**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Безопасность жизнедеятельности

**Направление подготовки** Агроинженерия

**Профиль образовательной программы** *«Технические системы в агробизнесе»*

**Форма обучения** *очная*

**СОДЕРЖАНИЕ**

**1. Конспект лекций** ……..……..….

**1.1 Лекция № 1** Основы безопасности жизнедеятельности

**1.2 Лекция № 2** Физиология труда и комфортные условия жизнедеятельности

**1.3 Лекция № 3,4** Негативные факторы и их воздействие на человека и среду обитания

**1.4 Лекция № 5,6** Обеспечение комфортных условий жизнедеятельности

**1.5 Лекция № 7,8** Методы и средства повышения безопасности технических систем и технологических процессов

**1.6 Лекция № 9,10** Экобиозащитная техника

**1.7 Лекция № 11** Человеческий фактор в обеспечении безопасности в системе человек-машина

**1.8 Лекция № 12** Чрезвычайные ситуации мирного и военного времени.

**1.9 Лекция № 13** Прогнозирование и оценка обстановки при ЧС

**1.10 Лекция № 14** Устойчивость функционирования объектов экономики

**1.11 Лекция № 15** Защита населения в чрезвычайных ситуациях

**1.12 Лекция № 16** Нормативно-правовые основы обеспечения БЖД

**1.13 Лекция № 17** Организационные основы обеспечения БЖД

**1.14 Лекция № 18** Система обучения и виды инструктажей

**1.15 Лекция № 19** Пожарная безопасность

**2. Методические материалы по выполнению лабораторных работ** ……..…….

**2.1 Лабораторная работа № ЛР-1** Контроль параметров микроклимата

**2.2 Лабораторная работа № ЛР-2** Исследование запыленности воздуха

**2.3 Лабораторная работа № ЛР-3** Исследование загазованности воздушной среды производственных помещений

**2.4 Лабораторная работа № ЛР-4** Исследование естественной освещенности рабочих мест

**2.5 Лабораторная работа № ЛР-5** Исследование производственного шума

**2.6 Лабораторная работа № ЛР-6** Расчет частот электромагнитного поля, используемых в производственных условиях. защита от воздействия ЭМИ

**2.7 Лабораторная работа № ЛР-7** Исследование эффективности методов и средств защиты от вибрации

**2.8 Лабораторная работа № ЛР-8** Исследование эффективности средств защиты от тепловых излучений

**2.9 Лабораторная работа № ЛР-9** Устройство и проверка изолирующих защитных средств используемых в электроустановках

**2.10 Лабораторная работа № ЛР-10** Проверка измерениями и расчет эффективности действия зануления

**2.11 Лабораторная работа № ЛР-11** Исследование эффективности методов и средств защиты от электромагнитных излучений

**2.12 Лабораторная работа № ЛР-12** Расчет и проектирование искусственного освещения производственных помещений

**2.13 Лабораторная работа № ЛР-13** Расчет и проектирование вентиляции в производственных помещениях

**2.14 Лабораторная работа № ЛР-14** Расчет и проектирование молниезащиты с/х объекта

**2.15 Лабораторная работа № ЛР-15** Расчет защитного заземления и зануления на объектах АПК

**2.16 Лабораторная работа № ЛР-16** Расчет виброизоляции технологического оборудования

**2.17 Лабораторная работа № ЛР-17** Выбор и расчет средств очистки газов

**2.18 Лабораторная работа № ЛР-18** Исследование надежности работы оператора под воздействием вредного производственного фактора

**2.19 Лабораторная работа № ЛР-19** Исследование реакции оператора

**3. Методические материалы по проведению практических занятий** ……

**3.1 Практическое занятие № ПЗ-1** Сокращение продолжительности жизни в зависимости от условий труда и быта

**3.2 Практическое занятие № ПЗ-2** Интегральная балльная оценка тяжести и напряженности труда

**3.3 Практическое занятие № ПЗ-3** Расчет уровня шума в жилой застройке

**3.4 Практическое занятие № ПЗ-4** Прогнозирование и оценка обстановки и работоспособности МТП при аварии на РОО

**3.5 Практическое занятие № ПЗ-5** Оценка химической обстановки при аварии на объектах, имеющих АХОВ

**3.6 Практическое занятие № ПЗ-6** Прогнозирование параметров взрыва легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) на нефтескладах в сельском хозяйстве

**3.7 Практическое занятие № ПЗ-7** Расчет нагрузок создаваемых ударной волной

**3.8 Практическое занятие № ПЗ-8** Организация защиты с/х животных, растений, продуктов питания от заражения РВ, ОВ, БС

**3.9 Практическое занятие № ПЗ-9** Анализ комплексного плана улучшения условий труда, охраны труда и санитарно- оздоровительных мероприятий с.х. предприятия

**3.10** **Практическое занятие № ПЗ-10** Ознакомление с порядком и документами по расследованию и учету производственного травматизма

**3.11** **Практическое занятие № ПЗ-11** Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение БЖД

**3.12** **Практическое занятие № ПЗ-12** Изучение документации по охране труда

**3.13** **Практическое занятие № ПЗ-13** Выбор и расчет потребности в средствах индивидуальной защиты

**3.14** **Практическое занятие № ПЗ-14** Разработка инструкций по охране труда

**3.15** **Практическое занятие № ПЗ-15** Расчет эвакуационных путей, выходов и потребного запаса воды на пожаротушение.

**3.16** **Практическое занятие № ПЗ-16** Технические средства пожаротушении

**3.17** **Практическое занятие № ПЗ-17** Оказание доврачебной помощи пострадавшим

**3.18** **Практическое занятие № ПЗ-18** Расчет безопасной эксплуатации грузоподъемных механизмов

## 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

**1.1 Лекция № 1 (2 часа)**

**Тема: «Основы безопасности жизнедеятельности»**

**1.1.1 Вопросы лекции:**

1 Взаимодействия человека со средой обитания

2 Опасности и их источники

3 Принципы, понятия и термины науки о БЖД

4. Объекты и зоны защиты, критерии их состояния

**1.1.2 Краткое содержание вопросов**

**1 Взаимодействия человека со средой обитания**

Жизнедеятельность – это повседневная деятельность и отдых, способ существования человека.

Среда обитания – окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов, способных оказывать прямое или косвенное немедленной или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

Биосфера – область распространения жизни на Земле, включающая нижний слой атмосферы, гидросферу и верхний слой литосферы, не испытавших техногенного воздействия.

Техносфера – регион биосферы в прошлом, преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия своим материальным и социально-экономическим потребностям (техносфера – регион города или промышленной зоны, производственная или бытовая среда).

Основными направлениями изменения среды обитания на настоящем этапе является:

- рост численности населения Земли;
- рост потребления и исчерпания ресурсов ( в т.ч. энергетических);
- загрязнение среды обитания.

**2 Опасности и их источники**

Опасность – негативное свойство живой и неживой материи, способное причинять Щерб самой материи: людям, природной среде, материальным ценностям.

Источниками опасностей являются естественные процессы и явления, техногенная среда и действия человека.

Различают опасности естественного, техногенного и антропогенного происхождения.

Чем выше преобразующая деятельность человека, тем выше уровень и число антропогенных и техногенных опасностей – вредных и травмирующих факторов, отрицательно воздействующих на человека и окружающую среду.

Опасности классифицируются по ряду признаков (табл 1)

Таблица 1

Классификация опасностей

| Признак классификации | Вид (класс) |
|---|---|
| По видам источников возникновения опасностей | естественные, антропогенные, техногенные |
| По видам потоков в жизненном пространстве | Энергетические, массовые, информационные |
| По моменту возникновения опасности | Прогнозируемые, спонтанные |
| По длительности воздействия опасности | Постоянные, переменные, периодические, кратковременные |
| По величине потоков в жизненном пространстве | Предельно допустимые, опасные, чрезвычайно опасные |

| | |
|---|---|
| По способности человека идентифицировать опасности органам чувств | Ощущаемые, неощущаемые |
| По виду воздействия на человека | Вредные, травмоопасные |
| По объектам защиты | Действующие на человека, действующие на природную среду, действующие на материальные ресурсы |
| По численности людей, подверженных опасному воздействию | Личные, групповые, массовые |
| По размерам зоны воздействия | Локальные, региональные, межрегиональные, глобальные |
| По видам зон воздействия | Производственные, бытовые, городские, зоны ЧС |

Опасности по вероятности воздействия на человека среду обитания на потенциальные, реальные и реализованные.

Наличие потенциальных опасностей находит свое отражение в аксиоме: Жизнедеятельность человека потенциально опасна.

Реализованные опасности принято разделять на происшествия, чрезвычайные происшествия, аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Сегодня 75% населения Земли проживают в техносфере или зоне перехода

Биосфера во многих регионах планеты активно заменяется техносферой (табл.2)

Таблица 2

| Континент | Ненарушенная территория, % | Частично нарушенная, % | Нарушенная, % |
|---|---|---|---|
| Европа | 16 | 20 | 64 |
| Азия | 45 | 25 | 30 |
| С - америка | 55 | 20 | 25 |

Выделяются следующие характерные состояния взаимодействия в системе «Человек – техносфера», определяемые уровнями воздействия: комфортные, допустимые, опасные, чрезвычайно опасные.

Аксиомы о БЖД в техносфере:

Аксиома 1: Техногенные опасности существуют, елси повседневная деятельность связанная потоками вещества, энергии и информации в техносфере превышают пороговые значения.

Аксиома 2 Источником техногенных опасностей являются элементы техносферы.

Аксиома 3. Техногенные опасности действуют в пространстве и времени.

Аксиома 4. Защита от техногенных опасностей достигается совершенствованием источников опасностей.

Аксиома 5. Техногенные опасности ухудшают здоровье людей, приводят к травмам, материальным потерям и к деградации природной среды

Аксиома 6. Защита от техногенных опасностей достигается совершенствованием источников опасности, увеличением расстояния между источником опасности и объектом защиты, применением защитных мер.

Аксиома 7. Показатели комфортности процесса жизнедеятельности взаимосвязаны с видами деятельности и отдыха человека.

Аксиома 8. Компетентность людей в мире опасностей и способах защиты от них – необходимое условие достижения безопасности жизнедеятельности.

К основным показателям негативности техносферы относятся:

- численность пострадавших;
- показатель частоты травматизма;
- показатель сокращения продолжительности жизни;
- региональная младенческая смертность;
- материальный ущерб.

К основным направлениям проектирования техносферы из условий обеспечения БЖД относятся:

- оптимальное проектирование рабочего места;
- защита расстоянием;
- сокращение размеров опасных зон;

Использование экобиозащиты;

- снижение отходов;
- использование средств индивидуальной защиты.

## 3 Принципы, понятия и термины науки о БЖД

Причины возникновения и формирования учения о БЖД в России - это потребности общества и человека в защите от опасностей.

*Потребности общества:*

- сохранение здоровья и трудоспособности членов общества;
- защита членов общества от естественных опасностей;
- сохранение или рациональный рост численности членов общества в условиях воздействия опасностей от внешних причин.

*Потребности человека:*

- употребление качественных продуктов, питьевой воды, атмосферного воздуха;
- защита жизни и здоровья от внешних опасностей среды обитания;
- стремление к повышению СПЖ;
- другие (классификация потребностей).

Основная цель учения о БЖД - формирование и широкая пропаганда знаний, направленных на снижение смертности и потерь здоровья людей от внешних причин.

Безопасность жизнедеятельности - наука о комфортном и трав-мобезопасном взаимодействии человека с техносферой.

Новая область научных знаний - ***наука о безопасности жизнедеятельности человека в техносфере*** и соответствующее ей содержание понятия ***культура безопасности*** формируются сейчас на основе накопленного ранее богатого практического опыта решения прикладных задач (защита от вибраций, шума, электромагнитных полей, механического травмирования и др.) и позитивных попыток использования фундаментальных основ науки.

*Цель* науки о БЖД - создание защиты человека в техносфере от внешних негативных воздействий антропогенного, техногенного и естественного происхождения. *Объектом защиты* от опасности является человек.

*Предмет* исследований в науке о БЖД - это опасности и их совокупность (после опасностей), действующие в системах «объект защиты - источник опасности», а также средства и системы защиты от опасностей.

По современным представлениям, научные знания в БЖД опираются на следующие **основные принципы:**

**I** - ***принцип антропоцентризма:*** «Человек есть высшая ценность, сохранение и продление жизни которого является целью его существования».

**II** - ***принцип существования внешних воздействий на человека:*** «Человеческий организм всегда может подвергнуться внешнему воздействию со стороны какого-либо негативного фактора».

**III** - ***принцип возможности создания для человека безопасной среды обитания*****:** «Создание комфортной и травмобезопасной для человека среды обитания принципиально возможно и достижимо при соблюдении в ней предельно допустимых уровней воздействия на человека».

**IV** - ***принцип выбора путей реализации безопасного взаимодействия человека со средой обитания:*** «Безопасное взаимодействие человека со средой обитания достигается его адаптацией к опасностям, снижением их значимости и применением человеком защитных мер».

**V** - ***принцип отрицания абсолютной безопасности:*** «Абсолютная безопасность человека в среде обитания недостижима».

**VI** - ***принцип науки о БЖД,*** во многом соответствующий принципу Ле-Шателье: «Эволюция любой системы идет в направлении снижения потенциальной опасности», гласит: «Рост знаний человека, совершенствование техники и технологии, применение защиты, ослабление социальной напряженности в будущем неизбежно приведут к повышению защищенности человека от опасностей».

## 4. Объекты и зоны защиты, критерии их состояния

**Объекты и зоны защиты.** Поскольку в БЖД всегда реализуется принцип антропоцентризма, то при анализе и синтезе проблем безопасности жизнедеятельности человеческий организм всегда является центром, относительно которого рассматривается любое опасное воздействие.

Непосредственно как объект защиты человек рассматривается при воздействии на него травмоопасных факторов. При воздействии на человека вредных факторов за объект защиты часто принимают рабочую зону человека, производственное помещение, зону города, региона, квартиры и т. п. В этом случае объектом защиты становится зона пребывания человека, и все задачи обеспечения безопасности жизнедеятельности человека сводятся к обеспечению комфортного или допустимого состояния этих зон.

**Критерии количественной оценки опасностей.** Для (квантифика-ции) опасностей в зонах защиты используют критерии комфортности и травмобезопасности, а также показатели негативного влияния опасностей.

Основное условие безопасности в зоне пребывания человека имеет вид

$$П \le ПДП,$$

где П - показатель опасности; ПДП — предельно допустимое значение показателя.

*Критерии комфортности.* Зоны пребывания человека считаются безопасными, если в них не превышены нормативные требования по параметрам микроклимата, по освещению, предельно допустимым концентрациям загрязняющих веществ в компонентах среды обитания (воздух, вода, пищевые продукты), предельно допустимым интенсивностям энергетического излучения и т. д.

В качестве критериев комфортности по параметрам микроклимата установлены значения температуры воздуха в помещениях, его влажности и подвижности

В качестве критериев комфортности по освещению установлены нормативные требования к естественному и искусственному освещению помещений и территорий

Применительно к ситуации с загрязнением компонент среды обитания различными веществами условие комфортности имеет вид

$$C_i \le \text{ПДК}_\text{i}$$

где $C_i$ - концентрация *i*-го вещества в жизненном пространстве; $\text{ПДК}_\text{i}$ - предельно допустимая концентрация *i*-го вещества в жизненном пространстве.

В зависимости от свойств загрязнителя и вида зоны защиты ограничения на действующие в них потоки могут обладать определенной спецификой. Так, для оценки качества атмосферного воздуха в населенных пунктах регламентированы два вида допустимых концентраций: максимально разовая ($ПДК_{мр}$) и среднесуточная ($ПДК_{сс}$). Концентрация (С) каждого вредного вещества в приземном слое атмосферы не должна превышать максимально разовой предельно допустимой концентрации, т. е. $C < ПДК_{мр}$ при ее экспозиции не более 20 мин. Если время воздействия вредного вещества превышает 20 мин, то необходимо соблюдать $C < ПДК_{СС}$. Некоторые значения $ПДК_{мр}$ и $ПДК_{СС}$

В реальных городских (региональных и т.п.) условиях атмосферный воздух практически всегда оказывается одновременно загрязненным несколькими веществами. Совместное негативное влияние загрязняющих воздух веществ оценивают *индексом загрязнения атмосферы* (ИЗА). Для каждого *i*-го вещества $ИЗА_i = k_i(C_i/ПДК_{сс i})$, где $k_i$ – коэффициент, равный 1,7, для веществ I класса; 1,3 – для веществ II класса; 1,0 – для веществ III класса и 0,9 – для IV класса; $C_i$ – текущая концентрация концентрация *i*-го вещества в атмосфере, $ПДК_i$ – предельно допустимая среднесуточная концентрация *i* – го вещества.

Обычно интегральную оценку загрязненности атмосферы в городах ведут по пяти наиболее опасным веществам, для чего рассчитывают значения $ИЗА_5$ по формуле

$$ИЗА_5 = \sum_1^5 k_i \frac{C_i}{ПДК_{сс i}}$$

В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения атмосферного воздуха в городах считается низким при ИЗА = 0-4; повышенным - при 5-6; высоким - при 7-13; очень высоким - при > 14.

При загрязнении среды обитания потоками энергии условие комфортности принимает вид

$$I_i \le ПДУ_i,$$

где $I_i$ - интенсивность *i*-го потока энергии; $ПДУ_i$ - предельно допустимый уровень интенсивности *i*-го потока энергии.

*Критерии травмобезопасности.* Воздействие травмоопасных факторов на человека или группу (коллектив, население города и т. п.) людей оценивают величиной индивидуального или социального риска принудительной потери жизни, рассматривая риск как вероятность возникновения или реализации опасности (концепция риска как угрозы для человека ). Это происходит в тех случаях, когда потоки масс и/или энергий от источника негативного воздействия в жизненном пространстве нарастают стремительно и достигают чрезмерно опасных для человека значений (например, при авариях). Риск негативного воздействия на человека в жизненном пространстве обычно связан с развитием чрезвычайных происшествий природного и/или техногенного характера.

*Риск - вероятность реализации негативного воздействия (воздействие опасности) за определенный период времени (например, за год).*

Риск возникновения чрезвычайных происшествий оценивают на основе статистических данных или теоретических исследований. При использовании статистических данных величину риска определяют по формуле

$$R = N_{чс}/N_0,$$

где *R* - риск; $N_{чс}$ - число чрезвычайных событий в год; $N_0$ - общее число событий в год.

В БЖД риск реализации чрезвычайно опасных негативных воздействий оценивают, используя следующие виды риска:

- индивидуальный риск *($R_и$)* - объектом защиты является человек;
- социальный риск *($R_с$)* - объектом защиты является группа или сообщество людей.

Индивидуальный риск обусловлен вероятностью реализации опасностей в конкретных ситуациях. При использовании статистических данных его определяют по формуле

$$R_И = T_{СИ}/C\,,$$

где $T_{си}$ - численность пострадавших (погибших) от определенного фактора опасного воздействия за год или от их совокупности, например при работе шахтером, испытателем и т. п.; $C$ - численность людей, подверженных воздействию этих факторов за год.

*Социальный риск* характеризует негативное воздействие чрезвычайных происшествий на группы людей. Величину его рассчитывают по формуле

$$R_C = \frac{\Delta P}{P}\,,$$

где $\Delta P$-численность погибших от ЧП одного вида в год; $P$ - средняя численность лиц, проживающих или работающих на данной территории, подверженной влиянию ЧП.

К источникам и факторам социального риска прежде всего относят:

- особо опасные объекты, технические средства, склонные к возникновению аварий;
- урбанизированные территории с неустойчивой ситуацией;
- эпидемии;
- стихийные бедствия.

В БЖД иногда используют понятие *экологического риска ($R_э$)*. Его оценивают как отношение численности разрушенных природных объектов к общей численности объектов на рассматриваемой территории в течение года и определяют по формуле

$$R_Э = \frac{\Delta O}{O}\,,$$

где ΔО - численность разрушенных природных объектов из их общего числа О в пределах рассматриваемого региона.

Иногда экологический риск оценивают отношением площади разрушенных территорий (ΔS) к общей площади (S) региона, т. е.

$$R_Э = \frac{\Delta S}{S}\quad .$$

Источниками и факторами экологического риска в основном могут быть техногенное влияние на окружающую природную среду и стихийные явления: землетрясения, наводнения, ураганы, засуха и т. п.

Аварии и стихийные явления, характеризуемые на их первой стадии значениями риска, в дальнейшем могут создавать в жизненном пространстве чрезвычайные ситуации. Состояние опасностей на таких территориях (акваториях и т. п.) описывают вредными факторами - концентрациями вредных веществ и значениями уровней интенсивности потоков энергии обычно в безразмерных единицах, кратных ПДК или ПДУ. Характерным примером развития подобных событий является авария ЧАЭС.

*Концепция приемлемого риска.* Введение в рассмотрение понятия о предельно допустимых рисках *($R_{доп}$)* отражает современный подход к оценке меры опасности. Стремление человечества в прошлом создать безопасную среду обитания (прежде всего техносферу) оказалось неадекватным действительности. Современный мир отверг концепцию «абсолютной безопасности» и пришел к концепции приемлемого допустимого риска. При реализации этой концепции важнейшей задачей является установление верхней границы допустимого риска.

Ключевым значением при установлении допустимого риска явилась идея, предложенная Фармером в 1967 г. Смысл идеи заключался в установлении величины допустимого риска, равного риску выхода радиоактивной утечки в атмосферу из ядерного реактора в год.

