Подключение нулевого рабочего (<i>N</i>) проводника	
S4	Подключение нулевого защитного (<i>PE</i>) проводника	
S5	Автоматический выключатель корпуса 1	
S6	Сопротивление нулевого защитного (<i>PE</i>) проводника	
S7	Змыкание фазного провода на корпус 1	
S8	Подключение корпуса 1 к нулевому защитному (<i>PE</i>)	
S9	Подключение корпуса 1 к заземляющему	
S10	Автоматический выключатель корпуса 2	Отключение милисекундометр
S11	Сопротивление заземления корпуса 2	
S12	Обрыв нулевого защитного (<i>PE</i>) проводника	
S13	Змыкание фазного провода на корпус 2	Включение милисекундометр
S14	Подключение корпуса 2 к нулевому защитному (<i>PE</i>)	
S15	Подключение корпуса 2 к заземляющему	
S16	Сопротивление между корпусом 2 и нулевым проводником (<i>N</i>)	
S17	Подключение повторного заземления	
S18	Сопротивление изоляции	
S19	Сопротивление повторного заземления	

Индикация токов и напряжений в моделируемой трехфазной сети, а также измерение времени срабатывания автоматического выключателя

«корпуса 2» осуществляется встроенными цифровыми измерительными приборами.

Лабораторный стенд включается трехфазным автоматом S2. При этом загораются индикаторы, расположенные рядом с фазными проводами.

Электропотребители показаны на мнемосхеме в виде корпусов: полуактивного (корпус 1), активного (корпус 2) и пассивного (корпус 3). Потребители «корпус 1» и «корпус 2» являются трехфазными, электропотребитель «корпус 3» является однофазным, выполненным по классу 1 защиты от поражения электрическим током.

Лабораторный стенд имеет три измерительных прибора: вольтметр, амперметр и миллисекундомер. Вольтметр включается в измерительные цепи через гнезда X1 – X15, установленные в соответствующих точках схемы, с помощью гибких проводников. Включение амперметра в цепь осуществляется с помощью переключателя, находящегося под индикатором. При подключении амперметра загорается соответствующий светодиод, указывающий на место подключения. Положение «ОТКЛ» означает отсутствие амперметра в цепях стенда. В положении А1 измеряется ток короткого замыкания, в положении А2 – ток, стекающий с заземлителя корпуса 2, в положении А3 – ток замыкания на землю через повторное заземление *PE* проводника.

При измерении напряжения амперметр должен быть **ОТКЛЮЧЕН** (переключатель амперметра – в положении «ОТКЛ»). При измерении тока гибкие проводники не должны быть вставлены в гнезда стенда.

Миллисекундомер включается при нажатии кнопки S13, а отключается при срабатывании автоматического выключателя S10. Установка позволяет длительно сохранять режим, соответствующий периоду замыкания фазного провода на корпуса 1 и 2. Для возврата схемы в исходное состояние после того, как измерены все необходимые параметры, следует нажать кнопку «СБРОС».

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ В СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ.

При отсутствии заземления

Для моделирования схемы с изолированной нейтралью переключатель S1 переводится в левое положение. *N* и *PE* проводники отключаются, для этого переключатель S3 переводится в левое положение, а S4 – в нижнее положение. Затем утанавливаются значения активных сопротивлений изоляции переключателем S18 в соответствии с заданием преподавателя. Переключатели S8, S9, S14, S15, S17 переводятся в левое положение, а переключатель S12 – в нижнее положение.

После установки переключателей, включается лабораторный стенд: переключатель S2 устанавливается в положение 1, при этом загораются светодиодные индикаторы. Корпус 2 подключается к сети с помощью переключателя S10.

Кнопкой S13 производится замыкание фазного провода В на корпус 2. Вольтметром с помощью гибких проводников измеряются следующие напряжения:

1. напряжение корпуса 2 относительно земли (гнезда X2 и X8, U_{2-3});
2. напряжения фазных проводов (U_{A-3} ; U_{B-3} ; U_{C-3}) относительно земли

(гнезда X2 и X15; X2 и X14; X2 и X13).

Кнопкой «СБРОС» устраняется замыкание фазного провода на корпус 2, стенд выключается: переключатель S2 переводится в положение 0.

Заземление

Значение сопротивления заземления корпуса 2 устанавливается равным 4 Ом, после чего корпус заземляется: S15 переводится в правое положение.

Стенд включается: переключатель S2 переводится в положение 1. Кнопкой S13 производится замыкание фазного провода В на корпус 2. Вольтметром с помощью гибких проводников измеряются следующие напряжения:

1. напряжение U_{2-3} корпуса 2 относительно земли (гнезда X2 и X8);
2. напряжения фазных проводов (U_{A-3} ; U_{B-3} ; U_{C-3}) относительно земли (гнезда X2 и X15; X2 и X14; X2 и X13);
3. напряжения прикосновения $U_{пр1}$, $U_{пр2}$, $U_{пр3}$ при различных расстояниях до заземлителя (гнезда X8 и X9; X8 и X6; X8 и X5).

Далее измеряется ток замыкания на землю I_z , переключатель амперметра устанавливается в положение А2, при этом загорается светодиодный индикатор, соответствующего амперметра на схеме. После проведения измерений амперметр отключается (переключатель амперметра устанавливается в положение «ОТКЛ»). Стенд отключается (S2 переводится в положение 0).

Затем по заданию преподавателя измерения повторяются для других значений сопротивления заземления (10 Ом и 100 Ом).

По завершении всех измерений делается вывод о целесообразности защитного заземления в сетях с изолированной нейтралью и его эффективности.

Двойное замыкание на заземленные корпуса

Для оценки эффективности действия защитного заземления в сети с изолированной нейтралью при двойном замыкании на заземленные корпуса корпус 1 заземляется – переключатель S9 устанавливается в правое положение. Корпус 1 подключается к сети – автомат S5 устанавливается в положение «1», затем включается стенд – переключатель S2 устанавливается в положение «1».

Одновременно кнопками S7 и S13 производится замыкание фазных проводов А и В и на корпуса 1 и 2 соответственно. Вольтметром с помощью гибких проводников измеряются следующие напряжения:

1. напряжение корпуса 1 относительно земли (гнезда X4 и X2);
2. напряжение корпуса 2 относительно земли (гнезда X8 и X2).

Затем измеряется ток замыкания на землю (переключатель амперметра устанавливается в положение А2).

После проведения измерений переключатель амперметра устанавливается в положение «ОТКЛ», лабораторный стенд отключается – переключатель S2 устанавливается в положение «0».

2.ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ В СЕТЯХ С ЗАЗЕМЛЕННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Для моделирования схемы с заземленной нейтралью переключатель S1 переводится в правое положение. N и PE проводники подключаются, для этого переключатель S3 переводится в правое положение, а S4 – в верхнее. Затем утанавливаются значения активных сопротивлений изоляции переключателем S18 в соответствии с заданием преподавателя. Переключатели S8, S9, S14, S15, S17 переводятся в левое положение, а переключатель S12 – в нижнее положение.

После установки переключателей, включается лабораторный стенд: переключатель S2 устанавливается в положение 1, при этом загораются светодиодные индикаторы. Корпус 2 подключается к сети с помощью переключателя S10.

Кнопкой S13 производится замыкание фазного провода В на корпус 2. Вольтметром с помощью гибких проводников измеряются следующие напряжения:

1. напряжение корпуса 2 относительно земли (гнезда X2 и X8, U_{2-3});
2. напряжение нейтральной точки U_{N-3} относительно земли (гнезда X1 и X2).

Кнопкой «СБРОС» устраняется замыкание фазного провода на корпус 2, стенд выключается: переключатель S2 переводится в положение 0.

Затем измеряется ток замыкания на землю (переключатель амперметра устанавливается в положение A2). Результаты этих и последующих измерений заносятся в табл. 4.

После проведения измерений переключатель амперметра устанавливается в положение «ОТКЛ», лабораторный стенд отключается – переключатель S2 устанавливается в положение «0». Все переключатели переводятся в исходное состояние.

Делается вывод о целесообразности и эффективности защитного заземления в сетях с заземленной нейтралью.

3.ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЗАЩИТНОГО ЗАНУЛЕНИЯ.

Нейтраль источника тока заземляется – переключатель S1 переводится в правое положение. Подключаются N и PE проводники к источнику тока – переключатели S3, S4, S12 переводятся в верхнее положение.

Корпус 1 и 2 подключаются к PE-проводнику – переключатели S8 и S14 переводятся в правое положение. Далее необходимо убедиться, что переключатели S9, S15, S17 находятся в левом положении.