Современные представления об уровнях приемлемого индивидуального риска говорят о следующем:

- нижнюю зону, где значение вероятности смерти находится в пределах менее $10^{-6}$, представляют маловероятные события. Эту зону принято называть зоной приемлемого риска. По принятой в настоящее время концепции допустимое для населения значение

индивидуального риска от любой формы деятельности не должно превышать величину $10^{-6}$ смертей на одного человека в год. Эта величина в основном связана со стихийными природными явлениями, избавиться от которых невозможно, вследствие чего их вынуждены принимать как условия своего существования на Земле. Одновременно статистика показывает также, что индивидуальный риск летального исхода при эксплуатации многих технических систем существует на уровне $10^{-7}$;

- в верхней зоне при вероятности более $10^{-3}$ сосредоточены наиболее вероятные причины, по которым погибает подавляющее большинство людей, поэтому добавление в нашу жизнь факторов опасности с вероятностью более $10^{-3}$ существенно увеличивает вероятность смерти людей от внешних причин. Эта зона рассматривается как зона неприемлемого риска;

- в зону индивидуального риска смерти человека от $10^{-3}$ до $10^{-6}$ входят многочисленные, весьма распространенные виды деятельности и события. Ее называют переходной зоной от недопустимого риска ($> 10^{-3}$) к зоне приемлемого риска ($< 10^{-6}$).

*Показатели негативного влияния опасностей* на человека и общество. Реализованные в среде обитания человека опасности неизбежно сопровождаются потерей здоровья и гибелью людей. Для оценки этих потерь на объектах экономики в условиях города, региона или в быту используют следующие абсолютные показатели:

- численность $T_C$ погибших от внешних факторов за год;
- численность $T_{TP}$ пострадавших от воздействия травмирующих факторов за год;
- численность $T_З$, получивших региональные или профессиональные заболевания от воздействия вредных факторов.

Для оценки травматизма в производственных условиях, кроме абсолютных показателей, используют относительные показатели частоты и тяжести травматизма.

*Показатель частоты травматизма* $K_Ч$ определяет число нечастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за определенный период:

$$K_Ч = T_{TP} 1000 / C,$$

где С - среднесписочное число работающих.

*Показатель тяжести травматизма* $K_T$ характеризует среднюю длительность нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай:

$$K_T = Д / T_{TP},$$

где Д - суммарное число дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям.

*Показатель травматизма со смертельным исходом* $K_{СИ}$ определяет число несчастных случаев из расчета на 1000 работающих за определенный период времени (обычно в год):

$$K_{СИ} = 1000 T_{СИ} / C$$

где $T_{СИ}$ - численность пострадавших со смертельным исходом.

В качестве показателей негативного влияния опасностей, в той или иной мере отражающих уровень опасности среды обитания страны или региона, используют

- *младенческую смертность* (число смертей детей в возрасте до 1 года из 1000 новорожденных) от внешних причин;
- *детскую смертность*, определяемую как численность умерших в возрасте до 15 лет от внешних причин;
- *смертность населения в трудоспособном возрасте* от внешних причин.

Общее состояние экономики страны, общественных отношений, уровня социальной защиты, качества среды обитания и ряда других факторов находят свое интегральное отражение в таких показателях продолжительности жизни людей в стране, как средняя продолжительность жизни людей в пенсионном возрасте и средняя продолжительность жизни людей.

*Средняя продолжительность жизни людей в пенсионном возрасте* как интегральный показатель негативного влияния условий жизни, в том числе опасностей среды обитания, определяется как разность средней продолжительности жизни людей и пенсионного

возраста, установленного в стране. Данные, приведенные в табл. 1.8, свидетельствуют о весьма серьезной ситуации, связанной с продолжительностью жизни мужчин в России в предпенсионном и пенсионном возрасте.

Интегральным показателем оценки условий жизни в стране или регионе является *средняя продолжительность жизни* (СПЖ) людей, проживающих в конкретных условиях. В качестве реперного значения средней продолжительности жизни следует принимать максимально достигнутые значения $СПЖ_о$ в странах мира (в настоящее время в Японии $СПЖ_о = 80$ лет).

Исходя из этого, для каждой страны уменьшение СПЖ можно найти по формуле $\Delta СПЖ = СПЖ_О - СПЖ$, где СПЖ - средняя продолжительность жизни в стране (регионе), лет.

Относительное значение ΔСПЖ определяют по формуле

$$\Delta\overline{\Delta СПЖ} = \frac{СПЖ_о - СПЖ}{СПЖ_о}.$$

**1.2.Лекция № 2 ( 2 часа)**

**Тема: «Физиология труда и комфортные условия жизнедеятельности»**

**1.2.1. Вопросы лекции:**

1 Классификация основных форм деятельности человека

2 Оценка тяжести и напряженности трудовой деятельности

3 Работоспособность и ее динамика

4. Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека

**1.2.2 Краткое содержание вопросов**

**1 Классификация основных форм деятельности человека**

Характер и организация трудовой деятельности оказывают существенное влияние на изменение функционального состояния организма человека. Многообразные формы трудовой деятельности делятся на физический и умственный труд.

Физический труд характеризуется нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма человека (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность.

Умственный труд объединяет работы, связанные с приемом и переработкой информации, требующей преимущественного напряжения сенсорного аппарата, внимания, памяти, а также активизации процессов мышления, эмоциональной сферы.

В современной трудовой деятельности человека объем чисто физического труда незначителен. В соответствии с существующей физиологической классификацией трудовой деятельности различают:

— формы труда, требующие значительной мышечной активности.;

— механизированные формы;

— формы труда, связанные с полуавтоматическим и автоматическим производством;

— групповые формы труда — конвейер;

— формы труда, связанные с дистанционным управлением;

— формы интеллектуального (умственного) труда подразделяются на операторский, управленческий, творческий, труд медицинских работников, труд преподавателей, учащихся, студентов.

Условия труда — это совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

В соответствии с ГОСТ 12.0.002—80 различают четыре группы факторов трудовой деятельности:

— физические факторы, включающие микроклиматические параметры и запыленность воздушной среды, все виды излучений, виброакустические характеристики рабочего места и качество освещения;

— химические факторы, включающие некоторые вещества биологической природы;

— биологические факторы, куда отнесены патогенные микроорганизмы, белковые препараты, а также препараты, содержащие живые клетки и споры микроорганизмов;

— факторы трудового процесса.

Условия труда в целом оцениваются по четырем классам, которые представлены схемой на рис. 1. Безопасные условия труда — это оптимальные (1-й класс) и допустимые (2-й класс) условия.

Оптимальные (комфортные) условия труда (1-й класс) обеспечивают максимальную производительность труда и минимальную напряженность организма человека. Этот класс установлен только для оценки параметров микроклимата и факторов трудового процесса. Для остальных факторов условно оптимальными считаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы не превышают безопасных пределов для населения.

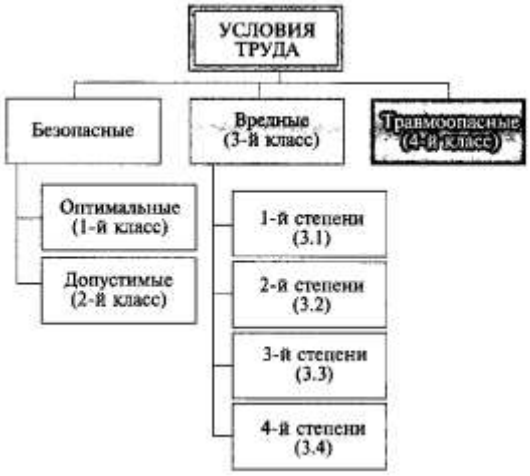



Рис. 1. Классы условий труда

Допустимые условия труда (2-й класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиеническими нормативами для рабочих мест. Возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятное воздействие в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающего и его потомство. Оптимальный и допустимый классы соответствуют безопасным условиям труда.

Вредные условия труда (3-й класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и/или его потомства. В зависимости от уровня превышения нормативов факторы этого класса подразделяются на четыре степени вредности:

3.1— вызывающие обратимые функциональные изменения организма;

3.2— приводящие к стойким функциональным нарушениям и росту заболеваемости;

3.3— приводящие к развитию профессиональной патологии в легкой форме и росту хронических заболеваний;

3.4— приводящие к возникновению выраженных форм профессиональных заболеваний, значительному росту хронических и высокому уровню заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Травмоопасные (экстремальные) условия труда (4-й класс). Уровни производственных факторов этого класса таковы, что их воздействие на протяжении рабочей смены или ее части создает угрозу для жизни и/или высокий риск возникновения тяжелых форм острых профессиональных заболеваний.

В зависимости от фактического состояния условия труда руководителями предприятий и организаций по согласованию с профсоюзами устанавливается доплата в размере 4...24 % тарифной ставки. Доплаты устанавливаются по конкретным рабочим местам и начисляются рабочим за время фактической занятости на этих местах. По согласованию с профсоюзом временно сроком до одного года размеры доплат могут быть выше, чем установлено расчетом, но не более 12 % для тяжелых и вредных условий труда и 24 % — на работах с особо тяжелыми и особо вредными условиями труда.

## 2 Оценка тяжести и напряженности трудовой деятельности

В соответствии с Р.2.2.755 – 99 различают три класса условий труда по показателям тяжести и напряженности труда:

- оптимальный (легкий) – затраты энергии до 174 Вт;
- допустимый ( средней тяжести) – затраты энергии от 175 до 290 Вт;
- вредный ( тяжелый) – затраты энергии свыше 290Вт.

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

Физическая тяжесть труда — это нагрузка на организм при труде, требующая преимущественно мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения. Классификация труда по тяжести производится по уровню энергозатрат с учетом вида нагрузки (статическая или динамическая) и нагружаемых мышц.

Динамическая работа — процесс сокращения мышц, приводящий к перемещению груза, а также самого тела человека или его частей в пространстве. При этом энергия расходуется как на поддержание определенного напряжения в мышцах, так и на механический эффект работы. Величина динамической нагрузки определяется по формуле

$$A = G\left(mH + \frac{ml}{9} + \frac{mH_1}{2}\right),$$

где А — динамическая нагрузка, кгм; т — масса груза или прилагаемое усилие, кг; Н— высота подъема груза, м; / — расстояние перемещения груза, м; $H_1$ — расстояние опускания груза, м; G — коэффициент, равный 6.

Статическая нагрузка связана с затратой человеком усилий без перемещения тела или отдельных его частей. Она характеризуется величиной удерживаемого груза (или прилагаемого усилия) и временем удержания его в статическом состоянии и рассчитывается по формуле

$$P = mt,$$

где м — масса груза или статическое усилие, кг; t — время фиксации усилия, с.

Кроме статической, динамической нагрузки и массы поднимаемого и перемещаемого груза, оценка условий труда по тяжести трудового процесса производится по рабочей позе, количеству наклонов за смену, количеству стереотипных рабочих движений и перемещением в пространстве, обусловленным технологическим процессом.

Оптимальность рабочей позы определяется соответствием параметров рабочей поверхности и кресла. Оптимальные условия допускают до 50 наклонов за смену (один наклон примерно за 10 мин). Если же наклоны с углом более 30° достигают 100 раз за смену, то условия относят к допустимым.

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

Напряженность труда зависит от длительности сосредоточенного наблюдения и числа одновременно наблюдаемых объектов (контрольно-измерительные приборы, продукт производства и т. п.).

Существенное влияние на степень напряженного состояния исполнителя оказывает ответственность за конечный или промежуточный результат труда.

## 3.Работоспособность и ее динамика

Основным показателем трудовой деятельности человека принято считать его работоспособность, т. е. способность производить сформированные, целенаправленные действия, характеризующиеся количеством и качеством работы за определенное время.

Работоспособность определяется двумя группами факторов – внешними и внутренними.

Внешние факторы – это информационная структура сигналов, т.е. количество и форма представления информации, характеристика рабочей среды (удобство рабочего места, температура, освещенность, наличие вредных факторов и т.п.), взаимоотношения в коллективе.

Внутренние факторы – уровень подготовки, тренированность, выносливость, эмоциональная устойчивость.

Предел работоспособности для любого человека не является постоянной величиной. Изменение предела работоспособности во времени называется динамикой работоспособности.

Во время трудовой деятельности работоспособность организма закономерно изменяется на протяжении рабочей смены Изменение работоспособности в течение рабочей смены имеет несколько фаз:

- -предрабочее состояние (фаза мобилизации) -- субъективно выражается в обдумывании предстоящей работы (идеомоторный акт), вызывает определенные предрабочие сдвиги в нервно-мышечной системе, соответствующие характеру предстоящей нагрузки.

- фаза врабатывания или нарастающей работоспособности

В период врабатывания происходит постепенное повышение работоспособности. Это период поиска наиболее адекватных и эффективных вариантов функционирования всех органов и систем, период значительного напряжения, высоких энергозатрат, период организации произвольного внимания и функциональной организации деятельности. Это период качественного изменения функциональной активности мозга, активизации связей между отдельными нервными центрами головного мозга. В этот период работоспособность неустойчива, а эффективность ее не очень высок;

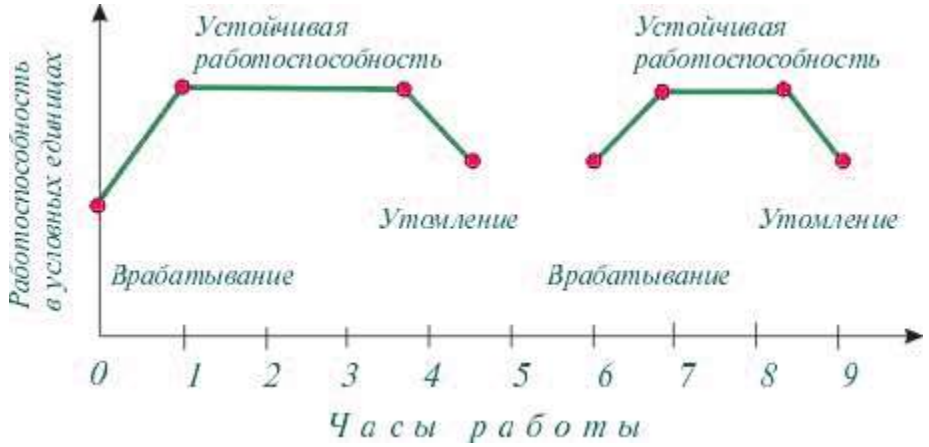
- фаза высокой устойчивости работоспособности Период устойчивой работоспособности (фаза компенсации) -- устанавливается оптимальный режим работы систем организма, вырабатывается стабилизация показателей, а его длительность составляет ко всему времени работы примерно 2/3. Эффективность труда в этот период максимальная. Период устойчивой работоспособности служит важнейшим показателем выносливости человека при данном виде работы и заданном уровне интенсивности.;

- фаза снижения работоспособности. Период утомления (фаза декомпенсации). Характеризуется снижением продуктивности, замедляется скорость реакции, появляются ошибочные и несвоевременные действия, физиологическая усталость. Утомление — психофизиологическое состояние человека, сопровождающееся чувством усталости, вызванное интенсивной или длительной деятельностью, выражающееся в ухудшении количественных и качественных показателей работы и прекращающееся после отдыха. Утомление — это обратимое физиологическое состояние человека.

Утомление может быть мышечным (физическим), умственным (психическим). Различают быстро и медленно развивающееся утомление

Физиологическая картина физического и умственного утомления сходна. Умственное и физическое утомление влияют друг на друга. Так, при тяжелом физическом утомлении умственная работа малопродуктивна, и, наоборот, при умственном утомлении падает мышечная работоспособность. При умственном утомлении отмечается расстройство

внимания, ухудшение памяти и мышления, ослабляется точность и координированность движения.




- период возрастания продуктивности за счет эмоционально-волевого напряжения.
- период прогрессивного снижения работоспособности и эмоционально-волевого напряжения.
- период восстановления. Необходим организму для восстановления работоспособности. Продолжительность этого периода определяется тяжестью проделанной работы, величиной кислородного долга, величиной сдвигов в нервно-мышечной системе. После легкой однократной работы период может длиться 5 мин. После тяжелой однократной работы -- 60...90 мин, а после длительной физической нагрузки восстановление может наступить через несколько дней

Суточные колебания. Работоспособность изменяется также и в течение суток. Здесь можно выделить три интервала, в которых чередуется возрастание/снижение работоспособности:

1-й интервал: 6 – 10 (12) ч. – работоспособность повышается;

10 (12) – 15 ч. – работоспособность постепенно снижается;

2-й интервал: 15 – 18 ч. – работоспособность повышается;

18 – 22 ч. – уменьшается;

3-й интервал: 22 – 3 ч. – работоспособность существенно снижается;

3 – 6 ч. – начинает возрастать, оставаясь ниже среднего уровня.

Недельные колебания. Работоспособность обычно меняется также и по дням недели: Понедельник – врабатывание, вторник-четверг – высокая работоспособность, пятница, суббота – развивающееся утомление.

Повышение работоспособности и снижение утомляемости на производстве достигаются за счет повышения квалификации работников и технического совершенствования производственного процесса.

**4.Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека**

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность. Например, понижение температуры и повышение скорости воздуха способствуют усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма. При повышении температуры воздуха возникают обратные явления.

Исследованиями установлено, что при температуре воздуха более 30°С работоспособность человека начинает падать. Для человека определены максимальные температуры в зависимости от длительности их воздействия и используемых средств защиты. Предельная температура вдыхаемого воздуха, при которой человек в состоянии дышать в течение нескольких минут без специальных средств защиты, около 116°С.

Переносимость человеком температуры, как и его теплоощущение, в значительной мере зависит от влажности и скорости окружающего воздуха. Чем больше относительная

влажность, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев тела. Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает высокая влажность при toc... 30°С, так как при этом почти вся выделяемая теплота отдается в окружающую среду при испарении пота. При повышении влажности пот не испаряется, а стекает каплями с поверхности кожного покрова. Возникает так называемое «проливное» течение пота, изнуряющее организм и не обеспечивающее необходимую теплоотдачу.

Недостаточная влажность воздуха также может оказаться неблагоприятной для человека вследствие интенсивного испарения влаги со слизистых оболочек, их пересыхания и растрескивания, а затем и загрязнения болезнетворными микроорганизмами. Поэтому при длительном пребывании людей в закрытых помещениях рекомендуется ограничиваться относительной влажностью в пределах 30.. .70 %.

Для восстановления водного баланса людям, работающим в горячих цехах, устанавливают автоматы с подсоленной (около 0,5 % NaCl) газированной питьевой водой из расчета 4...5 л на человека в смену. На многих заводах для этих целей применяют белково-витаминный напиток. В жарких климатических условиях рекомендуется пить охлажденную питьевую воду или чай.

Длительное воздействие высокой температуры особенно в сочетании с повышенной влажностью может привести к значительному накоплению теплоты в организме и развитию перегревания организма выше допустимого уровня — гипертермии — состоянию, при котором температура тела поднимается до 38...39°С. При гипертермии и, как следствие, тепловом ударе наблюдаются головная боль, головокружение, общая слабость, искажение цветового восприятия, сухость во рту, тошнота, рвота, обильное потовыделение. Пульс и дыхание учащены, в крови увеличивается содержание азота и молочной кислоты. При этом наблюдается бледность, синюшность, зрачки расширены, временами возникают судороги, потеря сознания.

Производственные процессы, выполняемые при пониженной температуре, большой подвижности и влажности воздуха, могут быть причиной охлаждения и даже переохлаждения организма — гипотермии. В начальный период воздействия умеренного холода наблюдается уменьшение частоты дыхания, увеличение объема вдоха. При продолжительном действии холода дыхание становится неритмичным, частота и объем вдоха увеличиваются, изменяется углеводный обмен. Увеличение обменных процессов при понижении температуры на 1°С составляет около 10 %, а при интенсивном охлаждении может возрасти в 3 раза по сравнению с уровнем основного обмена. Появление мышечной дрожи, при которой внешняя работа не совершается, а вся энергия превращается в теплоту, может в течение некоторого времени задерживать снижение температуры внутренних органов. Результатом действия низких температур являются холодовые травмы.

Атмосферное давление оказывает существенное влияние на процесс дыхания и самочувствие человека. Если без воды и пищи человек может прожить несколько дней, то без кислорода — всего несколько минут. Основным органом дыхания человека, посредством которого осуществляется газообмен с окружающей средой (главным образом 02 и С02), является трахеобронхиальное дерево и большое число легочных пузырей (альвеол), стенки которых пронизаны густой сетью капиллярных сосудов. Общая поверхность альвеол взрослого человека составляет 90... 150 м2. Через стенки альвеол кислород поступает в кровь для питания тканей организма.

Избыточное давление воздуха приводит к повышению парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе, к уменьшению объема легких и увеличению силы дыхательной мускулатуры, необходимой для производства вдоха-выдоха. В связи с этим работа на глубине требует поддержания повышенного давления с помощью специального снаряжения или оборудования, в частности кессонов или водолазного снаряжения.

При работе в условиях избыточного давления снижаются показатели вентиляции легких за счет некоторого урежения частоты дыхания и пульса. Длительное пребывание при

избыточном давлении (порядка 700 кПа) приводит к токсическому действию некоторых газов, входящих в состав вдыхаемого воздуха. Оно проявляется в нарушении координации движений, возбуждении или угнетении, галлюцинациях, ослаблении памяти.

Вместе с изменением параметров микроклимата меняется и тепловое самочувствие человека. Условия, нарушающие тепловой баланс, вызывают в организме реакции, способствующие его восстановлению. Процессы регулирования тепловыделений для поддержания постоянной температуры тела человека называются терморегуляцией. Она позволяет сохранять температуру внутренних органов постоянной, близкой к 36,5°С. Процессы регулирования тепловыделений осуществляются в основном тремя способами: биохимическим путем; путем изменения интенсивности кровообращения и интенсивности потовыделения.

### 1.3.Лекция № 3,4 (4 часа)

### Тема: «Негативные факторы и их воздействие на человека и среду обитания»

### 1.3.1.Вопросы лекции:

1. Классификация негативных факторов техносферы.
2. Характеристика негативных факторов
3. Воздействие негативных факторов на человека и среду обитания.

### 1.3.2.Краткое содержание вопросов

### 1.Классификация негативных факторов техносферы

В процессе производственной деятельности работающий может воспринимать воздействие ряда факторов, формирующих условия труда. К таковым относят: технические, эргономические, санитарно-гигиенические, организационные, психофизиологические, социально-бытовые, природно-климатические и экономические факторы.

К группе технических факторов относят:

- состояние техники;
- уровень механизации, автоматизации производственных процессов;
- наличие исправных средств защиты.

2. Эргономические факторы:

(Эргономика-наука о закономерностях работы, рабочих процессов).

Эргономические факторы характеризуют соответствие элементов машин, оборудования, вступающих во взаимодействие с человеком, его антропометрическим, физиологическим и психологическим возможностям.

-объем поступающей от рабочих органов информации;

-уровень организации рабочих мест;

-удобства расположения органов управления;

-конструкция сидения оператора;

-обзорность рабочей зоны и т.д.;

-эстетическое состояние производственных помещений, цехов, оборудования.

3.Санитарно-гигиенические факторы отражают состояние производственной санитарии на рабочих местах:

-качество воздушной среды;

-уровень вредных выделений и излучений;

-уровень шума, вибрации;

-состояние освещения и др.

4. Организационные факторы характеризуют принятый на предприятии:

-режим труда и отдыха;

-дисциплину и форму организации труда;

-обеспеченность рабочих спецодеждой, спец. обувью и другими средствами индивидуальной защиты;

-состояние контроля за трудовым процессом;

-качество профессиональной подготовки работающих.

5. Психофизиологические факторы отражают:

-напряженность и тяжесть труда;

-морально-психологический климат в коллективе;

-взаимоотношение работающих друг с другом и т. д.

6. Социально-бытовые факторы включают в себя*:*

-общую культуру производства;

-порядок и чистоту на рабочих местах;

-озеленение территории;

-обеспеченность санитарно-бытовыми помещениями, столовыми, медпунктами, детскими дошкольными помещениями, поликлиниками;

-состояние дорог, подъездных путей, удобство сообщения между производствами, участками, полями, бригадами, жилым комплексом.

7.Природно-климатические факторы - это географические и метеорологические особенности местности:

-высота над уровнем моря;

-рельеф;

-частота и вид осадков;

-температура;

-влажность;

-атмосферное давление и т.д.

8. Экономические факторы включают в себя систему оплаты и стимулирование труда.

Условия труда влияют на производительность и результаты труда, состояние здоровья работающих. Благоприятные условия улучшают самочувствие, настроение человека, создают предпосылки для высокой производительности, и, наоборот, плохие условия снижают интенсивность и качество труда, способствуют возникновению производственного травматизма и заболеваний.

Опасные и вредные производственные факторы по ГОСТ 12.0.003 – 80 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» подразделяются на четыре группы:

1. Физические;
2. Химические;
3. Биологические;
4. Психофизиологические.

К физическим факторам относятся движущиеся машины и механизмы, подвижные части машин, оборудования, острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхностей, высокое расположение рабочего места от уровня земли (пола), падающие с высоты или отлетающие предметы, повышенный уровень вредных аэрозолей, паров, газов, напряжения в электрической цепи, статическое электричество, шум, вибрация, повышенная или пониженная величина температуры, влажность, пульсация светового потока, недостаток естественного света и т.д.

Химические опасные и вредные факторы подразделяют по характеру воздействия на человека (токсичные, раздражающие, мутагенные и т.д.). Это минеральные удобрения, пестициды, топливо (бензин, дизельное топливо, керосин), смазочные материалы, ацетон, бензол, толуол, метан, углекислый газ, лаки, краски и другие химические вещества. В организм химические опасные и вредные факторы проникают через желудочно-кишечный тракт, органы дыхания, кожные покровы, слизистые оболочки.

Биологические опасные и вредные факторы включают патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибы), а также макроорганизмы (животные, растения).

Психофизиологические факторы – это физические перегрузки (статические и динамические) и нервно-психические (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Один и тот же опасный и вредный производственный фактор может относится одновременно к различным группам.

Создание на производстве благоприятных условий в первую очередь предусматривает полное исключение или снижение до безопасных уровней величин опасных и вредных производственных факторов.

## 2. Характеристика негативных факторов

Оценка негативных факторов. При оценке воздействия негативных факторов на человека следует учитывать степень влияния их на здоровье и жизнь человека, уровень и характер изменений функционального состояния и возможностей организма, его потенциальных резервов, адаптивных способностей и возможности развития последних.

При оценке допустимости воздействия вредных факторов на организм человека исходят из биологического закона субъективной количественной оценки раздражителя Вебера—Фехнера. Он выражает связь между изменением интенсивности раздражителя и силой вызванного ощущения: реакция организма прямо пропорциональна относительному приращению раздражителя

$$dL = a\frac{dR}{R},$$

где dL — элементарное ощущение организма; а — коэффициент пропорциональности; dR — элементарное приращение раздражителя.

На базе закона Вебера — Фехнера построено нормирование вредных факторов. Чтобы исключить необратимые биологические эффекты, воздействие факторов ограничивается предельно допустимыми уровнями или предельно допустимыми концентрациями.

Предельно допустимый уровень или предельно допустимая концентрация — это максимальное значение фактора, которое, воздействуя на человека (изолированно или в сочетании с другими факторами), не вызывает у него и у его потомства биологических изменений даже скрытых и временно компенсируемых, в том числе заболеваний, изменений реактивности, адаптационно-компенсаторных возможностей, иммунологических реакций, нарушений физиологических циклов, а также психологических нарушений (снижения интеллектуальных и эмоциональных способностей, умственной работоспособности

Вредные вещества

В настоящее время известно около 7 млн химических веществ и соединений (далее вещество), из которых 60 тыс. находят применение в деятельности человека. На международном рынке ежегодно появляется 500... 1000 новых химических соединений и смесей.

Вредным называется вещество, которое при контакте с организмом человека может вызывать травмы, заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Химические вещества (органические, неорганические, элемент-органические) в зависимости от их практического использования классифицируются на:

— промышленные яды, используемые в производстве: например, органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин);

— ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве: пестициды (гексахлоран), инсектициды (карбофос) и др.;

— лекарственные средства;

— бытовые химикаты, используемые в виде пищевых добавок (уксусная кислота), средства санитарии, личной гигиены, косметики и т. д.;

— биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях и грибах (аконит, цикута), у животных и насекомых (змей, пчел, скорпионов);

— отравляющие вещества (ОВ): зарин, иприт, фосген и др. Ядовитые свойства могут проявить все вещества, даже такие, как поваренная соль в больших дозах или кислород при повышенном давлении. Однако к ядам принято относить лишь те, которые свое вредное действие проявляют в обычных условиях и в относительно небольших количествах.

Вибрации. Малые механические колебания, возникающие в упругих телах или телах, находящихся под воздействием переменного физического поля, называются вибрацией. Воздействие вибрации на человека классифицируют: по способу передачи колебаний; по направлению действия вибрации; по временной характеристике вибрации.

В зависимости от способа передачи колебаний человеку вибрацию подразделяют на общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и локальную, передающуюся через руки человека. Вибрация, воздействующая на ноги сидящего человека, на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов, также относится к локальной.

По направлению действия вибрацию подразделяют на вертикальную, распространяющуюся по оси x, перпендикулярной к опорной поверхности; горизонтальную, распространяющуюся по оси y от спины к груди; горизонтальную, распространяющуюся по оси z от правого плеча к левому.

По временной характеристике различают: постоянную вибрацию, для которой контролируемый параметр за время наблюдения изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ); непостоянную вибрацию, изменяющуюся по контролируемым параметрам более чем в 2 раза.

Акустические колебания. Физическое понятие об акустических колебаниях охватывает как слышимые, так и неслышимые колебания упругих сред. Акустические колебания в диапазоне 16 Гц...209 кГц, воспринимаемые человеком с нормальным слухом, называют звуковыми, с частотой менее 16 Гц — инфразвуковыми, выше 20 кГц — ультразвуковыми. Распространяясь в пространстве, звуковые колебания создают акустическое поле.

Ухо человека может воспринимать и анализировать звуки в широком диапазоне частот и интенсивностей. Область слышимых звуков ограничена двумя пороговыми кривыми: нижняя — порог слышимости, верхняя — порог болевого ощущения. Самые низкие значения порогов лежат в диапазоне 1...5 кГц. Порог слуха молодого человека составляет 0 дБ на частоте 1000 Гц, на частоте 100 Гц порог слухового восприятия значительно выше, так как ухо менее чувствительно к звукам низких частот. Болевым порогом принято считать звук с уровнем 140 дБ, что соответствует звуковому давлению 200 Па и интенсивности 100 Вт/м2. Звуковые ощущения оцениваются по порогу дискомфорта (слабая боль в ухе, ощущение касания, щекотания).

Шум определяют как совокупность апериодических звуков различной интенсивности и частоты. Окружающие человека шумы имеют разную интенсивность: разговорная речь — 50...60 дБА, автосирена — 100 дБА, шум двигателя легкового автомобиля — 80 дБА, громкая музыка —70 дБА, шум от движения трамвая —70...80 дБА, шум в обычной квартире —30...40 дБА.

По спектральному составу в зависимости от преобладания звуковой энергии в соответствующем диапазоне частот различают низко-, средне- и высокочастотные шумы, по временным характеристикам — постоянные и непостоянные, последние, в свою очередь, делятся на колеблющиеся, прерывистые и импульсные, по длительности действия — продолжительные и кратковременные. С гигиенических позиций придается большое значение амплитудно-временным, спектральным и вероятностным параметрам непостоянных шумов, наиболее характерных для современного производства.

Электромагнитные поля и излучения

Спектр электромагнитных колебаний по частоте достигает 1021 Гц. В зависимости от энергии фотонов (квантов) его подразделяют на область неионизирующих и ионизирующих излучений. В гигиенической практике к неионизирующим излучениям относят также электрические и магнитные поля.

Кроме электрических полей промышленной частоты, на работающих воздействуют периодические (синусоидальные) магнитные поля — МП (50 Гц). МП образуется в электроустановках, работающих на токе любого напряжения. Его интенсивность выше вблизи выводов генераторов, токопроводов, силовых трансформаторов и т. д.

Согласно современным представлениям, основным механизмом биологического действия МП являются вихревые токи, которые индуцируются им в теле человека. При этом реакции организма имеют неспецифический характер, проявляющийся в возникновении изменений функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, иммунной систем.

Ультрафиолетовое излучение (УФИ) — спектр электромагнитных колебаний с длиной волны 200...400 нм. По биологическому эффекту выделяют три области УФИ: УФВ — с длиной волны 400. ..315 нм, отличается сравнительно слабым биологическим действием; УФВ — с длиной волны 315...280 нм, обладает выраженным загарным и антирахитическим действием; УФС — с длиной волны 280...200 нм, активно действует на тканевые белки и липиды, обладая выраженным бактерицидным действием.

### 3. Воздействие негативных факторов на человека и их нормирование

Токсическое действие вредных веществ характеризуется показателями токсикометрии, в соответствии с которыми вещества классифицируют на чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные и малотоксичные. Эффект токсического действия различных веществ зависит от количества попавшего в организм вещества, его физических свойств, длительности поступления, химизма взаимодействия с биологическими средами (кровью, ферментами). Кроме того, эффект зависит от пола, возраста, индивидуальной чувствительности, путей поступления и выведения, распределения в организме, а также метеорологических условий и других сопутствующих факторов окружающей среды.

Опасность вещества — это вероятность возникновения неблагоприятных для здоровья эффектов в реальных условиях производству или применения химических соединений.

Возможность острого отравления может оцениваться коэффициентом опасности внезапного острого ингаляционного отравления (КОВОИО):

Сенсибилизация — состояние организма, при котором повторное воздействие вещества вызывает больший эффект, чем предыдущее. Эффект сенсибилизации связан с образованием в крови и других внутренних средах измененных и ставших чужеродными для организма белковых молекул, индуцирующих формирование антител.

Классификация веществ по характеру воздействия на организм и общие требования безопасности регламентируются ГОСТ 12.0.003—74*. Согласно ГОСТ, вещества подразделяются на токсические, вызывающие отравление всего организма или поражающие отдельные системы (ЦНС, кроветворения), вызывающие патологические изменения печени, почек; раздражающие — вызывающие раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, легких, кожных покровов; сенсибилизирующие, действующие как аллергены (формальдегид, растворители, лаки на основе нитро- и нитрозосоединений и др.); мутагенные, приводящие к нарушению генетического кода, изменению наследственной информации (свинец, марганец, радиоактивные изотопы и др.); канцерогенные, вызывающие, как правило, злокачественные новообразования (циклические амины, ароматические углеводороды, хром, никель, асбест и др.); влияющие на репродуктивную (детородную) функцию.

Вибрации и акустические колебания

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обусловливается главным образом силой энергетического

воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела как сложной колебательной системы. Мощность колебательного процесса в зоне контакта и время этого контакта являются главными параметрами, определяющими развитие вибрационных патологий, структура которых зависит от частоты и амплитуды колебаний, продолжительности воздействия, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явлений резонанса и других условий.

Вибрационная патология стоит на втором месте (после пылевых) среди профессиональных заболеваний. Рассматривая нарушения состояния здоровья при вибрационном воздействии, следует отметить, что частота заболеваний определяется величиной дозы, а особенности клинических проявлений формируются под влиянием спектра вибраций. Выделяют три вида вибрационной патологии от воздействия общей, локальной и толчкообразной вибраций.

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Вибрация является специфическим раздражителем для вестибулярного анализатора, причем линейные ускорения — для отолитового аппарата, расположенного в мешочках преддверия, а угловые ускорения — для полукружных каналов внутреннего уха.

У рабочих вибрационных профессий отмечены головокружения, расстройство координации движений, симптомы укачивания, вести-було-вегетативная 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 холестеринового обменов, 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 вибрации выражается общими вегетативными расстройствами с периферическими нарушениями, преимущественно в конечностях, снижением сосудистого тонуса и чувствительности.

Бич современного производства, особенно машиностроения,— локальная вибрация. Локальной вибрации подвергаются главным образом люди, работающие с ручным механизированным инструментом. Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывают снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов.

К факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибраций 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, а возможно, и потенцирования.

Длительное систематическое воздействие вибрации приводит к развитию вибрационной болезни (ВБ), которая включена в список профессиональных заболеваний. Эта болезнь диагностируется, как правило, у работающих на производстве; в условиях населенных мест ВБ не регистрируется, несмотря на наличие многих источников вибрации (наземный и подземный транспорт, промышленные источники и др.). Лица, подвергающиеся воздействию вибрации окружающей среды, чаще болеют сердечно-сосудистыми и нервными заболеваниями и обычно предъявляют много жалоб общесоматического характера.

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием, ГОСТ 12.1.012—90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования», Санитарные нормы 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.

Интенсивный шум на производстве способствует снижению внимания и увеличению числа ошибок при выполнении работы, исключительно сильное влияние оказывает шум на быстроту реакций, сбор информации и аналитические процессы, из-за шума снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Шум затрудняет своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы внутрицехового транспорта (автопогрузчиков, мостовых кранов и т. п.), что способствует возникновению несчастных случаев на производстве.

В биологическом отношении шум является заметным стрессовым фактором, способным вызвать срыв приспособительных реакций. Акустический стресс может приводить к разным проявлениям: от функциональных нарушений регуляции ЦНС до морфологически обозначенных дегенеративных деструктивных процессов в разных органах и тканях. Степень шумовой патологии зависит от интенсивности и продолжительности воздействия, функционального состояния ЦНС и, что очень важно, от индивидуальной чувствительности организма к акустическому раздражителю. Индивидуальная чувствительность к шуму составляет 4... 17 %. Считают, что повышенная чувствительность к шуму определяется сенсибилизированной вегетативной реактивностью, присущей 11 % населения. Женский и детский организм особенно чувствительны к шуму. Высокая индивидуальная чувствительность может быть одной из причин повышенной утомляемости и развития различных неврозов.

Шум оказывает влияние на весь организм человека: угнетает ЦНС, вызывает изменение скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни, может приводить к профессиональным заболеваниям.

Шум с уровнем звукового давления до 30...35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40...70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума уровнем свыше 75 дБ может привести к потере слуха — профессиональной тугоухости. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонок, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003—83* с дополнениями 1989 г. 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». Документы дают классификацию шумов по спектру на широкополосные и тональные, а по временным характеристикам — на постоянные и непостоянные. Для нормирования постоянных шумов применяют допустимые уровни звукового давления (УЗД) в девяти октавных полосах частот в зависимости от вида производственной деятельности. Для

ориентировочной оценки в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах допускается принимать уровень звука (дБА), определяемый по шкале Ашумомера с коррекцией низкочастотной составляющей по закону чувствительности органов слуха и приближением результатов объективных измерений к субъективному восприятию.

К ЭМП промышленной частоты относятся линии электропередач (ЛЭП) напряжением до 1150 кВ, открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы. Они являются источниками электрических и магнитных полей промышленной частоты (50 Гц). Длительное действие таких полей приводит к расстройствам, которые субъективно выражаются жалобами на головную боль в височной и затылочной области, вялость, расстройство сна, снижение памяти, повышенную раздражительность, апатию, боли в области сердца. Для хронического воздействия ЭМП промышленной частоты характерны нарушения ритма и замедление частоты сердечных сокращений. У работающих с ЭМП промышленной частоты могут наблюдаться функциональные нарушения в ЦНС и сердечно-сосудистой системе, в составе крови. Поэтому необходимо ограничивать время пребывания человека в зоне действия электрического поля, создаваемого токами промышленной частоты напряжением выше 400 кВ.

Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляют по предельно допустимым уровням напряженности электрического поля ^(кВ/м), напряженности магнитного поля Н (А/м) или индукции магнитного поля В (мкТл) частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле на рабочих местах персонала и регламентируются Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.2.4.1191—03.

Допустимое время пребывания в ЭП может быть реализовано одноразово или дробно в течение рабочего дня. В остальное рабочее время напряженность ЭП не должна превышать 5 кВ/м. При напряженности ЭП 20...25 кВ/м время пребывания персонала в ЭП не должно превышать 10 мин. Предельно допустимый уровень напряженности ЭП устанавливается равным 25 кВ/м.

Систематическое воздействие на человека ЭМИ с уровнями, превышающими ПДУ, приводит к развитию явлений дезадаптации, что проявляется в виде серьезных изменений в состоянии его здоровья, которые, однако, не имеют специфического характера.

В первую очередь страдают центральная нервная, эндокринная и иммунная системы.

В настоящее время имеются данные, свидетельствующие о том, что ЭМИ следует рассматривать как один из факторов риска в развитии раннего атеросклероза, гипертонической болезни, ишемической болезни сердца и инфаркта миокарда, синдрома депрессии таких нейродегенеративных заболеваний, как болезни Альцгеймера и Паркинсона, прогрессирующая мышечная атрофия.

Ультрафиолетовое излучение, составляющее приблизительно 5 % плотности потока солнечного излучения,— жизненно необходимый фактор, оказывающий благотворное стимулирующее действие на организм. Ультрафиолетовое облучение может понижать чувствительность организма к некоторым вредным воздействиям вследствие усиления окислительных процессов в организме и более быстрого выведения вредных веществ из организма. Под воздействием УФИ оптимальной плотности наблюдали более интенсивное выведение марганца, ртути, свинца; оптимальные дозы УФИ активизируют деятельность сердца, обмен веществ, повышают активность ферментов дыхания, улучшают кроветворение. Однако загрязнение атмосферы больших городов понижает ее прозрачность для УФИ, ограничивая его благотворное влияние на население.

Ультрафиолетовое излучение искусственных источников (например, электросварочных дуг, плазмотронов) может стать причиной острых и хронических профессиональных поражений. Наиболее уязвимы глаза, причем страдает преимущественно роговица и слизистая оболочка. Острые поражения глаз, так называемые электроофтальмии,

представляют собой острый конъюнктивит, или кератоконъ-юнктивит. Заболевание проявляется ощущением постороннего тела или песка в глазах, светобоязнью, слезотечением. Нередко наблюдается эритема кожи лица и век. К хроническим заболеваниям относят хронический конъюнктивит, блефарит, катаракту. Роговица глаза наиболее чувствительна к излучению волны длиной 270.. .280 нм; наибольшее воздействие на хрусталик оказывает излучение в диапазоне 295...320 нм. Возможность поражающего действия УФА на сетчатку невелика, однако не исключена.

Кожные поражения протекают в форме острых дерматитов с эритемой, иногда отеком и образованием пузырей. Могут возникнуть общетоксические явления с повышением температуры, ознобом, головными болями. На коже после интенсивного УФ-облучения развивается гиперпигментация и шелушение. Длительное воздействие УФ-лучей приводит к «старению» кожи, атрофии эпидермиса, возможно развитие злокачественных новообразований. При повторном воздействии УФИ имеет место кумуляция биологических эффектов.

Допустимая интенсивность УФ-облучения работающих при незащищенных участках поверхности кожи не более 0,2 м2 (лицо, шея, кисти рук и др.) общей продолжительностью воздействия излучения 50 % рабочей смены и длительности однократного облучения свыше 5 мин и более не должно превышать 10 Вт/м2 для области УФА и 0,01 Вт/м2 — для области УФВ. Излучение в области УФС при указанной продолжительности не допускается.

Лазерное излучение (ЛИ) представляет собой особый вид электромагнитного излучения, генерируемого в диапазоне длин волн 0,1...1000 мкм. Отличие ЛИ от других видов излучения заключается в монохроматичности, когерентности и высокой степени направленности. При оценке биологического действия следует различать прямое, отраженное и рассеянное ЛИ. Эффекты воздействия определяются механизмом взаимодействия ЛИ с тканями (тепловой, фотохимический, ударно-акустический и др.) и зависят от длины волны излучения, длительности импульса (воздействия), частоты следования импульсов, площади облучаемого участка, а также от биологических и физико-химических особенностей облучаемых тканей и органов. ЛИ с длиной волны 380... 1400 нм представляет наибольшую опасность для сетчатки глаза, а излучение с длиной волны 180...380 нм и свыше 1400 нм—для передних сред глаза.