Корпус 1 и 2 подключаются к сети – автоматы S5 и S10 в положение «1». Переключателем S6 устанавливается значение $R_{PE} = 0.1$ Ом.

Включается лабораторный стенд – переключатель S2 переводится в положение «1». Переключатель амперметра устанавливается в положение «A1».

Производится замыкание фазного провода на корпус 2. Снимаются показания миллисекундомера (t_c) и амперметра ($I_{л3}$). Результаты этих и последующих измерений заносятся в табл. 5.

Кнопкой «СБРОС» устраняется замыкание фазного провода на корпус 2. Устанавливая последовательно значения $R_{PE}=0.2$ и 0.5 Ом, производится измерение времени срабатывания (t_c) и тока короткого замыкания ($I_{кз}$) аналогично вышеуказанному.

По заданию преподавателя устанавливается фиксированное значение сопротивления R_{PE} . В соответствии с вышеописанной методикой производится измерение времени срабатывания (t_c) и тока короткого замыкания ($I_{кз}$) при различных значениях переходного сопротивления $R_{пер}$.

После проведения измерений переключатель амперметра устанавливается в положение «ОТКЛ», лабораторный стенд отключается – переключатель S2 устанавливается в положение «0». Все переключатели переводятся в исходное состояние.

Делается вывод о целесообразности зануления в сетях с заземленной нейтралью и его эффективности в зависимости от величины сопротивления петли «фаза – нуль».

Таблица 43

Пример оформления результатов исследования заземления

Параметры сети	Ед.изм	Изолированная, замыкание корпуса 2	Изолированная, замыкание корпуса 1	Изолированная двойное замыкание					
$R_{A,B,C}$									
R_{32}									
U_{2-3}									
U_{A-3}									
U_{B-3}									
U_{C-3}									
$U_{пр1}$									
$U_{пр2}$									
$U_{пр3}$									
U_{N-3}									
I_3									

Таблица 44

Пример оформления результатов исследования зануления

№ измерения	Ед.изм	1	2	3	4	5	6
R_{PE}							
$R_{пер}$							
$R_{п}$							
t_c							
$I_{кз}$							

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Целесообразно ли применение защитного заземления в сетях с изолированной нейтралью и в каких случаях?

2. Зависит ли эффективность защитного заземления от величины его сопротивления, если зависит, то каким образом?

3. Целесообразно ли применение защитного заземления в сетях с глухо

заземленной нейтралью и почему?

4. Целесообразно ли применение зануления в сетях с глухо заземленной нейтралью и почему?

5. Зависит ли эффективность зануления от величины сопротивления образующейся петли короткого замыкания, если зависит, то каким образом?

Список литературы:

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) (в редакции от 20.12.2017) / Министерство энергетики Российской Федерации. – 7-ое изд-е. – М.: Главгосэнергонадзор России, 2019. – 607 с.
2. Приказ Минтруда России от 15.12.2020 N 903н "Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61957)
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП). – М.: ЗАО «Энергосервис», 2003. – 286 с.
4. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. – М.: Изд-во ЦЕНТРМАГ, 2021. – 154 с.
5. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.

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 [1].

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;
- пониженная концентрация кислорода;
- факторы, проявляющиеся в результате взрыва (ударная волна, пламя, обрушение конструкций).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

- радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов;
- воздействие огнетушащих веществ.
- 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. 1):

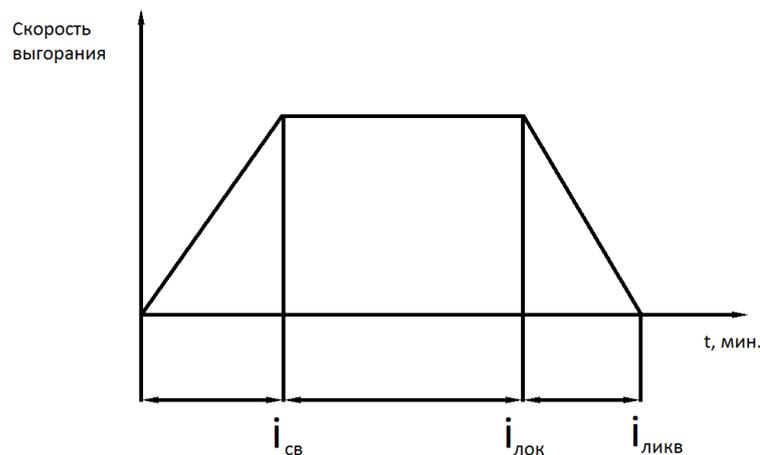


Рис. 1. Динамика развития пожара

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.