Повреждение кожи может быть вызвано лазерным излучением любой длины волны в спектральном диапазоне X = 180... 100 000 нм. При воздействии ЛИ в непрерывном режиме преобладают в основг ном тепловые эффекты, следствием которых является коагуляция (свертывание) белка, а при больших мощностях — испарение биоткани. Степень повреждения кожи зависит от первоначально поглощенной энергии. Повреждения могут быть различными: от покраснения до поверхностного обугливания и образования глубоких дефектов кожи; значительные повреждения развиваются на пигментированных участках кожи (родимых пятнах, местах с сильным загаром). Минимальное повреждение кожи развивается при плотности энергии 0Д...1 Дж/см2.

Повреждения сетчатки дифференцируют на временные нарушения, например ослепление от высокой яркости световой вспышки при плотности излучения на роговице около 150 Вт/см2, и повреждения, сопровождающиеся разрушением сетчатки в форме термического ожога с необратимыми повреждениями или в виде «взрыва» зерен пигмента меланина, причем сила взрыва такова, что зерна пигмента выбрасываются в стекловидное тело.

Ионизирующие излучения

Ионизирующее излучение вызывает в организме цепочку обратимых и необратимых изменений. Пусковым механизмом воздействия являются процессы ионизации и возбуждения атомов и молекул в тканях. Диссоциация сложных молекул в результате разрыва химических связей — прямое действие радиации. Существенную роль в формировании биологических эффектов играют радиационно-химические изменения, обусловленные продуктами радиолиза воды. Свободные радикалы водорода и

гидроксильной группы, обладая высокой активностью, вступают в химические реакции с молекулами белка, ферментов и других элементов биоткани, что приводит к нарушению биохимических процессов в организме. В результате нарушаются обменные процессы, замедляется и прекращается рост тканей, возникают новые химические соединения, не свойственные организму. Это приводит к нарушению деятельности отдельных функций и систем организма.

Ионизирующая радиация при воздействии на организм человека может вызвать два вида эффектов, которые клинической медициной относятся к болезням: детерминированные пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевой ожог, лучевая катаракта, лучевое бесплодие, аномалии в развитии плода и др.) и стохастические (вероятностные) беспороговые эффекты (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни).

Лучевая болезнь средней тяжести возникает при дозе 2,5...4,0 Гр. Почти у всех облученных в первые сутки наблюдаются тошнота, рвота, резко снижается содержание лейкоцитов в крови, появляются подкожные кровоизлияния, в 20 % случаев возможен смертельный исход, смерть наступает через 2...6 недель после облучения. При дозе 4,0...6,0 Гр развивается тяжелая форма лучевой болезни, приводящая в 50 % случаев к смерти в течение первого месяца. При дозах, превышающих 6,0 Гр, развивается крайне тяжелая форма лучевой болезни, которая почти в 100 % случаев заканчивается смертью вследствие кровоизлияния или инфекционных заболеваний. Приведенные данные относятся к случаям, когда отсутствует лечение. В настоящее время имеется ряд противолучевых средств, которые при комплексном лечении позволяют исключить летальный исход при дозах около 10 Гр.

Хроническая лучевая болезнь может развиться при непрерывном или повторяющемся облучении в дозах, существенно ниже тех, которые вызывают острую форму. Наиболее характерными признаками хронической лучевой болезни являются изменения в крови, ряд симптомов со стороны нервной системы, локальные поражения кожи, поражения хрусталика, пневмосклероз (при ингаляции плуто-ния-239), снижение иммунореактивности организма.

Электрический ток

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое и биологическое действия.

Термическое действие тока проявляется ожогами отдельных участков тела, нагревом до высокой температуры органов, расположенных на пути тока, вызывая в них значительные функциональные расстройства. Электролитическое действие тока выражается в разложении органической жидкости, в том числе крови, в нарушении ее физико-химического состава. Механическое действие тока приводит к расслоению, разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара из тканевой жидкости и крови. Биологическое действие тока проявляется раздражением и возбуждением живых тканей организма, а также нарушением внутренних биологических процессов.

Электротравмы условно разделяют на общие и местные. К общим относят электрический удар, при котором процесс возбуждения различных групп мышц может привести к судорогам, остановке дыхания и сердечной деятельности. Остановка сердца связана с фибрилляцией — хаотическим сокращением отдельных волокон сердечной мышцы (фибрилл). К местным травмам относят ожоги, металлизацию кожи, механические повреждения, электроофтальмии. Металлизация кожи связана с проникновением в нее мельчайших частиц метал ла при его расплавлении под влиянием чаще всего электрической дуги.

Исход поражения человека электротоком зависит от многих факторов: силы тока и времени его прохождения через организм, характеристики тока (переменный или постоянный), пути тока в теле человека, при переменном токе — от частоты колебаний.

Ток, проходящий через организм, зависит от напряжения прикосновения, под которым оказался пострадавший, и суммарного электрического сопротивления, в которое входит сопротивление тела человека. Величина последнего определяется в основном сопротивлением рогового слоя кожи, составляющим при сухой коже и отсутствии повреждений сотни тысяч ом. Если эти условия состояния кожи не выполняются, то ее сопротивление падает до 1 кОм. При высоком напряжении и значительном времени протекания тока через тело сопротивление кожи падает еще больше, что приводит к более тяжелым последствиям поражения током. Внутреннее сопротивление тела человека не превышает нескольких сотен ом и существенной роли не играет.

На сопротивление организма воздействию электрического тока оказывает влияние физическое и психическое состояние человека. Нездоровье, утомление, голод, опьянение, эмоциональное возбуждение приводят к снижению сопротивления. Характер воздействия тока на человека в зависимости от силы и вида тока приведен в табл. 6.16.

Переменный ток опаснее постоянного, однако при высоком напряжении (более 500 В) опаснее постоянный ток. Из возможных путей протекания тока через тело человека (голова — рука, голова — ноги, рука — рука, нога — рука, нога — нога и т. д.) наиболее опасен тот, при котором поражается головной мозг (голова — руки, голова — ноги), сердце и легкие (руки — ноги). Неблагоприятный микроклимат (повышенная температура, влажность) увеличивает опасность поражения током, так как влага (пот) понижает сопротивление кожных покровов.

## 1.4 Лекция №5,6 (4 часа)

## Тема : «Обеспечение комфортных условий жизнедеятельности»

### 1.4.1. Вопросы лекции

1. Промышленная вентиляция и кондиционирование.
2. Защита от влияния инфракрасного излучения
3. Производственное освещение

3.1. Параметры и устройство освещения.

3.2. Нормирование и расчет освещения

### 1.4.2 Краткое содержание вопросов

### 1. Промышленная вентиляция.

Во всех производственных помещениях воздух, содержащий количество вредных веществ больше допустимого санитарными нормами, должен удаляться из помещения и заменяться свежим, чистым. Этот процесс называется вентиляцией помещения.

По способу воздухообмена вентиляция подразделяется на общеобменную и местную.

Общеобменной - называется такая вентиляция, при которой проводится обмен загрязненного воздуха на чистый одновременно во всем помещении.

При местной вентиляции в отличие от общеобменной вредный воздух удаляется непосредственно с места его образования, т.е. с рабочего места.

По способу действия различается вытяжная, приточная и приточно-вытяжная вентиляция.

Вытяжная вентиляция устраивается там, где необходимо активно удалять из помещения загрязненный воздух.

Приточная вентиляция применяется там, где нельзя устраивать вытяжную. Например, если в моечном отделении мастерской или в кузнице устроить механическую вытяжную вентиляцию, то создается некоторое разряжение воздуха в помещении, в результате чего пары раствора каустической соды, выделяемые в моечной камере, проникнут в помещение, а не уйдут через вытяжную трубу.

Вытяжная вентиляция в стене или окне кузницы будет затягивать в помещение газы и дым, образующиеся под горном.

В помещениях, где выделяется пыль, приточная вентиляция бесполезна, здесь должна быть вытяжная.

Приточно-вытяжная вентиляция целесообразна в помещениях, где требуется интенсивный воздухообмен.

В некоторых производственных помещениях необходимый воздухообмен может осуществляться устройством естественной вентиляции.

Чаще всего такая вентиляция осуществляется через вытяжные трубы прямоугольного или круглого сечения, проходящие через потолочное перекрытие и крышу здания. Нижний конец трубы находится в помещении, а верхний несколько выше конька здания. Приток чистого воздуха происходит через окна, двери. Воздух перемещается из помещения по вытяжным трубам за счет разной плотности его снаружи и внутри помещения, а также под действием ветра.

В тех производственных помещениях, где естественная вентиляция не может обеспечить допустимую по санитарным нормам чистоту, температуру и влажность воздуха, устраивают механическую вентиляцию.

При механической вентиляции поток воздуха создается вентиляторами.

При обще обменной вентиляции отношение объема засасываемого или удаляемого вентилятором воздуха в течение 1 час к объему помещения называется кратностью воздухообмена.

Зная установленную для производства кратность воздухообмена, можно рассчитать необходимую производительность вентилятора.

Расчет ведут по формуле:

$$L = k \cdot V,$$

где: L - часовая производительность вентилятора, м$^3$\ч,

k - кратность воздухообмена, 1/ч;

V - объем помещения, м$^3$.

Если вентиляция предназначена для удаления из помещения пыли, ее производительность рассчитывают по формуле:

$$L = \frac{P}{P_1 - P_0},$$

где: P - количество пыли, выделяющейся в помещении, м$^3$\ч;

$P_1$- допустимое количество пыли в помещении, мг\м$^3$;

$P_o$- содержание пыли в засасываемом чистом воздухе, мг\м$^3$.

Эту формулу можно применить при расчете производительности вентилятора, предназначенного для удаления из помещения выделяющихся вредных газов.

В помещениях с большим выделением тепла и влаги вентиляцию устраивают для поддержания нормальной температуры или нормальной влажности.

Производительность вентилятора, предназначенного для поддержания в помещении нормальной температуры воздуха, рассчитывают по формуле:

$$L = \frac{Q_{изб}}{C \cdot (t_B - t_H) \cdot J_H},$$

где: $Q_{изб}$ - избыточное количество тепла, поступающего в помещение, ккал\ч;

C - средняя удельная теплоемкость воздуха; для практических расчетов принимается равной 0,24 ккал\кг*$^o$C;

$t_в$- температура воздуха, удаляемого из помещения, $^o$C;

$t_н$- температура наружного воздуха, поступающего в помещение, $^o$C;

$J_н$- плотность наружного воздуха, кг\м$^3$.

В некоторых производственных помещениях выделяется большое количество водяных паров, в результате чего повышается влажность воздуха.

Если отсасывать воздух из помещения вентилятором, то можно поддерживать влажность в пределах нормы.

Состояние воздуха характеризуется абсолютной и относительной влажностью.

Абсолютная влажность показывает, какое количество водяных паров в граммах содержится в 1кг воздуха при заданной температуре.

Относительная влажность - это процентное отношение фактического содержания паров воды к максимально возможному (насыщенному) содержанию при той же температуре.

$$\varphi_o = \frac{q_\phi}{q_m} \cdot 100\%,$$

где: $\varphi_o$ - относительная влажность воздуха, %;

$q_\phi$ - количество паров, содержащихся в помещении при данной температуре, г\м$^3$;

$q_m$ - максимально возможное содержание паров воды в воздухе при той же температуре ,г\м$^3$.

Нормальная относительная влажность для производственных помещений составляет 40-60%.

Для расчета вентиляции, снижающей влажность воздуха в помещении, используют такое выражение:

$$L = \frac{\sum m_i \cdot q_i}{q_в - q_н},$$

где: $m_i$ - число источников образования водяных паров;

$q_i$- количество водяных паров, выделяемых каждым источником, г\ч;

$q_в$- содержание паров в 1 кг воздуха помещения при относительной влажности этого воздуха в, соответствующей температуре помещения $t_в$, г;

$q_н$- содержание паров воды в 1 кг воздуха, засасываемого в помещение, при его относительной влажности $\varphi_н$ и температуре $t_н$, г.

Для помещения с известной относительной влажностью производительность вентилятора рассчитывают по формуле:

$$L = \frac{\sum m_i \cdot q_i}{\frac{q_{mв}}{100} - \frac{q_{mн}}{100}},$$

где: $q_{mв}$ - максимально возможное количество водяных паров внутри помещения при $t_в$, г;

$q_{mн}$ - максимально возможное количество водяных паров в наружном воздухе при $t_н$, г.

Расчет естественной вентиляции сводится к нахождению количества вытяжных труб при выбранной площади их поперечного сечения. Как указывалось ранее, действие естественной вентиляции основано на разнице в плотности внутреннего и наружного воздуха. Если в помещении имеются вытяжные трубы, воздух из помещения под напором более плотного наружного воздуха пойдет вверх по вытяжным трубам. При этом на концах труб создается разность давления $\Delta H$ (Па), которую можно определить по формуле:

$$\Delta H = hg(\gamma_н - \gamma_в),$$

где: h - длина вытяжных труб, м;

g - ускорение свободного падения, м\с$^2$;

$\gamma_н$ и $\gamma_в$ - плотность соответственно наружного и внутреннего воздуха, кг\м$^3$.

Плотность воздуха при заданной температуре можно определить по формуле:

$$\gamma_н = \frac{1{,}293}{1+\alpha \cdot t_н}, \qquad \text{и} \qquad \gamma_в = \frac{1{,}293}{1+\alpha \cdot t_в},$$

где: α- коэффициент объемного расширения газов = 1/273;

1,293 - плотность воздуха при t =0°.

Теоретическую скорость движения воздуха в вытяжных трубах находят по формуле:

$$V_Т = \sqrt{\frac{2g\Delta H}{\gamma_Н}},$$

При прохождении по трубе воздух будет встречать сопротивление, зависящее от формы и качества стенок трубы, поэтому действительная скорость будет меньше расчетной - теоретической.

При расчете естественной вентиляции действительную скорость $V_д$ (м/с) в трубе определяют по формуле:

$$V_Д = 0{,}5 \cdot 40427\sqrt{\frac{\Delta H}{\gamma_н}}.$$

По скорости воздуха V(м/с) и производительности L ($м^3$/ч) вентиляции находят суммарную площадь сечения вытяжных труб:

$$\sum F_Т = \frac{L}{3600 \cdot V_Т},$$

Задаваясь конструктивными размерами трубы, рассчитывают площадь $F_Т$ ее поперечного сечения (прямоугольного или круглого).

Труба круглого сечения рассчитывают по формуле:

$$F_Т = \frac{\pi d^2}{4},$$

где: d-диаметр трубы,м.

Количество труб находят из отношения:

$$N_Т = \frac{\sum F_Т}{F_Т}.$$

Для усиления вытяжки воздуха через вентиляционные трубы на верхнюю часть монтируется дефлектор.

Производительность дефлектора ($L_Д$) находят по формуле:

$$L_Д = 3600 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot V_Т,$$

где: $V_Т$- скорость движения воздуха в трубе, м\с;

d- диаметр дефлектора, м.

Скорость движения воздуха в трубе удобнее выразить через скорость ветра.

Отношение этих скоростей называется коэффициентом эффективности дефлектора ($к_э$):

$$К_э = \frac{V_Т}{V_В} \Rightarrow V_Т = К_э \cdot V_В,$$

где: $V_В$- скорость ветра.

Для практических расчетов принимаем $К_э$ =0,4

Отсюда производительность дефлектора:

$$L_Д = 2826\ V_В\ К_э\ d^2_Д.$$

Из чего следует зависимость для расчета необходимого диаметра дефлектора

$$d_Д = \frac{1}{53}\sqrt{\frac{L_Д}{К_э V_В}}.$$

Дефлекторы устанавливают выше конька крыши и в таком месте где нет каких-либо препятствий, тормозящих поток воздуха или изменяющих его направление.

На ремонтных предприятиях и мастерских применяют электросварку, наплавку, кроме того наплавку под слоем флюса, в среде водяного пара, углекислого газа и др. эти виды электра наплавки и сварки сопровождаются местным сосредоточенным выделением газообразных и пылевидных вредностей, образующихся при расплавлении и сжигании электродов.

Такие вредности устраняются при помощи местной вентиляции.

Конструктивно вытяжная вентиляция от электросварочных и наплавочных установок может быть выполнена по разному, но производительность отсоса вредных газов и пыли должна обеспечивать концентрацию вредностей в воздухе не более допустимой по санитарным нормам.

Производительность вентиляции для сварочных установок определяют по часовому расходу электродов и процентному содержанию в них токсичных компонентов: марганца, хрома и фтористых соединений.

Например:

При ручной дуговой сварке из металлических электродов выделяется в воздух 3% марганца, 0,4% хрома и 3,4% фтористых соединений.

Необходимую производительность вентиляции определяют по формуле:

$$L = \frac{G \cdot g \cdot k}{100 \cdot (g_д - g_н)},$$

где:G - масса израсходованных электродов, кг\ч;

g- содержание вредных компонентов в электродах, г\кг;

k - содержание выделяющихся токсичных веществ, % от g;

$g_д$ и $g_н$- допустимая концентрация токсичных веществ соответственно в воздухе помещения и в наружном воздухе, г\м$^3$.

Через местные отсосы должны удаляться пыль и газы, образующиеся при автоматической и полуавтоматической сварке и наплавке под слоем флюса.

При автоматической сварке вредности удаляются через отсос щелевидной формы.

Количество воздуха, удаляемого местным отсосом, определяют по формуле:

$$L = k \cdot \sqrt[3]{a},$$

где: a - сила сварочного тока, А;

k- коэффициент для щелевого отсоса, k=12.

На ремонтных предприятиях для восстановления деталей машин часто применяют наплавку под слоем флюса. При такой наплавке вредности удаляются через зонт, расположенный над установкой. Кроме того зонт используют для отсоса вредных газов от верстаков для медицинских работ, в кузницах и т.д.

Количество воздуха L (м$^3$\ч), отсасываемого вытяжным зонтом, находят

$$L = a \cdot в \cdot v \cdot 3600,$$

где $a$ и $в$ - размеры шириной приемной части зонта в плане, м;

v - скорость отсасываемого воздуха в приемной части зонта, м\с.

Задаваясь скоростью движения воздуха в широкой части зонта, определяют необходимые его размеры (м$^2$)

$$a \cdot в = \frac{L}{v \cdot 3600}.$$

Для обеспечения постоянного нормируемого микроклимата в производственных помещениях применяют кондиционеры. Организация кондиционирования воздуха является наиболее совершенным методом вентиляции.

**2. Защита от влияния инфракрасного излучения**

Ведущая роль в профилактике вредного влияния высоких температур, инфракрасного излучения принадлежит технологическим мероприятиям: замена старых и внедрение новых

технологических процессов и оборудования, способствующих оздоровлению неблагоприятных условий труда (например, замена кольцевых печей для сушки форм и стержней в литейном производстве туннельными; применение штамповки вместо поковочных работ; применение индукционного нагрева металлов токами высокой частоты и т. д.). Внедрение автоматизации и механизации дает возможность пребывания рабочих вдали от источника радиационной и конвекционной теплоты.

Уменьшению поступления теплоты в цех способствуют мероприятия, обеспечивающие герметичность оборудования (локализация тепловыделений). Плотно подогнанные дверцы, заслонки, блокировка закрытия технологических отверстий с работой оборудования — все это значительно снижает выделение теплоты от открытых источников. Выбор теплозащитных средств в каждом случае должен осуществляться по максимальным значениям эффективности с учетом требований эргономики, технической эстетики, безопасности для данного процесса или вида работ и технико-экономического обоснования. Устанавливаемые в цехе теплозащитные средства должны быть простыми в изготовлении и монтаже, удобными для обслуживания, не затруднять осмотр, чистку, смазывание агрегатов, обладать необходимой прочностью, иметь минимальные эксплуатационные расходы. Теплозащитные средства должны обеспечивать облученность на рабочих местах не более 350 Вт/м2 и температуру поверхности оборудования не выше 308 К (35°С) при температуре внутри источника до 373 К (100°С) и не выше 318 К (45°С) при температурах внутри источника выше 373 К (100°С).

Теплоизоляция поверхностей источников излучения (печей, сосудов и трубопроводов с горячими газами и жидкостями) снижает температуру излучающей поверхности и уменьшает как общее тепловыделение, так и радиационное. Кроме улучшения условий труда, тепловая изоляция уменьшает тепловые потери оборудования, снижает расход топлива (электроэнергии, пара) и приводит к увеличению производительности агрегатов. Следует иметь в виду, что тепловая изоляция, повышая рабочую температуру изолируемых элементов, может резко сократить срок их службы, особенно в тех случаях, когда теплоизолируемые конструкции находятся в температурных условиях, близких к верхнему допустимому пределу для данного материала. В таких случаях решение о тепловой изоляции должно быть проверено расчетом рабочей температуры и изолируемых элементов. Если она окажется выше предельно допустимой, то защита от тепловых излучений должна осуществляться другими способами.

При выборе материала для изоляции необходимо принимать во внимание механические свойства материалов, а также их способность выдерживать высокую температуру. Обычно для этого применяют материалы, коэффициент теплопроводности которых при температурах 50...10°С меньше 0,2 Вт/(м • °С).Многие теплоизоляционные материалы берут в их естественном состоянии, например асбест, слюда, торф, земля, но большинство получают в результате специальной обработки естественных материалов и представляют собой различные смеси.

При высоких температурах изолируемого объекта применяют многослойную изоляцию: сначала ставят материал, выдерживающий высокую температуру (высокотемпературный слой), а затем уже более эффективный материал, с точки зрения теплоизоляционных свойств. Толщину высокотемпературного слоя выбирают с учетом того, чтобы температура на его поверхности не превышала предельную температуру следующего слоя

Теплозащитные экраны применяют для локализации источников лучистой теплоты, уменьшения облученности на рабочих местах и снижения температуры поверхностей, окружающих рабочее место. Ослабление теплового потока за экраном обусловлено его поглотительной и отражательной способностью. В зависимости от того, какая способность экрана более выражена, различают теплоотражающие, теплопоглощающие и теплоотводящие экраны. По степени прозрачности экраны делят на три класса: непрозрачные, полупрозрачные и прозрачные.

К первому классу относят металлические водоохлаждаемые и фу-терированные асбестовые, альфолиевые, алюминиевые экраны; ко второму — экраны из металлической сетки, цепные завесы, экраны из стекла, армированного металлической сеткой; все эти экраны могут орошаться водяной пленкой. Третий класс составляют экраны из различных стекол: силикатного, кварцевого и органического, бесцветного, окрашенного и металлизированного, пленочные водяные завесы, свободные и стекающие по стеклу, вододисперсные завесы

При воздействии на работающего теплового облучения интенсивностью 0,35 кВт/м2 и более, а также 0,175...0,35 кВт/м2 при площади излучающих поверхностей в пределах рабочего места более 0,2 м2 применяют воздушное душирование (подачу воздуха в виде воздушной струи, направленной на рабочее место). Воздушное душирование устраивают также для производственных процессов с выделением вредных газов или паров и при невозможности устройства местных укрытий.

Охлаждающий эффект воздушного душирования зависит от разности температур тела работающего и потока воздуха, а также от скорости обтекания воздухом охлаждаемого тела. Для обеспечения на рабочем месте заданных температур и скоростей воздуха ось воздушного потока направляют на грудь человека горизонтально или под углом 45°, а для обеспечения допустимых концентраций вредных веществ ее направляют в зону дыхания горизонтально или сверху под углом 45°.

В потоке воздуха из душирующего патрубка должны быть обеспечены равномерная скорость и одинаковая температура. Расстояние от кромки душирующего патрубка до рабочего места должно быть не менее 1 м. Минимальный диаметр патрубка принимают равным 0,3 м; при фиксированных рабочих местах расчетную ширину рабочей площадки принимают равной 1 м.

## 3. Освещение рабочих мест и помещений

### 3.1. Параметры и устройство освещения

Свет обеспечивает связь организма с внешней средой, обладает высоким биологическим и тонизирующим действием. Свет влияет на физиологические процессы, происходящие в организме человека.

Плохое освещение не только угнетает организм, отрицательно действуя на нервную систему человека, но и приводит к быстрой утомляемости и снижению работоспособности.

Особенно важно иметь рациональное освещение в тех производственных помещениях или на тех рабочих местах, где трудовая деятельность связана с различением мелких предметов или их деталей.

Территория, места движения людей и транспортных средств, площадки стоянок и хранения машин, производственные и вспомогательные помещения, а так же места выполнения различных работ с наступлением темноты или плохой видимости должны освещаться.

Освещение производственных помещений может быть естественным и искусственным.

Естественное освещение при правильном его устройстве наиболее благоприятно для человека.

Создание благоприятных условий работы, исключающих быстрое утомление зрения, возникновение несчастных случаев и способствующих повышению производительности труда, возможно при соблюдении требований, предъявляемых к освещению:

-освещение должно быть достаточным для быстрого и легкого различения объектов работы;

-освещенность должна быть равномерной, без резких теней;

-между объектом рассмотрения и фоном, на котором рассматривается объект, должна быть некоторая контрастность;

-источник света не должен создавать бликов на объекте рассмотрения;

-источник света не должен ослеплять работающего;

-уровень освещенности рабочих поверхностей не должен меняться во времени;

-осветительная установка не должна быть источником дополнительной опасности и вредности;

-установка должна быть удобной, надежной, простой и безопасной эксплуатации.

Естественное освещение- освещенность, создаваемая прямыми солнечными лучами или рассеянным светом небосвода.

Естественное освещение может быть боковым (сквозь световые проемы в наружных стенах), верхним (сквозь световые фонари и световые проемы в перекрытиях) и комбинированным (верхнее освещение в сочетании с боковым).

Для расчета и нормирования естественного освещения внутри производственных помещений принят коэффициент естественной освещенности (КЕО), который определяется в процентах как отношение фактической освещенности $E_в$ в какой либо точке помещения к освещенности $E_н$ рассеянным светом небосвода точки, лежащей на открытой местности.

$$e = \frac{E_в}{E_н} \cdot 100, \%.$$

При верхнем или комбинированном естественном освещении среднее значение КЕО ($e_{ср}$), определяется по зависимости:

$$e_{ср} = \frac{\frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + ... + \frac{e_n}{2}}{n-1}, \%$$

где $e_{1;n}$ - значение КЕО в отдельных точках помещения при равных расстояниях между ними;

n – количество измерений.

Нормы естественного освещения производственных помещений сводится к нормированию коэффициента естественной освещенности. Основным документом по освещенности является СНиП 23-05-95 "Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение".

Нормы установлены в зависимости от характеристики зрительной работы, наименьшего размера объекта различение и разряда зрительной работы.

*Объект различения* - рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работ.

Расчет естественного освещения сводится к нахождению необходимой площади световых проемов зависящих от глубины помещения, расстояния от пола до подоконников, ширины простенков, степенью затемнения помещений соседними зданиями, сооружениями и т. д. Загрязненность стекол окон и световых фонарей влияет на освещенность помещения.

Необходимую площадь S ($м^2$) световых проемов при боковом освещении определяют:

$$S = S_n \cdot \frac{e_e}{100} \cdot \frac{\kappa_з \cdot \eta \cdot \kappa_r}{r \cdot \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3},$$

где: $S_n$ - площадь пола помещения, $м^2$;

$\kappa_з$ - коэффициент запаса;

$\eta$ - световая характеристика окон;

$r$ - коэффициент, учитывающий повышение освещенности благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и земли, прилегающей к зданию;

$\tau_1$ - коэффициент светопропускания материала;

$\tau_2$ - коэффициент учитывающий потери света в переплетах окна;

$\tau_3$ -коэффициент учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах;

$\kappa_r$ -коэффициент. учитывающий затенение окон противостоящими зданиями;

$e_e$ - нормативное значение КЕО в зависимости от выполняемой зрительной работы.

Искусственное освещение устраивают в производственных и бытовых помещениях, в местах работы под открытым небом, а также для освещения в ночное время определенных объектов.

Существуют следующие виды искусственного освещения:

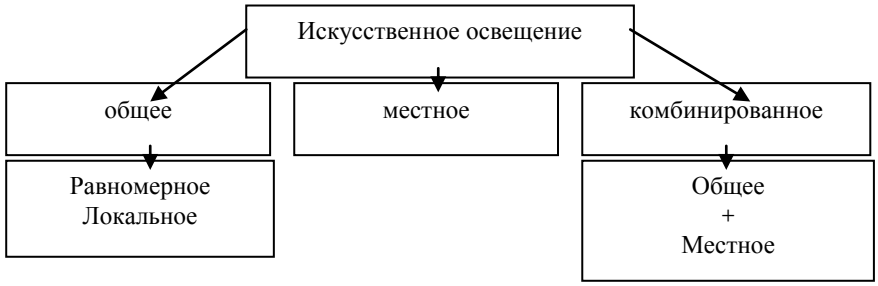



Рис. 1 Виды искусственного освещения

Внутри производственных помещений нельзя применять одно местное освещение.

Кроме того, искусственное освещение может быть подразделено на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное, дежурное.

Источниками искусственного освещения в производственных помещениях как правило служат: газоразрядные лампы и лампы накаливания.

Общее освещение следует выполнять газоразрядными лампами, местное освещение - лампами накаливания.

Для расчета искусственного освещения могут быть применены разные способы. Наиболее простым является метод светового потока. То есть рассчитывают световой поток, который должна излучать каждая электрическая лампа (при заданном количестве ламп), по формуле:

$$F_л = \frac{K_з \cdot S_п \cdot E_н \cdot z}{n_л \cdot \eta_c},$$

где $F_л$ - световой поток, лм;

$K_з$ - коэффициент запаса, ($K_з$=1,2... 1,5);

$E_н$ - нормированная освещенность, лк;

z- коэффициент неравномерности освещения, (z= 0,55...0,98);

$n_л$- количество установленных ламп;

$\eta_c$- коэффициент использования светового потока, ($\eta_c$ = 0,2...0,67);

$S_п$- площадь пола в помещения, м$^2$;

Коэффициент запаса $K_з$ учитывает возможность загрязнения светильников пылью (зависит от характера производства).

Коэффициент использования светового потока $\eta_c$ учитывает поглощение светового потока арматурой светильника, потолком и стенами. Он зависит от типа светильника, размеров и форм помещения, окраски стен и потолка, от высоты подвеса светильника над рабочей площадью.

Для определения коэффициента использования светового потока необходимо предварительно найти показатель формы помещения $\varphi$.

Для прямоугольных помещений его находят по формуле:

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)},$$

где *а* и *в* - соответственно длина и ширина помещения, м;

h - высота подвеса светильника, м;

Коэффициент неравномерности освещения z зависит от типа светильника, от расстояния между светильниками и высоты их подвеса.

Из сказанного следует, что для расчета искусственного освещения необходимо выполнить следующие операции:

1. Выбрать вид освещения (общее или комбинированное) по СНиП 23-05-95.

2. Выбрать тип лампы, в зависимости от температуры окружающей среды, перепада напряжения и т.д.

3. Выбирается тип светильника по критериям:

- загрязненность воздушной среды;
- требованиям взрыва- и пожарной безопасности;
- требованиям распределения яркости поля зрения.

4. Проводится распределение светильников и определяется высота подвеса.

Высота $h_n$ (м) подвеса светильника над рабочим местом находят из выражения:

$$h_n=H-(h_1+h_2),\ м$$

где H - высота помещения, м;

$h_1$ - расстояние от пола до освещаемой поверхности, м;

$h_2$ - расстояние потолка до светильника, м;

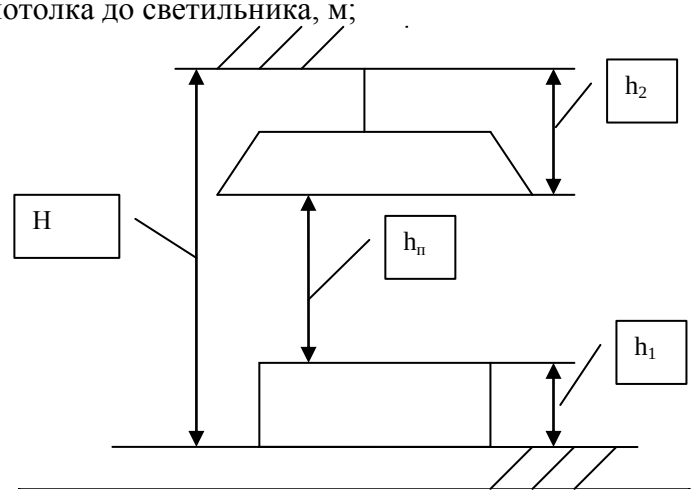



Рис. 2 Схема подвеса светильника над рабочим местом

5. Рассчитывается расстояние между светильниками ($l_c$)

$$l_c=1{,}4h_n\ ,м.$$

6. Количество светильников(n)

$$n=\frac{S_n}{l_c^2},$$

где $S_n$ - площадь помещения, $м^2$.

7. Определяется нормируемая освещенность $E_н$ по СНиП 23-05-95.

В производственных условиях иногда прибегают к упрощенному расчету искусственной освещенности с помощью метода удельной мощности.

Удельной мощностью называется отношение мощности осветительной установки к площади освещаемого помещения.

Этот метод дает приближенный расчет освещения и сводится к следующему:

1. По нормам электрического освещения, в зависимости от значения помещения находят удельную мощность в Вт/ $м^2$.

2. Определяют мощность осветительной установки путем умножения удельной мощности на площадь помещения;

$$W_{уст}=\rho S_n\ ,$$

где ρ - удельная мощность, Вт\$м^2$;

$S_n$- площадь помещения, $м^2$;

$W_{уст}$ - мощность установки, Вт.

3. В заключение расчета определяют число ламп *n*. Для этого:

$$n = \frac{W_{уст}}{W_{лам}},$$

$W_{уст}$- мощность установки, Вт.

$W_{лам}$- выбранная мощность лампы, Вт.

Во всех случаях результат округляют в сторону увеличения.

### 3.2. Источники искусственного света

Для формирования искусственного освещения используют приборы искусственного света.

К приборам искусственного света относят светильники.

Светильником называют прибор, состоящий из источника света (лампы) и арматуры.

Назначение осветительной арматуры распределять световой поток лампы в нужном направлении и защищать работающего от ослепления.

Электрические светильники характеризуются тремя показателями:

1. Светораспределением;
2. Коэффициентом полезного действия (КПД);
3. Защитным углом светильника.

Светораспределение имеет три группы.

К первой группе относятся светильники прямого света, которые до 90% светового потока направляют в нижнюю полусферу.

Ко второй группе относятся светильники отраженного света, в которых 90% светового потока направляется в потолок и, отражаясь от него, равномерно распределяется по всему помещению.

К третьей группе относятся светильники рассеянного света, которые распределяют световой поток, как в верхнюю, так и в нижнюю полусферы, создавая равномерное освещение помещения.

КПД светильника характеризует его экономичность и определяется из отношения светового потока светильника к световому потоку находящейся в нем лампы.

$$\eta_{св} = \frac{F_{свет}}{F_{лампа}},$$

$\eta_{св}$= (0,6....0,8).

Защитный угол светильника γ (Рис. 5) определяет степень защиты глаз от воздействия ярких частей лампы и исчисляется по формуле:

$$\mathrm{tg}\,\gamma = \frac{h}{R + r},$$

где h - расстояние от тела накала лампы до уровня выходного отверстия светильника, мм;

r - радиус кольца тела накала, мм; (тело накала – спираль лампы)

R - радиус выходного отверстия светильника, мм.

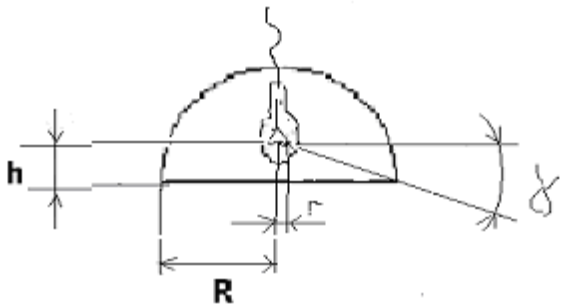



Рис. 5 Схема нахождения защитного угла светильника

Оптимальным является защитный угол γ=10...30°.

В сельскохозяйственном производстве в зависимости от условий эксплуатации применяются светильники в открытом, закрытом, влагозащищенном, пыленепроницаемом и взрывозащитном исполнении.

Освещенность автоматизированных рабочих мест (АРМ) с персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) может быть также, естественной, искусственной и смешенной.

Искусственное освещение в помещениях эксплуатации видеодисплейных терминалов (ВДТ) и ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях в случаях преимущественной работы с документами, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Рекомендуемая интенсивность искусственной освещенности автоматизированных рабочих мест (АРМ) с ПЭВМ при работе операторов и программистов с ВДТ, имеющими негативное изображение (светлые знаки на темном фоне): при систематическом использовании дисплеев и работе в режиме диалога, уровни освещенности должны быть не ниже 200 лк и не ниже 500 лк при использовании ВДТ и одновременной работе с документами, а также при вводе данных в ПЭВМ и выводе информации на принтер.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300…500 лк.

Следует ограничивать прямую блеклость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.) находящиеся в поле зрения, должны быть не более 200 кд/м$^2$. Следует ограничивать отраженную блесткость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ВДТ и ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м$^2$ и яркость потока, при применении системы отраженного освещения, не должна превышать 200 кд/м$^2$.

Рекомендуется использование ламп дневного света (ЛДН) вдоль рабочего места, чтобы избежать бликов.

Типы ЛДН зависят от типа люминофора и пропорции смеси: ДС – дневной; БС – белый; ХБС – холодно-белый; ТБС – тепло-белый. В настоящее время используются следующие типы ЛДН: ЛБ – люминесцентная белая; ЛТБ - люминесцентная тепло-белая; ЛДЦ – люминесцентная дневная с цветопередачей.

В помещениях АРМ с ПЭВМ в качестве источников искусственного освещения рекомендуются люминесцентные лампы белого или «теплого» белого света.

Местное освещение обеспечивается лампами накаливания, помещенными на гибких шлангах, шарнирах.

Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40$^o$.

Коэффициент пульсации не должен превышать 5%. Коэффициент запаса для осветительных установок общего освещения должен приниматься 1,4.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ВДТ и ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже 2$^x$ раз в год.

В дневное время следует исключать попадание прямых солнечных лучей в помещения АРМ с ПЭВМ; для чего на окнах с солнечной стороны должны быть установлены жалюзи, предпочтительнее с вертикально расположенными широкими пластинами, позволяющими ориентировать поток света в сторону оператора

## 1.5 Лекция № 7,8 (4 часа)

## Тема: « Методы и средства повышения безопасности технических систем и технологических процессов»

### 1.5.1. Вопросы лекции

1. Качественный и количественный анализ опасностей
2. Средства снижения травмоопасности технических систем
3. Защита от энергетических воздействий.
3.1.Защита от вибрации.
3.2.Защита от шума.
3.3.Защита от электромагнитных полей и излучений.
3.4. Защита от ионизирующих излучений.
3.5.Защита при эксплуатации ПЭВМ

### 1.5.2 Краткое содержание вопросов

**1. Качественный и количественный анализ опасностей**

Объектом анализа опасностей является система Ч-М-С. Система ЧМС является многоуровневой, а при переходе от одного уровня к другому компоненты системы ЧМС должны претерпевать изменения.

Анализ опасностей описывает их качественно и количественно и заканчивается планированием предупредительных мероприятий. Он базируется на знании алгебры, логики и событий, теории вероятностей, статистическом анализе, требует инженерных знаний и системного подхода.

Анализ опасностей позволяет определить источники опасностей, потенциальные аварии, последовательности развития событий, величину риска, величину последствий, пути предотвращения аварий и смягчения последствий.

На практике анализ опасностей начинают с глубокого исследования, позволяющего идентифицировать в основном источники опасностей. Затем при необходимости исследования могут быть углублены.

Выбор того или иного качественного метода анализа зависит от преследуемой цели, предназначения объекта и его сложности.

Качественные методы анализа опасностей включают:

- предварительный анализ опасностей;
- анализ последствий отказов;
- анализ опасностей с помощью "дерева причин";
- анализ опасностей методом потенциальных отклонений;
- анализ ошибок персонала;
- причинно-следственный анализ.

Предварительный анализ опасностей (ПАО) осуществляют в следующем порядке:

- изучают технические характеристики объекта, системы, а также используемые энергетические источники, рабочие среды, материалы, устанавливают их повреждающие свойства;

- устанавливают законы, стандарты, правила, действия которых распространяются на данный технический объект, систему, процесс;

- проверяют техническую документацию на её соответствие законам, правилам, принципам и нормам стандартов безопасности;

- составляют перечень опасностей, в котором указывают идентифицированные источники опасностей (системы, подсистемы, компоненты), повреждающие (травмирующие) факторы, потенциальные аварии, выявленные недостатки..

Анализ последствий отказов (АПО) — преимущественно качественный метод идентификации опасностей, основанный на системном подходе и имеющий характер прогноза. Этим методом можно оценить опасный потенциал любого технического объекта. АПО обычно осуществляют в следующем порядке:

— техническую систему (объект) подразделяют на компоненты;

— для каждого компонента выявляют возможные отказы, используя, например, алгоритм, представленный на рис. 11.7;

— изучают потенциальные ЧП, которые может вызвать тот или иной отказ на исследуемом техническом объекте;

— результаты записывают в виде таблицы;

— отказы ранжируют по опасностям и разрабатывают предупредительные меры, включая конструкционные изменения.

Анализ опасностей с помощью дерева причин потенциального ЧП (АОДП) обычно выполняют в следующем порядке. Сначала выбирают потенциальное ЧП (например, н-ЧП или какой-либо отказ, который может привести к н-ЧП). Затем выявляют все факторы, которые могут привести к заданному ЧП (системы, подсистемы, события, связи и т. д.). По результатам этого анализа строят ориентированный граф. Вершина (корень) этого графа занумерована потенциальным ЧП. Поэтому граф является деревом. В нашем случае дерево состоит из всех тех причин-событий, которые делают возможным заданное ЧП.

Анализ опасностей методом потенциальных отклонений (АОМПО): отклонение — режим функционирования какого-либо объекта, системы, процесса или какой-либо их части (компонента), отличающийся в той или иной мере от конструкторского предназначения (замысла).

Метод потенциальных отклонений (МПО) — процедура искусственного создания отклонений с помощью ключевых слов. Этим методом анализируют опасности герметичных процессов и систем. Наибольшее распространение он получил в химической промышленности. АОМПО обычно предшествует ПАО.

После того как с помощью ПАО были установлены источники опасностей (системы, ЧП), необходимо выявить те отклонения, которые могут привести к этим ЧП. Для этого разбивают технологический процесс или герметичную систему на составные части и, создавая с помощью ключевых слов отклонения, систематично изучают их потенциальные причины и те последствия, к которым они могут привести на практике. Для проведения анализа необходимо иметь: проектную документацию на стадии проектирования; алгоритм анализа, который позволяет исследовать один за другим все компоненты; набор ключевых слов , с помощью которых выявляют ненормальный режим работы компонента.

Анализ ошибок персонала (АОП) включает следующие этапы: выбор системы и вида работы; определение цели; идентификацию вида потенциальной ошибки; идентификацию последствий; идентификацию возможности исправления ошибки; идентификацию причины ошибки; выбор метода предотвращения ошибки; оценку вероятности ошибки; оценку вероятности исправления ошибки; расчет риска; выбор путей снижения риска.