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: [2]

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 «С» — 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.

класс «F» — горение радиоактивных материалов и отходов.

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 и др.
- 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. 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-І – зоны расположены в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61°С и более;

- П-П – зоны расположены в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна;
- П-Па- зоны расположены в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества;
- П-Ш - 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 этих 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.

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 широкую область использования.

Одной из характеристик пены 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.

С 1998 г. химические пенные огнетушители, приводимые в действие путем их переверачивания, запрещается вводить в эксплуатацию. Они должны быть заменены более эффективными огнетушителями, тип которых определяется в зависимости от возможного класса.

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 способе 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 (CH_2ClBr , $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$, CF_3Br), 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. 45).

Таблица 45

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)
Ф	Объекты, установки с использованием, переработкой и хранением радиоактивных веществ	Порошки специального назначения

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:

- переносные и передвижные огнетушители;
- пожарный кран;
- пожарный инвентарь;
- 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. 55). Рядом со щитом устанавливается ящик с песком и лопатами, а также бочка с водой объемом 200–250 л.



Рис. 55. 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 огнегашения 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. 56). 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 огнегасительного 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.

ВНУТРЕННИЙ ПОЖАРНЫЙ КРАН

Шкаф ПК закрыт на ключ и опломбирован

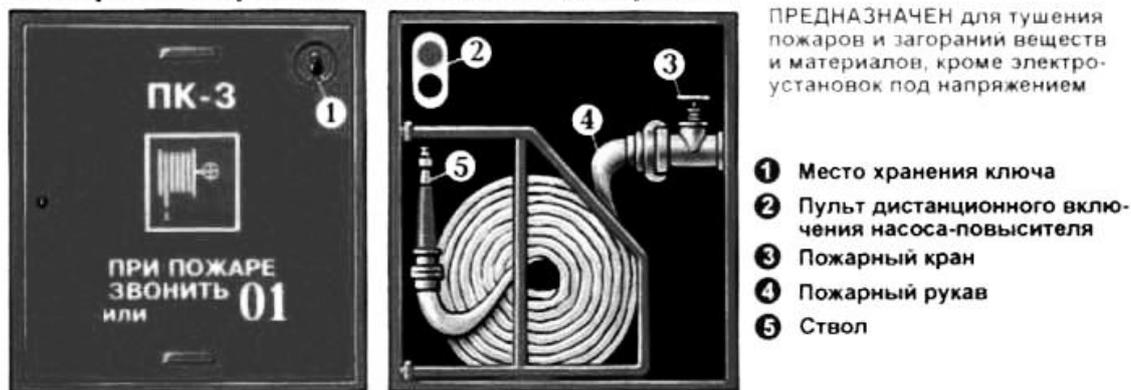


Рис. 56. Внутренний пожарный кран

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. 57.



Рис. 57. 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 огнетушение 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);
- воздушно-пенные (ОВП);
- воздушно-эмульсионные (ОВЭ);
- 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 (восстанавливаемыми) 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 E (электроустановок,

находящихся под напряжением). Тактико-технические характеристики водных огнетушителей приведены в табл. 46.

Таблица 46

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 ²	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. 58).