Каждому виду ошибки присвоен гипотетический номер по классификатору. В результате ошибок персонала возможны аварии (пожары, взрывы, механические повреждения, выбросы токсичных химических веществ, проливы и т. д.), несчастные случаи (летальные исходы, травмы и т. д.), катастрофы (разные степени повреждения организма и собственности), которые также могут быть классифицированы. Вероятность ошибки оператора зависит от стажа работы и наличия стрессовых условий на рабочем месте. Опыт показывает, что оператор со стажем может совершать ошибки и что вероятность ошибки оператора в зависимости от величины стресса также имеет оптимум.

Причинно-следственный анализ (ПСА) выявляет причины происшедшего ЧП. Тем не менее ПСА является составной частью общего анализа опасностей. Он завершается прогнозом новых ЧП и составлением плана мероприятий по их предупреждению.

Анализ начинают со сбора информации, которая призвана описать ЧП точно и объективно. Составляют перечень событий, предшествовавших ЧП, при этом обращают внимание на то, что регистрируемые реальные события и факты бывают двух видов: носящие случайный характер и носящие постоянный характер. Последние участвуют в возникновении ЧП опосредованно и в сочетании со случайными событиями

Количественный анализ рисков предполагает численное определение величин отдельных рисков и риска проекта в целом. Количественный анализ базируется на теории вероятностей, математической статистике, теории исследований операций. Когда последствия неизвестны, то под риском обычно понимают просто вероятность наступления определенного сочетания нежелательных событий

При определении индивидуального риска необходимо учитывать частоту появления персонала и время их пребывания в заданном месте. Однако на практике индивидуальный риск обычно рассчитывают для гипотетического индивидуума, постоянно находящегося в заданном месте. Как правило, индивидуальный риск уменьшается с увеличением расстояния от технической установки и в заданном месте может быть изображен в виде кривых изорисков.

Анализ риска, обусловленного наличием источника вредного действия, состоит из этапа оценки риска, сопровождаемого исследованиями, и этапа управления риском. На этапе оценки устанавливают, какие последствия вызывают разные дозы и в разных условиях в данном коллективе. На этапе управления риском анализируют разные альтернативы и выбирают наиболее подходящие управляющие воздействия.

Анализ риска различных систем ЧМС обычно заканчивают процедурой ранжирования. Упрощенно ранжирование рисков можно провести в зависимости от тяжести повреждения и частоты ЧП.

Управление техническим риском (УТР) — процесс, в результате которого принимаются решения о согласии с известным риском или о необходимости устранения опасности и смягчения последствий. Методы УТР основаны на инженерных знаниях и могут в качестве Своей цели ставить, например, задачу повышения надежности системы.

**2. Средства снижения травмоопасности технических систем**

Технические методы и средства, обеспечивающие производственную безопасность, называются техникой безопасности.

Основные травмирующие объекты:

- у колесных тракторов: подножка и колесо, неустойчивость, сцепное устройство, элементы конструкции двигателя и систем, кабина;
- у гусеничных тракторов ходовая часть, кабина, бульдозерная лопата, прицепное устройство;
- у агрегатируемых машин: прицепное устройство, карданные передачи, борт прицепа, поднятая платформа, рабочие органы косилок, сеялок, корморазда тчиков, пресподборщиков.

Опасными зонами машин и механизмов являются, например, зоны вокруг движущейся техники (опасность наезда на работающих), подвижных деталей и механизмов (опасность травмирования частей тела), незащищенных проводов и частей оборудования, находящихся под напряжением (опасность поражения электротоком), перемещаемого груза (опасность травмирования его падением), разогретых деталей (опасность ожога) и т. п.

Опасная зона может быть связана с высокой температурой, пролитыми или рассыпанными пестицидами, падением с высоты, большим уклоном поля и т.д.

Размер опасной зоны зависит от многих факторов, прежде всего от количественных параметров технологического процесса, например от величины напряжения и связанного с ним электромагнитного поля, от скорости движения техники, высоты укладки груза.

Методы и средства обеспечения безопасности выбирают на основе выявления опасных факторов, специфических для данного технологического процесса.

Для предупреждения несчастных случаев широко применяют различные технические средства обеспечения безопасности:

- защитные ограждения;
- предохранительные, тормозные, блокировочные, сигнализирующие устройства;
- автоматические сцепки, дистанционное управление и др.

Защитные ограждения отделяют опасную зону от человека. Они препятствуют контакту его с подвижными деталями, токоведущими частями, предохраняют от падения с высоты и т.д.

Ограждения могут быть стационарными (несъемными), входящими составной частью в конструкцию агрегатов, без которых их функционирование невозможно (корпуса коробок перемены передач, кожухи вентиляторов), а также съемными, открывающимися, откидными, раздвижными, применяемыми для защиты механизмов, требующих периодического обслуживания, регулировок, чистки, осмотра и т.д.

Кроме того, ограждения могут быть постоянными (большинство кожухов СХМ), временными (щиты, ширмы, экраны, применяемые при производстве периодических ремонтных или временных работ), напольными, ручными (щиток электросварщика) и др.

Конструкция кожухов может быть разнообразной. Она зависит от вида и размеров защищаемой зоны, специфики опасных факторов и т.д.

В соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.062-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные» защитные ограждения не должны снижать технологические возможности оборудования и машин, мешать техническому обслуживанию, не должны ограничивать обзорность, быть источником опасности.

Предохранительные устройства предназначены для автоматического выключения механизма, изменения режима рабочего процесса при выходе контролируемого параметра за допустимые пределы.

К ним относятся различные муфты; срезаемые шпильки; штифты, прерывающие передачу крутящих моментов на рабочие органы при их перегрузке, забивании; концевые выключатели, ограничивающие перемещение рабочих органов; разрывные мембраны; различные клапаны, открывающиеся при повышении давления рабочего тела в системе (например, пара в котле, паров бензина в топливном баке, масла в гидросистеме и т.д.); ограничители подымаемой массы груза на грузоподъемных механизмах и числа оборотов дизельных и карбюраторах двигателей; различные автоматические устройства, включающие аварийную вентиляцию при повышенном содержании в воздухе рабочей зоны вредных веществ или дыма при пожаре; плавкие предохранители или автоматические выключатели, отсоединяющие от сети поврежденную электроустановку; заземляющие и зануляющие устройства, снижающие напряжение на корпусах электрифицированных машин при повреждении изоляции и многие другие.

Тормозные устройства предназначены для плавной и экстренной остановки движущихся машин и частей оборудования; удержания техники на уклонах; предотвращение само отпускания груза и т.д.

Блокировочные устройства широко применяют для выключения механизмов; остановки технологического процесса; снятия напряжения и т.д. при попытке работающего проникнуть в опасную зону, а также для исключения нарушения установленной последовательности действий.

Блокировки могут быть механическими, электрическими, электромеханическими, фотоэлектрическими, гидравлическими и др.

Сигнализирующие устройства могут быть автоматическими и с ручным приводом.

Для защиты человека от поражения электрическим током в соответствии с ГОСТ 12.1.019-79 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» применяют:

-изоляцию токоведущих частей, проводов путем нанесения на них диэлектрического материала: пластмасс, резины, лаков, красок, эмалей и т.п. (состояние изоляции проверяют не реже одного раза в год в сухих помещениях без повышенной опасности и двух раз в год в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных).

-двойную изоляцию, когда к рабочей изоляции на случай её повреждения предусматривают дополнительную изоляцию (например, выполняют корпуса или ручки

электроинструментов из диэлектрического материала, покрывают изолированные провода общей нетокопроводной оболочкой и т.п.)

-недоступность проводов, частей (воздушные линии электропередачи на опорах, электрические кабели в земле и др.);

-ограждение электроустановок (например, кожухами на электрорубильниках, заборами на подстанциях и т.п.);

-блокировочные устройства, автоматически отключающие напряжение с электроустановок при снятии с них защитных кожухов, ограждений;

-малые напряжения (не более 42 В.), например, для питания электрифицированных инструментов, светильников местного освещения;

- изоляцию рабочего места (пола, площадки, настила);

-заземление и зануление корпусов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции;

- выравнивание электрических потенциалов;

-автоматическое отключение электроустановок; применяют предупреждающую сигнализацию (например, звуковую или световую при появлении напряжения на корпусе);

- надписи; плакаты; СИЗ; знаки безопасности.

Преднамеренное электрическое соединение с землей или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением, называется защитным заземлением.

Оно состоит из заземлителя (металлических проводников, находящихся в земле, с хорошим контактом с ней) и заземляющего проводника, соединяющего металлический корпус электроустановки с заземлителем.

Совокупность заземлителя и заземляющих проводов называют заземляющим устройством.

Защитное заземление применяют в трех проводниковых и однофазных двух проводниковых сетях переменного тока напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью, а также в сетях напряжением выше 1000В переменного и постоянного тока с любым режимом нейтрали.

Защитное действие заземляющего устройства основано на снижении до безопасной величины тока, проходящего через человека в момент касания им поврежденной электроустановки (Рис.1).

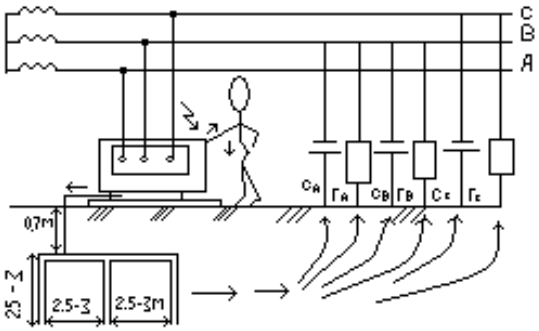



Рис. 1. Схема защитного заземления.

Сопротивление заземлителя должно быть не более 10 Ом, тогда как сопротивление человека 1000 Ом. В связи с этим, через тело человека будет проходить малый ток, не вызывающий поражения. Основная часть тока пойдет, по цепи через заземлитель.

Заземлители могут быть естественными и искусственными. В качестве естественных заземлителей используют металлические конструкции и арматуру зданий и сооружений, имеющие хорошее соединение с землей; проложенные в земле водопроводные, канализационные и другие трубопроводы (за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих и взрывоопасных газов и трубопроводов, покрытых изоляцией для защиты от коррозии).

Расчет сопротивления заземлителей ведут по следующим зависимостям:

-для стержней, верхний конец которого находится на поверхности земли:

$$R_{з(с)} = 0{,}366 \cdot \frac{\rho}{l} \cdot \lg\frac{4l}{d},$$

где: $R_{з(с)}$- сопротивление растеканию тока с одинарного заземлителя, Ом;

l- длина стержня, м.;

ρ- удельное сопротивление грунта, Ом м. (табл. 2);

d- диаметр стержня, м.

-для стержней, верхний конец которого заглублен в землю:

$$R_{з(с)} = 0{,}366 \cdot \frac{\rho}{l} \cdot \left( \lg\frac{2l}{d} + 0{,}5 \cdot \lg\frac{4h+l}{4h-l} \right),$$

где: h- глубина заложения стержня, м.

-для полосы заглубленной в землю:

$$R_{з(с)} = 0{,}366 \cdot \frac{\rho}{l} \cdot \lg\frac{2l^2}{b \cdot d},$$

где: b- ширина полосы, м.

Количество стержней рассчитывают по зависимости:

$$N_{ст0} = \frac{R_{з(с)} \cdot \eta_c}{R_к \cdot \eta_э},$$

где: $\eta_c$ – коэффициент сезонности, при расчетах выбирается равным от 1,2 до 1,6 (для средней полосы России = 1,6);

$\eta_э$ - коэффициент экранирования, зависит от расстояния между стержнями, длины стержня и их количества ($\eta_э$ =0,2…0,95);

$R_к$ – максимально допустимое сопротивление заземляющего устройства, (при оценочных расчетах выбирается равным 4 Ом).

В качестве искусственных заземлителей применяют одиночные или соединенные в группы металлические электроды, забитые вертикально или уложенные горизонтально в землю.

Электроды изготавливаются из отрезков металлических труб диаметром не менее 30 мм и с толщиной стенок не менее 3,5 мм; угловой стали с толщиной полок не менее 4 мм; из полосы сечением не менее 48 мм, а также из отрезков швеллеров, прутковой стали диаметром не менее 10 мм.

Длину электродов и расстояние между ними принимают не менее 2,5…3,0 м. Между собой вертикальные электроды сваривают перемычкой.

Зануление - это преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей электроустановок, могущих оказаться под напряжением, с глухо-заземленной нейтралью источника тока (генератора или трансформатора).

Защитное действие зануления основано на снижении до безопасной величины тока, проходящего через человека в момент касания им поврежденной электроустановки, и последующем отключении этой установки от сети.

Работает зануление следующим образом.

При появлении напряжения на корпусе зануленной электроустановки (рис.2) большая часть тока с него пойдет в сеть через нулевой защитный провод.

Человек, имеющий большее сопротивление в цепи по сравнению с с сопротивлением цепи через нулевой провод воспримет незначительный ток.

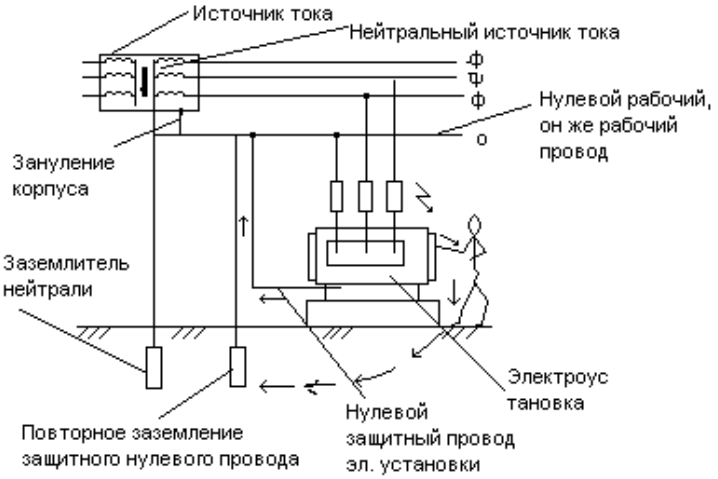



Рис.2 Действие электрического тока при включении в сеть имеющею зануление

Одновременно с этим замыкание на корпус фазного провода перегревает плавкий предохранитель, который обеспечивает электроустановку.

Все соединения в цепи заземления и зануления выполняют сварными.

Еще одной защитной мерой по электробезопасности является защитное отключение.

Быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки (через 0,05…0,2 сек) при возникновении в ней опасности поражения человека электрическим током, называется защитным отключением.

Защитное отключение устраивают, когда заземления или зануление не в состоянии обеспечить условия безопасности в момент прикосновения к токоведущей части.

При замыкании фазы на корпус, снижении сопротивления изоляции сети ниже определенного предела, при непосредственном прикосновении человека к токоведущим частям электроустановки и в других опасных для человека случаях происходит изменение каких-либо электрических величин, которые дают сигнал для срабатывания защитного отключения.

В связи с особенностью сельскохозяйственного производства в ряде помещений (теплицы, фермы), отмечаются повышенная влажность, запыленность, агрессивные пары и газы.

В таких условиях изоляция электропроводов быстро выходит из строя, что сопровождается частыми замыканиями электропроводок на корпус.

В итоге на нем появляется потенциал по отношению к земле или влажному полу помещения.

Заземление и зануление рассчитывают (из условия безопасности людей) на снижение напряжения прикосновения до 65 В.

Это не всегда защищает животных, для которых воздействие напряжения 25…30 В более 5 сек является поражающим.

С целью защиты животных в названных условиях используют выравнивание электрического потенциала, заключающееся в снижении напряжений прикосновения и шага между точками электроцепи.

Для этого металлические детали транспортеров, стойла и трубопроводы соединяют со стальной полосой или проволокой диаметром не менее 8 мм, которые укладывают в полу фермы на слой песчанной или щебеночной подушки перед заливкой его бетоном.

По торцам помещения проводники присоединяют к металлоконструкциям фермы на высоте 300…500 мм.

Целостность каждой цепи выравнивающих проводников проверяют раз в шесть месяцев.

Защитные меры по электробезопасности включают в себя применение электрозащитных средств.

Электрозащитные средства предназначены для защиты людей при обслуживании электроустановок.

Их подразделяют на: изолирующие (основные и дополнительные), ограждающие и предохранительные.

Изолирующие средства служат для изоляции человека от токоведущих частей и от земли.

Изоляция основных изолирующих средств выдерживает полное рабочее напряжение электроустановок, ими разрешено касаться токоведущих частей под напряжением.

Дополнительные средства самостоятельно не могут обеспечить безопасность обслуживающего персонала, их применяют совместно с основными средствами для усиления их защитного действия.

К основным изолирующим средствам относят: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, инструменты с изолирующими рукоятками.

К дополнительным изолирующим средствам относят боты, коврики, изолирующие подставки, диэлектрические галоши.

Ограждающие защитные средства (щиты, ограждения- клетки, временные переносные заземления, закорачивающие провода и др.) предназначены для временного ограждения токоведущих частей.

Вспомогательные защитные средства (предохранительные пояса, страховочные канаты, когти, защитные очки, рукавицы, суконные костюмы и др.) служат для защиты от случайного падения с высоты, а также от световых, тепловых, механических и химических воздействий электрического тока.

Защиту от атмосферного электричества осуществляют в соответствии с "Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений" (РД 34.21.122-87).

Необходимость в молниезащите определяют в зависимости от интенсивности грозовой деятельности в районе расположения объекта (по специальной карте РД 34.21.122-87), его пожаро и взрыроопасности и назначения, а также ожидаемого количества ударов молнии в год.

Для защиты зданий, сооружений от прямых ударов молнии устраивают молниеотводы, принимающие разряд на себя и отводящие ток в землю.

Молниеотвод состоит из опоры 3, молниеприемника 1, токоотвода 2 и заземлителя 4.(рис.3).

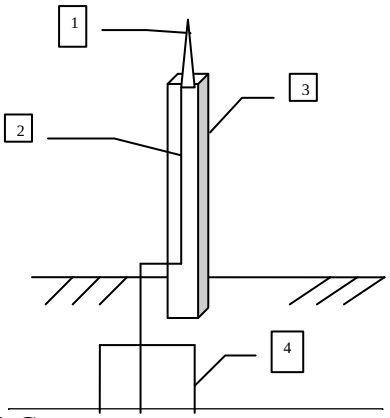



Рис. 3 Схема устройства молниеотвода

Наиболее распространены стержневые (как на рис.7), и тросовые молниеприемники выполненные в виде натянутого на двух опорах троса. Они могут быть одиночными и групповыми.

Молниеотводы образуют зону защиты.

Зона защиты – это пространство, внутри которого объекты с определенной степенью надежности защищены от прямых ударов молнии.

Для одиночного стержневого молниеприемника зона защиты представляет собой круговой конус.

При заданных габаритах защищаемого объекта, высоту стержневого молниеприемника определяют по зависимости:

$$h = \frac{r_x + 1{,}63 \cdot h_x}{1{,}5},$$

где: $r_x$ – радиус защищаемой поверхности на высоте $h_x$, м.;

$h_x$ – высота защищаемого объекта, м.

Заземлители - важнейший элемент в системе молниезащиты. В качестве заземлителя можно использовать зарытые в землю на глубину 2…2,5 м металлические трубы, плиты, сетки, куски металлической арматуры. Место расположения заземлителя должно ограждаться для защиты людей от поражения шаговым напряжением.

**3. Защита от энергетических воздействий.**

3.1.Защита от вибрации.

Для защиты от вибрации применяют следующие методы: снижение виброактивности машин; отстройка от резонансных частот; вибродемпфирование; виброизоляция; виброгашение, а также индивидуальные средства защиты. Снижение виброактивности машин (уменьшение Fm) достигается изменением технологического процесса, применением машин с такими кинематическими схемами, при которых динамические процессы, вызываемые ударами, ускорениями и т. п. были бы исключены или предельно снижены, например, заменой клепки сваркой; хорошей динамической и статической балансировкой механизмов, смазкой и чистотой обработки взаимодействующих поверхностей; применением кинематических зацеплений пониженной виброактивности, например, шевронных и косозубых зубчатых колес вместо прямозубых; заменой подшипников качения на подшипники скольжения; применением конструкционных материалов с повышенным внутренним трением.

Отстройка от резонансных частот заключается в изменении режимов работы машины и соответственно частоты возмущающей вибросилы; собственной частоты колебаний машины путем изменения жесткости системы с например установкой ребер жесткости или изменения массы системы (например путем закрепления на машине дополнительных масс).

Вибродемпфирование - это метод снижения вибрации путем усиления в конструкции процессов трения, рассеивающих колебательную энергию в результате необратимого преобразования ее в теплоту при деформациях, возникающих в материалах, из которых изготовлена конструкция. Вибродемпфирование осуществляется нанесением на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение,- мягких покрытий (резина, пенопласт ПХВ-9, мастика ВД17-59, мастика «Анти-вибрит») и жестких (листовые пластмассы, стеклоизол, гидроизол, листы алюминия); применением поверхностного трения (например, прилегающих друг к другу пластин, как у рессор); установкой специальных демпферов.

Виброгашение (увеличение массы системы) осуществляют путем установки агрегатов на массивный фундамент. Виброгашение наиболее эффективно при средних и высоких частотах вибрации. Этот способ нашел широкое применение при установке тяжелого оборудования (молотов, прессов, вентиляторов, насосов и т. п.).

Повышение жесткости системы, например путем установки ребер жесткости. Этот способ эффективен только при низких частотах вибрации.

Виброизоляция заключается в уменьшении передачи колебаний от источника к защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними. Для виброизоляции чаще всего применяют виброизолирующие опоры типа упругих прокладок, пружин или их сочетания. Эффективность виброизоляторов оценивают коэффициентом передачи КП, равным отношению амплитуды виброперемещения, виброскорости,

виброускорения защищаемого объекта, или действующей на него силы к соответствующему параметру источника вибрации. Виброизоляция только в том случае снижает вибрацию, когда КП < 1. Чем меньше КП, тем эффективнее виброизоляция.