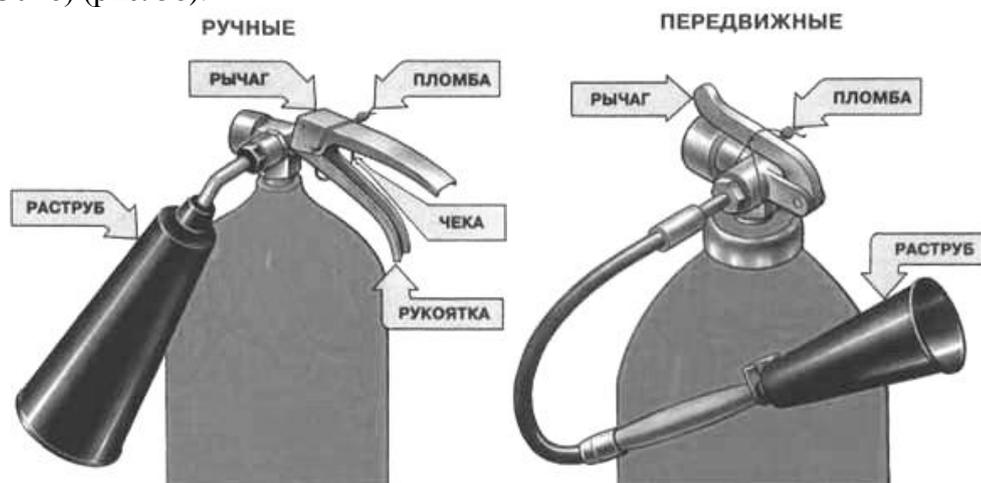


Рис. 58. Виды углекислотных огнетушителей

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. 59). Диоксид углерода из сжиженного состояния переходит в твердое (снегообразное) и его температура резко понижается.



Рис. 59. 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. 60, 61).



Рис. 60. Приведение в действие ручного углекислотного огнетушителя



Рис. 61. Приведение в действие передвижного углекислотного огнетушителя

При тушении электроустановок, находящихся под напряжением, не допускается подводить раструб ближе 2 м до электроустановки и пламени. После применения огнетушителя помещение необходимо обязательно проветрить. Необходимо соблюдать осторожность при выпуске углекислоты из раструба, так как температура его поверхности понижается (до -70°C), поэтому гибкий шланг должен иметь ручку для защиты руки оператора от переохлаждения. Тактико-технические характеристики углекислотных огнетушителей представлены в табл. 47.

Таблица 47

Тактико-технические характеристики углекислотных огнетушителей

Наименование параметров	ОУ-2	ОУ-3	ОУ-5	ОУ-6	ОУ-8	ОУ-10	ОУ-20
Огнетушащая способность, м ² (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	0 1	5 1	5 1	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. 62). Для выброса огнегасительного вещества из баллона в нем создается рабочее давление воздуха, составляющее при нормальной температуре 0,8–0,9 МПа.

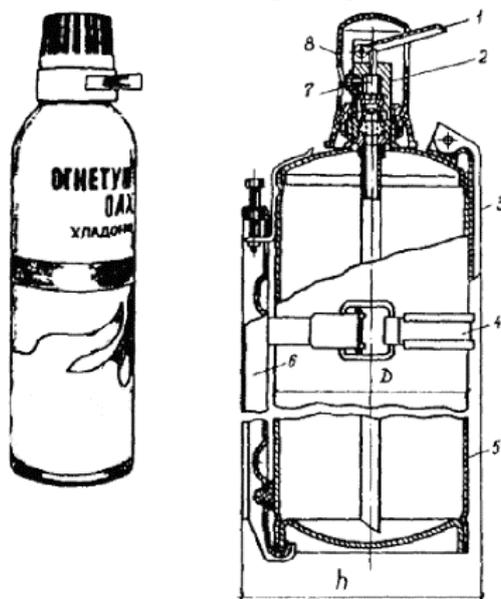


Рис. 62. Хладоновый огнетушитель ОУБ-3А (ОУБ-7А): 1 – пусковой рычаг; 2 – запорная головка; 3 – рукоятка; 4 – крепление; 5 – баллон; 6 – кронштейн; 7 – распылительное устройство; 8 – предохранительный колпак

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. 48.

Таблица 48

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. 63). 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.

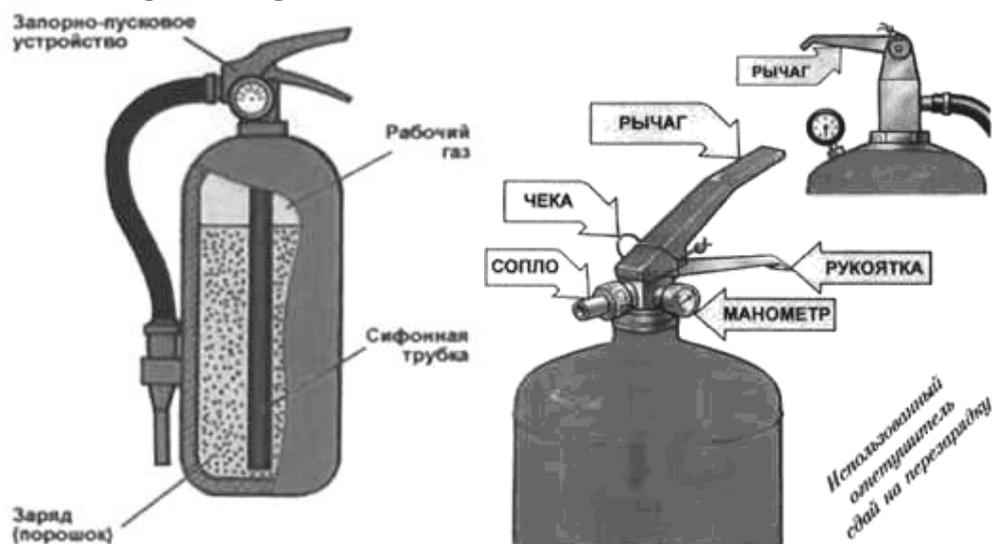


Рис. 63. Порошковые огнетушители закачные

Порошковые огнетушители со встроенным источником давления

При срабатывании запорно-пускового устройства прокалывается заглушка баллона с рабочим газом (углекислотный газ, азот) (рис. 64). Газ по трубке подвода поступает в нижнюю часть корпуса огнетушителя и создает избыточное давление. Порошок вытесняется по сифонной трубке в шланг к стволу.

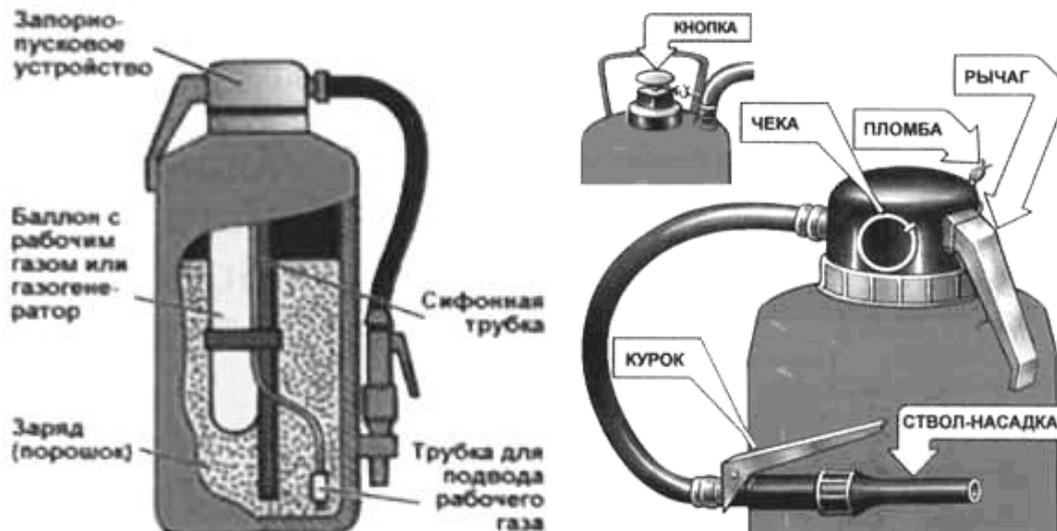


Рис. 64. Порошковые огнетушители со встроенным источником давления

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. 65, 66.



Рис. 65. Приведение в действие порошкового огнетушителя закачного



Рис. 66. 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 49.

Таблица 49

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 заряженного 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), Д (металлы и металлоорганические вещества), а также Е (электроустановок, находящихся под напряжением).

Воздушно-пенные огнетушители (типа ОВП)

Принцип действия воздушно-пенных огнетушителей основан на вытеснении раствора пенообразователя избыточным давлением рабочего газа (воздух, азот, углекислый газ) (рис. 67). 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.