Профилактические меры по защите от вибраций заключаются в уменьшении их в источнике образования и на пути распространения, а также в применении индивидуальных средств защиты, проведении санитарных и организационных мероприятий.

Уменьшения вибрации в источнике возникновения достигают изменением технологического процесса с изготовлением деталей из капрона, резины, текстолита, своевременным проведением профилактических мероприятий и смазочных операций; центрированием и балансировкой деталей; уменьшением зазоров в сочленениях. Передачу колебаний на основание агрегата или конструкцию здания ослабляют посредством экранирования, что является одновременно средством борьбы и с шумом.

В качестве вибропоглощающих покрытий обычно используют мастики № 579, 580, типа БД-17 и простейшие конструкции (слои рубероида, проклеенные битумом или синтетическим клеем). Если методы коллективной защиты не дают результата или их нерационально применять, то используют средства индивидуальной защиты. В качестве средств защиты от вибрации при работе с механизированным инструментом применяют антивибрационные рукавицы и специальную обувь. Антивибрационные полусапоги имеют многослойную резиновую подошву.

Длительность работы с вибрирующим инструментом не должна превышать 2/3 рабочей смены. Операции распределяют между работниками так, чтобы продолжительность непрерывного действия вибрации, включая микропаузы, не превышала 15...20 мин. Рекомендуется делать перерывы на 20 мин через 1...2ч после начала смены и на 30 мин через 2 ч после обеда.

Во время перерывов следует выполнять специальный комплекс гимнастических упражнений и гидропроцедуры - ванночки при температуре воды 38 °С, а также самомассаж конечностей.

Если вибрация машины превышает допустимое значение, то время контакта работающего с этой машиной ограничивают.

Для повышения защитных свойств организма, работоспособности и трудовой активности следует использовать специальные комплексы производственной гимнастики, витаминную профилактику (два раза в год комплекс витаминов С, В, никотиновую кислоту), спецпитание.

3.2.Защита от шума.

Одним из направлений борьбы с шумом является разработка государственных стандартов на средства передвижения, инженерное оборудование, бытовые приборы, в основу которых положены гигиенические требования по обеспечению акустического комфорта. ГОСТ 19358-85 «Внешний и внутренний шум автотранспортных средств. Допустимые уровни и методы измерений» устанавливает шумовые характеристики, методы их измерения и допустимые уровни шума автомобилей (мотоциклов) всех образцов, принятых на государственные, межведомственные, ведомственные и периодические контрольные испытания. В качестве основной характеристики внешнего шума принят уровень звука, который не должен превышать для легковых автомобилей и автобусов 85-92 дБ, мотоциклов – 80-86 дБ. Для внутреннего шума приведены ориентировочные значения допустимых уровней звукового давления в октавных полосах частот: уровни звука составляют для легковых автомобилей 80 дБ, кабин или рабочих мест водителей грузовых автомобилей, автобусов – 85 дБ, пассажирских помещений автобусов – 75-80 дБ.

Санитарные нормы допустимого шума обуславливают необходимость разработки технических, архитектурно-планировочных и административных мероприятий, направленных на создание отвечающего гигиеническим требованиям шумового режима, как в городской застройке, так и в зданиях различного назначения, позволяют сохранить здоровье и работоспособность населения. Одним из эффективных средств борьбы с

производственным шумом является использование демпфирующих металлических и неметаллических материалов. Однако неметаллы не используются для снижения шума соударений из-за их невысоких прочностных характеристик, а металлические материалы, характеризующиеся высокими прочностными свойствами, обеспечивают снижение шума весьма незначительно, поэтому встал вопрос о создании принципиально новых материалов, которые могли бы иметь высокие прочностные характеристики и достаточные демпфирующие свойства. Такими материалами являются биметаллы, которые позволяют получать такое сочетание служебных свойств, которое нельзя получить в одном отдельно взятом металле или сплаве, например: высокую прочность с коррозионной стойкостью, ударную вязкость с износостойкостью, прочность с высокой электро- и теплопроводностью, высокую прочность и достаточные демпфирующие свойства и т.д. До сих пор робкие попытки использовать биметаллы для снижения шума и вибрации не обеспечили решение проблемы, поэтому весьма актуальным является научное исследование, посвященное разработке биметаллов с повышенными демпфирующими свойствами. Технические средства защиты от шума: звукопоглощение, звукоизоляция, экранирование, средства демпфирования и глушители шума. Средства индивидуальной защиты.

Меры борьбы с шумом:

- замена шумных процессов бесшумными или менее шумными;
- улучшение качества изготовления и монтажа оборудования;
- укрытие источников шума;
- вывод работающих людей из сферы шума;

применение индивидуальных защитных средств

3.3. Защита от электромагнитных полей и излучений.

Основные меры защиты от воздействия электромагнитных излучений: уменьшение излучения непосредственно у источника (достигается увеличением расстояния между источником направленного действия и рабочим местом, уменьшением мощности излучения генератора); рациональное размещение СВЧ и УВЧ установок (действующие установки мощностью более 10 Вт следует размещать в помещениях с капитальными стенами и перекрытиями, покрытыми радиопоглощающими материалами-кирпичом, шлакобетоном, а также материалами, обладающими отражающей способностью-масляными красками и др.); дистанционный контроль и управление передатчиками в экранированном помещении (для визуального наблюдения за передатчиками оборудуются смотровые окна, защищенные металлической сеткой); экранирование источников излучения и рабочих мест (применение отражающих заземленных экранов в виде листа или сетки из металла, обладающего высокой электропроводностью- алюминия, меди, латуни, стали); организационные меры (проведение дозиметрического контроля интенсивности **электромагнитных излучений** - не реже одного раза в 6 месяцев; медосмотр - не реже одного раза в год; дополнительный отпуск, сокращенный рабочий день, допуск лиц не моложе 18 лет и не имеющих заболеваний центральной нервной системы, сердца, глаз); применение средств индивидуальной защиты (спецодежда, защитные очки и др.).

У индукционных плавильных печей и нагревательных индукторов (высокие частоты) допускается напряженность поля до 20 В/м. Предел для магнитной составляющей напряженности поля должен быть 5 А/м. Напряженность ультравысокочастотных электромагнитных полей (средние и длинные волны) на рабочих местах не должна превышать 5 В/м. Каждая промышленная установка снабжается техническим паспортом, в котором указаны электрическая схема, защитные приспособления, место применения, диапазон волн, допустимая мощность и т. д. По каждой установке ведут эксплуатационный журнал, в котором фиксируют состояние установки, режим работы, исправления, замену деталей, изменения напряженности поля. Пребывание персонала в зоне воздействия электромагнитных полей ограничивается минимально необходимым для проведения операций временем.

Новые установки вводят в эксплуатацию после приемки их, при которой устанавливают выполнение требований и норм охраны труда, норм по ограничению полей и радиопомех, а также регистрации их в государственных контролирующих органах... Генераторы токов высокой частоты устанавливают в отдельных огнестойких помещениях, машинные генераторы-в звуконепроницаемых кабинах. Для установок мощностью до 30 кВт отводят площадь не менее 40 кв. метров, большей мощности-не менее 70 кв.метров. Расстояние между установками должно быть не менее 2 м, помещения экранируют, в общих помещениях установки размещают в экранированных боксах. Обязательна общая вентиляция помещений, а при наличии вредных выделений и местная. Помещения высокочастотных установок запрещается загромождать металлическими предметами. Наиболее простым и эффективным методом защиты от электромагнитных полей является «защита расстоянием».

Экранирование - наиболее эффективный способ защиты. Электромагнитное поле ослабляется экраном вследствие создания в толще его поля противоположного направления. Степень ослабления электромагнитного поля зависит от глубины проникновения высокочастотного тока в толщу экрана. Чем больше магнитная проницаемость экрана и выше частота экранируемого поля, тем меньше глубина проникновения и необходимая толщина экрана. Экранируют либо источник излучений, либо рабочее место. Экраны бывают отражающие и поглощающие. Для защиты работающих от электромагнитных излучений применяют заземленные экраны, кожухи, защитные козырьки, устанавливаемые на пути излучения. Средства защиты (экраны, кожухи) из радиопоглощающих материалов выполняют в виде тонких резиновых ковриков, гибких или жестких листов поролона, ферромагнитных пластин.

Для защиты от электрических полей сверхвысокого напряжения (50 Гц) необходимо увеличивать высоту подвеса фазных проводов ЛЭП. Для открытых распределительных устройств рекомендуются заземленные экраны (стационарные или временные) в виде козырьков, навесов и перегородок из металлической сетки возле коммутационных аппаратов, шкафов управления и контроля. К средствам индивидуальной защиты от электромагнитных излучений относят переносные зонты, комбинезоны и халаты из металлизированной ткани, осуществляющие защиту организма человека по принципу заземленного сетчатого экрана.

3.4. Защита от ионизирующих излучений.

В настоящее время широко используется понятие риска от радиационного воздействия. Для оценки состояния радиационной безопасности введен показатель радиационного риска. В наибольшей степени этот риск характеризует суммарная накопленная эффективная доза от всех источников излучения. Значимость каждого источника излучения следует оценивать по его вкладу в суммарную эффективную дозу.

Радиационный риск можно рассматривать как вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения. Предел индивидуального пожизненного риска в условиях нормальной эксплуатации для техногенного облучения в течение года персонала принимается округленно 1,0 · 10_3, а для населения - 5,0 10-5.

Уровень пренебрежимого риска разделяет область оптимизации риска и область безусловно приемлемого риска, он составляет 10-6.

Основные принципы радиационной безопасности реализуются путем уменьшения мощности источников излучения до минимальных величин (защита количеством); ограничения поступления радионуклидов в окружающую среду; сокращения времени работы с источниками (защита временем); увеличения расстояния от источника до работающих (защита расстоянием); экранирования источников излучения материалами, поглощающими ионизирующее излучение (защита экранами); проведением комплекса организационно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.

Защита от ионизирующих излучений достигается в основном методами защиты расстоянием, экранирования и ограничения поступления радионуклидов в окружающую

среду, проведением комплекса организационно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.

Наиболее простые способы уменьшения вреда от воздействия радиации состоят либо в уменьшении времени облучения, либо в уменьшении мощности источника, либо же в удалении от него на расстояние R, обеспечивающее безопасный уровень облучения (до предела или ниже эффективной дозы). Интенсивность излучения в воздухе при удалении от источника даже без учета поглощения уменьшается по закону $1/R_2$.

Основными мероприятиями по защите населения от ионизирующих излучений является всемерное ограничение поступления в окружающую атмосферу, воду, почву отходов производства, содержащих радионуклиды, а также зонирование территорий вне промышленного предприятия. В случае необходимости создают санитарно-защитную зону и зону наблюдения.

Санитарно-защитная зона - территория вокруг источника ионизирующего излучения, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации данного источника может превысить установленный предел дозы облучения населения.

Зона наблюдения - территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой возможное влияние радиоактивных выбросов учреждения и облучение проживающего населения может достигать установленного ПД и на которой проводится радиационный контроль. На территории зоны наблюдения, размеры которой, как правило, в 3...4 раза больше размеров санитарно-защитной зоны, проводится радиационный контроль.

Если же перечисленные приемы по каким-либо причинам неосуществимы или недостаточны, то следует применять материалы, эффективно ослабляющие излучение.

Защитные экраны следует выбирать в зависимости от вида ионизирующего излучения. Для защиты от α-излучения применяют экраны из стекла, плексигласа толщиной в несколько миллиметров (слой воздуха в несколько сантиметров).

В случае β-излучения используют материалы с малой атомной массой (например, алюминий), а чаще комбинированные (со стороны источника - материал с малой, а затем далее от источника - материал с большей атомной массой).

Для γ-квантов и нейтронов, проникающая способность которых значительно выше, необходима более массивная защита. Для зашиты от γ-излучений применяют материалы с большой атомной массой и высокой плотностью (свинец, вольфрам), а также более дешевые материалы и сплавы (сталь, чугун). Стационарные экраны выполняют из бетона.

Для защиты от нейтронного облучения применяют бериллий, графит и материалы, содержащие водород (парафин, вода). Широко применяют бор и его соединения для зашиты от нейтронных потоков с малой энергией.

### 3.5.Защита при эксплуатации ПЭВМ

Площадь рабочего места пользователя ПК с ЭЛТ-дисплеем должна составлять не менее 6 м2, для ПК с плоским дисплеем - 4,5 м2. В помещениях должна проводиться ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы. Шумящее оборудование (печатающие устройства, сканеры, серверы и тому подобные), уровни шума которого превышают нормативные, должно размещаться вне рабочих мест сотрудников.

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы мониторы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

При размещении рабочих мест расстояние между рабочими столами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов — не менее 1,2 м.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования. Высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм, рабочая поверхность стола должна иметь ширину 800..1400 мм и

глубину 800..1000 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной — не менее 500 мм, глубиной на уровне колен — не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног — не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула или кресла должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы работника и позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины. Рабочий стул или кресло должны быть подъемно-поворотными, регулируемыми по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100..300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной поверхности, отделенной от основной столешницы.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600..700 мм, но не ближе 500.

### 1.6.Лекция № 9,10 (4 часа)

**Тема: « Экобиозащитная техника»**

#### 1.6.1. Вопросы лекции

1. Защита атмосферы от вредных выбросов.
2. Защита гидросферы от вредных выбросов.
3. Утилизация и захоронение твердых и жидких отходов

#### 1.6.2 Краткое содержание вопросов

#### 1. Защита атмосферы от вредных выбросов.

Промышленные предприятия. Окружающий человека атмосферный воздух непрерывно подвергается загрязнению. Воздух производственных помещений загрязняется выбросами технологического оборудования или при проведении технологических процессов без локализации отходящих веществ. Удаляемый из помещения вентиляционный воздух может стать причиной загрязнения атмосферного воздуха промышленных площадок и населенных мест. Кроме того, воздух промышленных площадок и населенных мест загрязняется технологическими выбросами цехов, выбросами ТЭС, транспортных средств и других источников.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) и тепловые электрические станции (ТЭС).

Основные вещества, выбрасываемые в атмосферу при сжигании различных видов топлива в энергоустановках,— нетоксичные диоксид углерода и водяной пар. Однако, кроме них, в атмосферу выбрасываются и вредные вещества, такие как оксид углерода, оксиды серы, азота, соединения свинца, сажа, углеводороды, в том числе канцерогенный бенз(а)пирен, несгоревшие частицы твердого топлива и т. п.

При сжигании твердого топлива в котлах ТЭС образуется большое количество золы, диоксида серы, оксидов азота. Например, подмосковные угли имеют в своем составе 2,5...6,0 % серы и 30...50 % золы. Автомобильный транспорт также является источником загрязнения атмосферы. Так как число автомобилей непрерывно возрастает, особенно в крупных городах, то растет и валовой выброс вредных продуктов в атмосферу. Автотранспорт относится к движущимся источникам загрязнения, широко встречающимся в жилых районах и местах отдыха.

Токсичными выбросами ДВС являются отработавшие и картерные газы, пары топлива из карбюратора и топливного бака. Основная доля токсичных примесей поступает в атмосферу с отработавшими газами ДВС. С картерными газами и парами топлива в атмосферу поступает ~ 45 % углеводородов от их общего выброса.

Средства защиты атмосферы должны ограничивать наличие вредных веществ в воздухе среды обитания человека на уровне не выше ПДК.

На практике реализуются следующие варианты защиты атмосферного воздуха:

— вывод токсичных веществ из помещений общеобменной вентиляцией;

— локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах и его возврат в производственное или бытовое помещение, если воздух после очистки в аппарате соответствует нормативным требованиям к приточному воздуху;

— локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере;

— очистка технологических газов выбросов в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере; в ряде случаев перед выбросом отходящие газы разбавляют атмосферным воздухом ;

— очистка отработавших газов энергоустановок, например двигателей внутреннего сгорания в специальных агрегатах, и выброс в атмосферу или производственную зону (рудники, карьеры, складские помещения и т. п.).

В соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.3.02—78 для каждого проектируемого и действующего промышленного предприятия устанавливается ПДВ вредных веществ в атмосферу при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника в совокупности с другими источниками (с учетом перспективы их развития) не создадут приземную концентрацию, превышающую ПДК.

Рассеивание выбросов в атмосфере. Технологические газы и вентиляционный воздух после выхода из труб или вентиляционных устройств подчиняются законам турбулентной диффузии.

Максимальная концентрация примесей в приземной зоне пропорциональна производительности источника и обратно пропорциональна квадрату его высоты над землей. Подъем горячих струй почти полностью обусловлен подъемной силой газов, имеющих более высокую температуру, чем окружающий воздух. Повышение температуры и момента количества движения выбрасываемых газов приводит к увеличению подъемной силы и снижению их приземной концентрации.

Распространение газообразных примесей и пылевых частиц диаметром менее 10 мкм, имеющих незначительную скорость осаждения, подчиняется общим закономерностям. Для более крупных частиц эта закономерность нарушается, так как скорость их осаждения под действием силы тяжести возрастает. Поскольку при очистке от пыли крупные частицы улавливаются, как правило, легче, чем мелкие, в выбросах остаются очень мелкие частицы; их рассеивание в атмосфере рассчитывают так же, как и газовые выбросы.

Основным документом, регламентирующим расчет рассеивания и определения приземных концентраций выбросов промышленных предприятий, является «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД—86». Эта методика позволяет решать задачи по определению ПДВ при рассеивании через одиночную незатененную трубу, при выбросе через низкую затененную трубу и при выбросе через фонарь из условия обеспечения ПДК в приземном слое воздуха.

Оборудование для очистки выбросов. В тех случаях, когда реальные выбросы превышают ПДВ, необходимо в системе выброса использовать аппараты для очистки газов от примесей.

Аппараты очистки вентиляционных и технологических выбросов в атмосферу делятся на: пылеуловители (сухие, электрические, фильтры, мокрые); туманоуловители (низкоскоростные и высокоскоростные); аппараты для улавливания паров и газов (абсорбционные, хемосорбционные, адсорбционные и нейтрализаторы); аппараты многоступенчатой очистки (уловители пыли и газов, уловители туманов и твердых примесей, многоступенчатые пылеуловители). Их работа характеризуется рядом параметров. Основными из них являются эффективность очистки, гидравлическое сопротивление и потребляемая мощность.

Широкое применение для очистки газов от частиц получили сухие пылеуловители — циклоны ( различных типов. Газовый поток вводится в циклон через патрубок 2 по касательной к внутренней поверхности корпуса и совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса к бункеру . Под действием центробежной силы частицы пыли образуют на стенке циклона пылевой слой, который вместе с частью газа попадает в бункер. Отделение частиц пыли от газа, попавшего в бункер, происходит при повороте газового потока в бункере на 180°. Освободившись от пыли, газовый поток образует вихрь и выходит из бункера, давая начало вихрю газа, покидающему циклон через выходную трубу . Для нормальной работы циклона необходима герметичность бункера.

Многие задачи по очистке газов от пыли с успехом решаются цилиндрическими (ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24, ЦП-2) и коническими (СК-ЦН-34, СК-ЦН-34М и СДК-ЦН-33) циклонами НИИОГАЗа. Цилиндрические циклоны НИИОГАЗа предназначены для улавливания сухой пыли аспирационных систем. Их рекомендуется использовать для предварительной очистки газов и устанавливать перед фильтрами или электрофильтрами.

Конические циклоны НИИОГАЗа серии СК, предназначенные для очистки газа от сажи, обладают повышенной эффективностью по сравнению с циклонами типа ЦН, что достигается за счет большего гидравлического сопротивления циклонов серии СК.

Для очистки больших масс газов применяют батарейные циклоны, состоящие из большого числа параллельно установленных циклонных элементов. Конструктивно они объединяются в один корпус и имеют общий подвод и отвод газа. Опыт эксплуатации батарейных циклонов показал, что эффективность очистки у таких циклонов несколько ниже эффективности отдельных элементов из-за перетока газов между циклонными элементами. Методика расчета циклонов приведена в работе .

Электрическая очистка (электрофильтры) — один из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных в них частиц пыли и тумана. Этот процесс основан на ударной ионизации газа, передаче заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах. Для этого применяют электрофильтры.

Аэрозольные частицы, поступающие в зону между коронирую-щим 1 и осадительным 2 электродами , адсорбируют на своей поверхности ионы, приобретая электрический заряд, и получают тем самым ускорение, направленное в сторону электрода с зарядом противоположного знака. Процесс зарядки частиц зависит от подвижности ионов, траектории движения и времени пребывания частиц в зоне коронирующего заряда. Учитывая, что в воздухе и дымовых газах подвижность отрицательных ионов выше, чем положительных, электрофильтры обычно делают с короной отрицательной полярности. Время зарядки аэрозольных частиц невелико и измеряется долями секунды. Движение заряженных частиц к осадительному электроду происходит под действием аэродинамических сил и силы взаимодействия электрического поля и заряда частицы.

Большое значение для процесса осаждения пыли на электродах имеет электрическое сопротивление слоев пыли. По величине электрического сопротивления различают:

1) пыли с малым удельным электрическим сопротивлением (< 104 Ом • см), которые при соприкосновении с электродом мгновенно теряют свой заряд и приобретают заряд, соответствующий знаку электрода, после чего между электродом и частицей возникает сила отталкивания, стремящаяся вернуть частицу в газовый поток; противодействует этой силе только сила адгезии; если она оказывается недостаточной, то резко снижается эффективность процесса очистки;

2) пыли с удельным электрическим сопротивлением от 104 до 1010 Ом • см; они хорошо осаждаются на электродах и легко удаляются с них при встряхивании;

3) пыли с удельным электрическим сопротивлением более 1010 Ом • см; они труднее всего улавливаются в электрофильтрах, так как на электродах частицы разряжаются медленно, что в значительной степени препятствует осаждению новых частиц.

В реальных условиях снижение удельного электрического сопротивления пыли можно осуществить увлажнением запыленного газа.