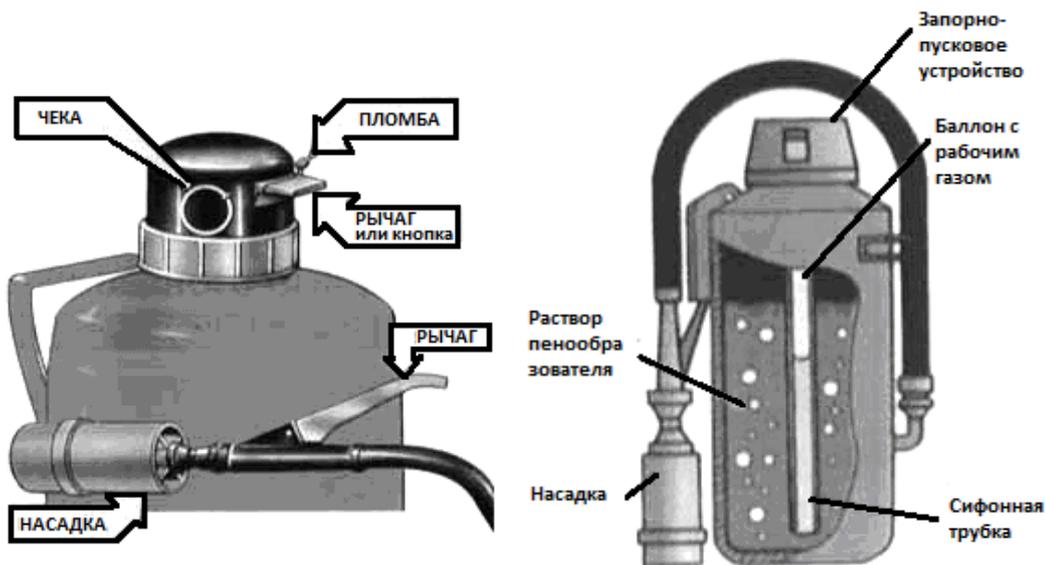


Рис. 67. Воздушно-пенный огнетушитель

Способ приведения в действие огнетушителя типа ОВП приведен на рис. 68.



Рис. 68. Приведение в действие воздушно-пенного огнетушителя

Тактико-технические характеристики воздушно-пенных огнетушителей представлены в табл. 50.

Таблица 50

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 ² (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

Огнетушители воздушно-эмульсионные

Назначение

Огнетушители воздушно-эмульсионные переносные ОВЭ-2(з), ОВЭ-5(з), ОВЭ-6(з) предназначены в качестве первичного средства для тушения пожаров классов А (горение твёрдых веществ), В (горючих жидкостей), и электроустановок, находящихся под напряжением до 10000 В в административных и жилых зданиях, на промышленных предприятиях, складах хранения различных материалов, а также на транспорте.

Огнетушители не предназначены для тушения загораний материалов, горение которых происходит без доступа воздуха (алюминий, магний и их сплавы, натрий, калий).

Огнетушители выпускаются в климатическом исполнении У, категории 2 по ГОСТ 15150.

Тактико-технические характеристики воздушно-эмульсионных огнетушителей представлены в табл. 51.

Таблица 51

Основные технические параметры и характеристики

Наименование показателей	Значения показателей		
	ОВЭ-2(з)	ОВЭ-5(з)	ОВЭ-6(з)
Вместимость корпуса, л	3,5±0,5	8,5±0,75	10±1
Объём ОТВ, л	2,0-0,1	5,0-0,25	6,0-0,3
Рабочее давление в корпусе, МПа	1,6±0,2		
Продолжительность подачи ОТВ, с, не менее	6	10	10
Длина струи ОТВ, м, не менее	2	3	4
Огнетушащая способность: - по классу А - по классу В	2 А 55 В	6 А 183 В	6 А 183 В
Габаритные размеры, мм, не более:: - высота - диаметр корпуса	435 130	560 150	585 170
Полная масса, кг, не более	3,6	9	10
Огнетушащее вещество	Огнетушащее вещество «ФЭМ» по ТУ 2481-368-05744685--2011		
Диапазон температур эксплуатации и хранения, С°	От -40 °С до +50°С		
Срок службы, лет	10		

Принцип действия.

Принцип действия огнетушителя основан на вытеснении жидкого огнетушащего вещества (ОТВ) под действием сжатого газа через специальную систему сифонных трубок и специальный насадок. В качестве ОТВ используется вода со специальными добавками (фторсинтетический плёнкообразующий пенообразователь, антифриз и др.).

Указания по эксплуатации и безопасности.

Не реже 1 раза в 3 месяца проверять наличие давления в пределах зелёной шкалы индикатора.

В случаях падения давления необходимо произвести подкачку сжатым азотом.

Один раз в пять лет производить перезарядку огнетушителя. Перезарядка и ремонт огнетушителей должны производиться только в специализированных организациях.

Не допускаются:

- хранение огнетушителей вблизи нагревательных приборов;
- механические повреждения, попадание на огнетушители прямых солнечных лучей, осадков и воздействие агрессивных сред;
- разборка огнетушителя, находящегося под давлением;
- эксплуатация огнетушителя без специального насадка;
- эксплуатация огнетушителя без специальной дополнительной сифонной трубки.

Гарантийные обязательства.

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие огнетушителя техническим характеристикам, приведённым в таблице, при условии соблюдения потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

Гарантийный срок хранения и эксплуатации огнетушителя – 12 месяцев со дня продажи или 24 месяца с даты изготовления.

Техническое обслуживание.

По истечении 10 лет со дня выпуска проводятся испытания на прочность и герметичность огнетушителя в соответствии с техническими условиями.

Техническое освидетельствование проводят на станциях техобслуживания при перезарядке огнетушителя.

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. 52.

Таблица 52

*Эффективность применения огнетушителей
в зависимости от класса пожара и огнегасительного вещества*

Класс пожара	Огнетушители							
	Водные		Воздушно-пенные		Воздушно-эмульсионные	Порошковые	Углекислотные	Хладонные
	Р	М	Н	С				
A	+++	++	++	+	++	++ 2)	+	+
B	–	+	+1)	++1)	++	+++	+	++
C	–	–	–	–	–	+++	–	+
D	–	–	–	–	–	+++3)	–	–
E	–	–	–	–	++	++	+++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 B) 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. 69, ввинчиваются в отверстия труб и располагаются на потолке на расстояниях 3–4 м один от другого с расчетом 1 спринклер на 9–12 м² площади пола.



Рис. 69. 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. 70). 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 исключают 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. 70. 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. 53.

Технические характеристики спринклерных и дренчерных систем

Наименование параметра	Дренчерный ДВГo12-B3	Спринклерный СВГo12- P68.B3
Условный диаметр выходного отверстия, мм	12	12
Рабочее давление перед оросителем минимальное, МПа	0,05	0,05
Защищаемая площадь, не менее ²	12,0	12,0
Средняя интенсивность орошения, не менее л/м ² ·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 [4] 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. 71).

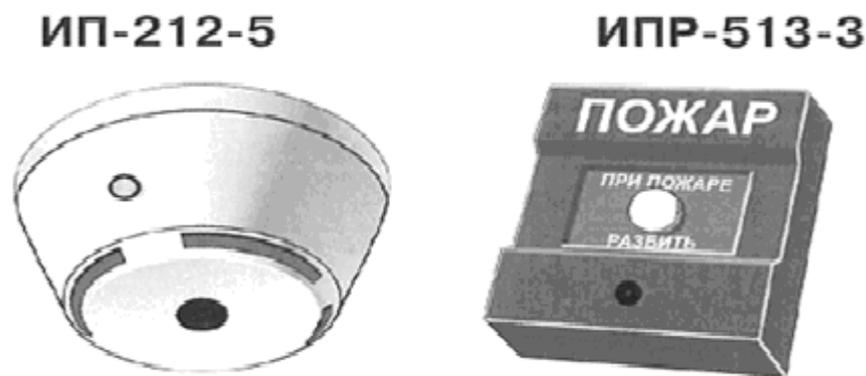


Рис. 71. Автоматический (ИП-212-5) и ручной (ИПР-513-3) извещатели

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 допускаемой 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. 54.

Таблица 54

Технические характеристики автоматических и ручных извещателей

Наименование параметра	ИП 513-3	ИП 212-5 (дымовой)
Принцип действия	Электро- контактный	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 [1]

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 [2] 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 против взрывной 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 запирается 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 одновременно 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 [3]:

- 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 горящей 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 расположенные сгораемые 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 технологической 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.

Список литературы:

1. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с изменением N 1)
2. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция)
3. Российская Федерация. Правительство. Правила противопожарного режима в Российской Федерации : постановление Правительства Рос. Федерации от 16 сентября 2020 г. N 1479.
4. СП 484.1311500.2020 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты.

Учебное издание

**И.И. Авдеева, А.А. Аверкиев, О.А. Антонец, М.В. Гуляев,
М.Э. Гусельников, И.Л. Мезенцева, Е.Н. Пашков,
А.А. Сечин, А.И. Сечин, Ю.М. Федорчук**

Безопасность жизнедеятельности Лабораторный практикум

Учебное пособие

Корректурa И.О. Фамилия
Компьютерная верстка И.О. Фамилия
Дизайн обложки И.О. Фамилия

Подписано к печати 00.00.2021. Формат 60×84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать CANON. Усл. печ. л. 0,00. Уч.-изд. л. 0,00
Заказ 000-18. Тираж 100 экз.