Аппараты мокрой очистки газов — мокрые пылеуловители — имеют широкое распространение, так как характеризуются высокой эффективностью очистки от мелкодисперсных пыл ей с d4 > 0,3 мкм, а также возможностью очистки от пыли нагретых и взрывоопасных газов. Однако мокрые пылеуловители обладают рядом недостатков, ограничивающих область их применения: образование в процессе очистки шлама, что требует специальных систем для его переработки; вынос влаги в атмосферу и образование отложений в отводящих газоходах при охлаждении газов до температуры точки росы; необходимость создания оборотных систем подачи воды в пылеуловитель.

Аппараты мокрой очистки работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхность либо капель, либо пленки жидкости. Осаждение частиц пыли на жидкость происходит под действием сил инерции и броуновского движения.

Для очистки воздуха от туманов кислот, щелочей, масел и других жидкостей используют волокнистые фильтры — туманоуловители. Принцип их действия основан на осаждении капель на поверхности пор с последующим стеканием жидкости по волокнам в нижнюю часть туманоуловителя. Осаждение капель жидкости происходит под действием броуновской диффузии или инерционного механизма отделения частиц загрязнителя от газовой фазы на фильтроэлементах в зависимости от скорости фильтрации Туманоуловители делят на низкоскоростные( W$ < 0,15 м/с), в которых преобладает механизм диффузного осаждения капель, и высокоскоростные (Иф = 2...2,5 м/с), где осаждение происходит главным образом под воздействием инерционных сил

## 2. Защита гидросферы от вредных выбросов

Основными источниками загрязнений водоемов являются производственные, бытовые и поверхностные сточные воды.

Производственные сточные воды образуются в результате использования воды в технологических процессах. Типовой состав примесей сточных вод представлен в табл. 10.3. Сточные воды сварочных, монтажных, сборочных, испытательных цехов содержат механические примеси, маслопродукты, кислоты и тому подобные вещества в значительно меньших концентрациях, чем в рассмотренных видах цехов и участков. Наибольшую опасность в машиностроении представляют стоки гальванического производства.

При выборе схемы станции очистки и технологического оборудования необходимо знать расход сточных вод и концентрацию содержащихся в них примесей, а также допустимый состав сточных вод, сбрасываемых в водоемы. Допустимый состав сточных вод рассчитывают с учетом «Правил охраны поверхностных вод». Эти правила предназначены для предупреждения избыточного загрязнения сточными водами водных объектов. Правила устанавливают нормы на ПДК веществ, состав и свойства воды водоемов.

Расчет допустимой концентрации примесей в сточных водах, сбрасываемых в водоемы, проводят в зависимости от преобладающего вида примесей сточных вод и характеристик водоема.

Качество питьевой воды, подаваемой системой водоснабжения, должно соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.559—96.

Основными параметрами качества питьевой воды являются: запах, привкус, цветность, мутность, pH, общая жесткость, общая минерализация, окисляемость перманганатная, допустимая концентрация взвешенных и растворенных веществ, а также эпидемиологические и радиационные показатели.

Методы и технологическое оборудование для очистки сточных вод можно выбрать, зная допустимые концентрации примесей в очищенных сточных водах. При этом необходимо иметь в виду, что требуемые эффективность и надежность любого очистного устройства обеспечиваются в определенном диапазоне значений концентрации примесей и расходов сточных вод. С этой целью применяют усреднение концентрации примесей или расхода сточных вод, а в отдельных случаях и по обоим показателям одновременно. Для этого на входе в очистные сооружения устанавливают усреднители, выбор и расчет которых зависит от параметров изменяющихся по времени сбросов сточных вод.

В соответствии с видами, процессов, реализуемых при очистке, целесообразно существующие методы классифицировать на механические, физико-химические и биологические.

Механическая очистка. Для очистки сточных вод от взвешенных веществ используют процеживание, отстаивание, обработку в поле действия центробежных сил и фильтрование.

Процеживание реализуют в решетках и волокноуловителях. В вертикальных или наклонных решетках ширина Прозоров обычно составляет 15...20 мм. Для удаления осадка веществ с входной поверхности решеток используют ручную или механическую очистку. Последующая обработка удаленного осадка требует дополнительных затрат и ухудшает санитарно-гигиенические условия в помещении. Эти недостатки устраняются при использовании решеток-дробилок, которые улавливают крупные взвешенные вещества и измельчают их до 10 мм и менее. В настоящее время используют несколько типоразмеров таких решеток, например РД-200 производительностью 60 м3/ч и диаметром сетчатого барабана 200 мм.

Для выделения волокнистых веществ из сточных вод целлюлозно-бумажных и текстильных предприятий используют волокноуловители, например с использованием перфорированных дисков или в виде движущихся сеток с нанесенным на них слоем волокнистой массы.

Отстаивание основано на свободном оседании (всплывании) примесей с плотностью больше (меньше) плотности воды.

Песколовки используют для очистки сточных вод от частиц металла и песка размером более 0,25 мм. В зависимости от направления движения сточной воды применяют горизонтальные песколовки с прямолинейным и круговым движением воды, вертикальные и аэрируемые.

Отстойники используют для очистки сточных вод от механических частиц размером более 0,1 мм, а также от частиц нефтепродуктов. В зависимости от направления движения потока сточной воды применяют горизонтальные, радиальные или комбинированные отстойники. При расчете отстойников определяют, как правило, его длину и высоту.

Очистку сточных вод в поле действия центробежных сил осуществляют в открытых или напорных гидроциклонах и центрифугах. Открытые гидроциклоны применяют для выделения из сточной воды крупных твердых примесей со скоростью осаждения более 0,02 м/с. Такие гидроциклоны имеют большую производительность и малые потери напора, не превышающие 0,5 м. Эффективность очистки сточных вод от твердых частиц в гидроциклонах зависит от состава примесей (материала, размера, формы частиц и др.), а также от конструктивных и геометрических характеристик гидроциклона.

Фильтрование применяют для очистки сточных вод от тонкодисперсных примесей с малой их концентрацией. Его используют как на начальной стадии очистки сточных вод, так и после некоторых методов физико-химической или биологической очистки. Для очистки сточных вод фильтрованием применяют в основном два типа фильтров: зернистые, в которых очищаемую сточную воду пропускают через насадки несвязанных пористых материалов, и микрофильтры, фильтроэлементы которых изготовляют из связанных пористых материалов (сеток, натуральных и синтетических тканей, спеченных металлических порошков и т. п.).

В настоящее время для очистки сточных вод от маслопродуктов широко используют фильтры с фильтровальным материалом из частиц пенополиуретана. Пенополиуретановые частицы, обладая большой маслопоглощающей способностью, обеспечивают эффективность очистки до 0,97...0,99 при скорости фильтрования до 0,01 м/с. При этом насадка из пенополиуретана легко регенерируется при механическом выжимании маслопродуктов.

Физико-химические методы очистки. Данные методы используют для очистки от растворенных примесей, а в некоторых случаях и от взвешенных веществ. Многие методы физико-химической очистки требуют предварительного глубокого выделения из сточной воды взвешенных веществ, для чего широко используют процесс коагуляции.

В настоящее время в связи с использованием оборотных систем водоснабжения существенно увеличивается применение физико-химических методов очистки сточных вод, основными из которых являются флотация, экстракция, нейтрализация, сорбция, ионообменная и электрохимическая очистка, гиперфильтрация, эвапорация, выпаривание, испарение и кристаллизация.

Флотация предназначена для интенсификации процесса всплывай ия маслопродуктов при обволакивании их частиц пузырьками газа, подаваемого в сточную воду. В основе этого процесса имеет место молекулярное слипание частиц масла и пузырьков тонкодис-пергированного в воде газа. Образование агрегатов «частица — пузырьки газа» зависит от интенсивности их столкновения друг с другом, химического взаимодействия содержащихся в воде веществ, избыточного давления газа в сточной воде и т. п.

В зависимости от способа образования пузырьков газа различают следующие виды флотации: напорную, пневматическую, пенную, химическую, вибрационную, биологическую, электрофлотацию и др.

Экстракция сточных вод основана на перераспределении примесей сточных вод в смеси двух взаимно нерастворимых жидкостей (сточной воды и экстрагента). Количественно интенсивность перераспределения оценивается коэффициентом экстракции Кэ = сэ/св, где сэ и св — концентрации примеси в экстрагенте и сточной воде по окончании процесса экстракции. В частности, при очистке сточных вод от фенола с использованием в качестве экстрагента бензола или бутилацетата Кэ составляет соответственно 2,4 и 8... 12. Для интенсификации процесса экстракции перемешивание смеси сточных вод с экстрагентом осуществляют в экстракционных колоннах, заполненных насадками из колец Рашига.

Нейтрализация сточных вод предназначена для выделения из них кислот, щелочей, а также солей металлов на основе кислот и щелочей. Процесс нейтрализации основан на объединении ионов водорода и гидроксильной группы в молекулу воды, в результате чего сточная вода приобретает значение pH » 6,7 (нейтральная среда). Нейтрализацию кислот и их солей осуществляют щелочами или солями сильных щелочей: едким натром, едким кали, известью, известняком, доломитом, мрамором, мелом, магнезитом, содой, отходами щелочей и т. п. Наиболее дешевым и доступным реагентом для нейтрализации кислых сточных вод является гидроокись кальция (гашеная известь).

На практике используют три способа нейтрализации сточных вод:

— фильтрационный — путем фильтрования сточной воды через насадки кусковых или зернистых материалов;

— водно-реагентный — добавлением в сточную воду реагента в виде раствора или сухого вещества (извести, соды или шлака); нейтрализующим раствором может быть и щелочная сточная вода;

— полусухой — перемешивание высококонцентрированных сточных вод (например, отработанного гальванического раствора) с сухим реагентом (известью, шлаком) с последующим образованием нейтральной тестообразной массы.

Методы обеззараживания воды. Наиболее распространенным методом является обработка воды хлором (хлорирование воды). Хлор обладает широким спектром антимикробного действия. Для хлорирования применяют либо газообразный хлор, который подается в обеззараживаемую воду, либо твердые хлорсодержащие вещества, например гипохлорит натрия. Хотя хлорирование воды наиболее распространенный и дешевый способ ее обеззараживания, он обладает рядом существенных недостатков. Во-первых, хлор — сильное вещество и его хранение в больших количествах в газообразном или сжиженном виде на станциях подготовки питьевой воды представляет серьезную опасность и требует особых мер обеспечения безопасности. Во-вторых, избыточный хлор, введенный в воду, в свободном состоянии сам представляет серьезную опасность для человека. Он также может вступать в реакцию с оставшимися в воде микропримесями органических соединений с образованием крайне токсичных веществ, например хлороформа, который обладает канцерогенным действием. Подобные реакции ускоряют при нагреве и кипячении воды,

поэтому перехлорирование воды представляет опасность, для уменьшения которой необходимо перед кипячением отстаивать воду в приоткрытой емкости для удаления растворенного в ней избыточного хлора.

Другим, более распространенным и прогрессивным методом обеззараживания воды является озонирование. Применение озона в качестве дезинфеканта воды лишено недостатков, связанных с использованием хлора. Кроме обеззараживания, озон устраняет запахи, обесцвечивает воду и улучшает ее вкусовые качества. Введение озона в воду не изменяет ее минеральный состав, щелочность, содержание свободной углекислоты. Такое действие озона связано с его исключительно высоким окислительным потенциалом. Переозонирование воды, в отличие от перехлорирования, не представляет опасности, так как озон нестабилен и быстро распадается с образованием кислорода, повышенное содержание которого в воде полезно. Однако в последние годы отмечены недостатки озонирования, связанные с тем, что при содержании в воде ионов брома он может окисляться озоном с образованием окислов брома (бромат-ионов), которые токсичны. Поэтому в настоящее время для избежания образования броматов вводят более жесткие технологические режимы озонирования. Озонирование — более дорогой метод обеззараживания воды, но более эффективный. Для его осуществления необходимы на станциях водоподготовки озонаторные установки, в которых озон получают путем расщепления молекулы кислорода под действием высоковольтных электрических разрядов (подобно тому, как воздух атмосферы озонируется под действием разрядов молнии).

Наряду с указанными выше реагентными методами все большее распространение получают безреагентные методы, например, обеззараживание воды ультрафиолетовым излучением. Бактерицидным действием обладает ультрафиолетовое излучение с длиной волны 200—295 нм, которое приводит к уничтожению бактерий, вирусов, водорослей и других микроорганизмов, присутствующих в воде. В отличие от хлорирования и озонирования ультрафиолетовое излучение не обла обладает побочными вредными эффектами, связанными с возможным изменением химического состава и появлением токсичных веществ. Основное требование при УФ-обработке — прозрачность воды, которая не является существенным ограничением в системе во-доподготовки, так как устранение мутности воды обычно достигается в предварительных ступенях ее обработки.

К безреагентным методам относят термическую обработку (5— 10-минутное кипячение, широко используемое в быту), обработку ионизирующими облучениями (рентгеновское облучение), токами высокой частоты.

### 3. Утилизация и захоронение твердых и жидких отходов

Радикальное решение проблемы защиты земель от отходов возможно при разработке новых технологий и малоотходных производств. Для обобщения особенностей малоотходного производства можно выделить ряд взаимосвязанных принципов, лежащих в его основе.

Ключевым в этом ряду является принцип системности . В соответствии с этим принципом каждый отдельный процесс или производство рассматриваются как элемент более сложной индустриальной системы. Так, например, отходы нефтехимии — шламы, теплоэнергетики — золошлаковая смесь, химической промышленности — отсев извести используются для получения цемента, при этом возникающие отходы используются в промышленности строительных материалов, а отходы последней — в сельскохозяйственной отрасли и т. д.

Другой важнейший принцип — принцип комплексности использования сырьевых ресурсов. Практически все используемое сырье многокомпонентно, и в среднем на 1/3 его стоимости составляют сопутствующие элементы. Так, уже в настоящее время практически все серебро, висмут, платину, более 20 % золота и около 30 % серы получают «попутно» при переработке комплексных руд. Повышение комплексности использования ресурсов, например, в лесопромышленном производстве, имеет не только экологическое, но и важное экономическое значение.

Третьим принципом создания малоотходного производства является принцип цикличности материальных потоков (рециклинг) , где важную роль играют замкнутые водооборотные циклы, рециркуляция газовых потоков, утилизация твердых отходов. Во всем мире это направление приобретает весьма важное значение. Уже сейчас технически возможно использовать 2/3 образующихся отходов, причем капитальные вложения при переработке вторичного сырья примерно в 4 раза меньше, чем первичного.

Правовые основы обращения с отходами определяет Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» (1998), который преследует две цели:

— предотвращение вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую природную среду;

— вовлечение отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

Закон формулирует основные понятия.

Отходы производства и потребления — остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, изделий или продуктов, образовавшиеся в процессе производства или потребления, а также товары, утратившие свои потребительские свойства (закон не распространяется на отходы в виде выбросов в атмосферу, сбросов в водные объекты, радиоактивные отходы).

Опасные отходы — отходы, содержащие вредные вещества и обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрыво-пожароопас-ностью, высокой реакционной способностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней.

Обращение с отходами — деятельность, в процессе которой отходы образуются, собираются, используются, обезвреживаются, транспортируются, размещаются (хранятся или захораниваются).

Объект размещения отходов — специально оборудованное сооружение, предназначенное для временного или постоянного размещения отходов (полигон, шламохранилище, отвал горных пород и др.).

Лимит на размещение отходов — предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которое разрешается размещать определенным способом на установленный срок с учетом экологической обстановки на данной территории (аналог ПДВ и ПДС).

Норматив образования отходов — установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции (рассчитывается с учетом типа технологии и коэффициента использования материалов).

Паспорт опасных отходов — документ, удостоверяющий принадлежность отходов к отходам соответствующего вида и класса опасности, содержащий сведения об их составе.

Основная номенклатура токсичных ПО в соответствии со СНиП 2.01.28—85 должна подвергаться обработке на специальном региональном полигоне. Полигон является природоохранным объектом, включающим:

— завод по обезвреживанию и утилизации токсичных ПО;

— гараж специализированного автотранспорта;

— участок захоронения неутилизируемых токсичных отходов;

— сооружения очистки поверхностных вод, хозяйственно-бытовой канализации и дренажа.

На полигоне осуществляют сбор токсичных ПО на предприятиях, их транспортировку, прием, учет, обезвреживание и захоронение.

Наиболее распространенными методами обезвреживания токсичных промышленных отходов в настоящее время являются:

— для отходов органического происхождения — сжигание при высоких температурах —900 1100°С (при наличии галогенсодержащих соединений до 1200 1400°С). При этом методе большая часть всех токсичных отходов обезвреживается, а объем несгоревших ос-татков может быть доведен до 10 % первоначального объема;

— для неорганических веществ — физико-химическая обработка в несколько стадий, которая приводит к образованию безвредных, нерастворимых в воде соединений.

| Методы измельчения | Методы сортировки | Методы агрегирования | Методы обогащения | Методы выделения |
|---|---|---|---|---|
| Дробление | Грохочение | Гранулирование | Гравитационная сепарация | Выщелачивание |
| Помол | Гидравлическая классификация | Таблетирование Брикетирование | Пенная сепарация | Растворение |
| | Воздушная классификация | Высокотемпературная агломерация | Магнитная сепарация | Кристаллизация |
| | | | Электрическая сепарация | |

Наиболее распространенные методы подготовки твердых отходов к переработке

В государствах с жестким законодательством по охране окружающей среды ТБО либо сжигают, либо перерабатывают. К 2010 г. страны ЕЭС предполагают запретить 100 %-е захоронение ТБО на полигонах. Самая серьезная проблема — это загрязнение грунтовых вод. Вода с растворенными в ней загрязнителями называется фильтратом, в котором, наряду с остатками разлагающейся органики, красителей и другими химикатами, присутствует железо, ртуть, свинец, цинк и другие металлы из ржавеющих консервных банок, разряженных батареек и других электроприборов.

Вторая проблема — образование метана. У захороненного мусора нет доступа к кислороду. Поэтому его разложение идет анаэробно, с образованием биогаза, на 2/3 состоящего из легковоспламеняющегося метана. Образуясь в толще захоронения отходов, он может распространяться в земле горизонтально, проникая р подвалы зданий, тоннели коммуникаций, накапливаться там и взрываться. Метан, распространяющийся вверх, отравляет корни, губит растительность в местах захоронения отходов.

На рис.  представлена схема современного захоронения отходов с системой защиты окружающей среды. Могильник расположен на возвышенности, значительно выше уровня грунтовых вод. Дно его изолировано уплотненным слоем глины, на котором находится слой щебня для отвода фильтрата и метана. Один слой мусора укладывается на другой, уплотняется, засыпается грунтом так, что

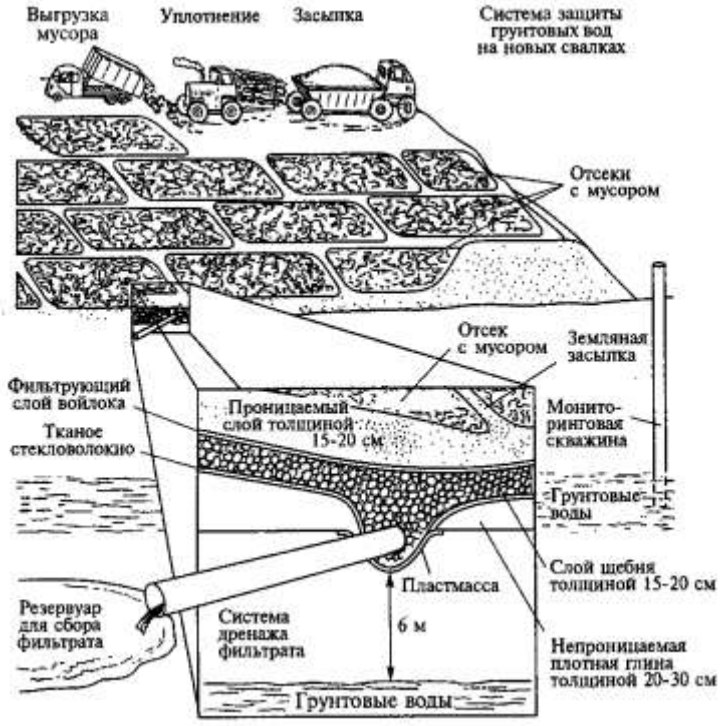


Рис. Организация работ на современном полигоне ТБО

Главный недостаток мусоросжигательных заводов — трудность очистки от примесей отходящих в атмосферу газов, особенно от диоксинов. Для снижения экологической опасности приходится предусматривать вторую и третью ступени газоочистки, что еще больше увеличивает капитальные затраты. Следует отметить, что на всех заводах производится извлечение в качестве вторичного сырья черного металлолома.

## 1.7 Лекция № 11 (2 часа).

**Тема: «Человеческий фактор в обеспечении безопасности в системе человек-машина»**

### 1.7.1 Вопросы лекции:

1. Характеристика системы «человек- машина – среда».
2. Медицинское освидетельствование.
3. Профессиональная подготовка, инструктаж и обучение операторов технических систем правилам безопасности.

### 1.7.2 Краткое содержание вопросов:

**1. Характеристика системы «человек- машина – среда».**

Как мы уже говорили БЖД - наука о закономерностях формирования опасностей и мерах по предупреждению их воздействия на человека. Отсюда следует что цель науки БЖД - максимальная адаптация человека в эргатических системах при полном сохранении его здоровья и поддержания высокой работоспособности.

Эргатические системы - системы, в которых одним из элементов является человек. «человек-машина», «человек- машина – среда», и т.п.

Под системой понимают совокупность элементов, функции которых взаимосвязаны и скоординированы для достижения общей цели. Элементами системы являются не только материальные объекты, но отношения и связи.

Функционирование технологических систем представляет собой выполнение ряда операций для превращения сырья в готовую продукцию. Человек – самый активный элемент систем. От эффективности его работы зависят количество и качество производственного продукта, а также безопасность труда. При отказе хотя бы одной взаимосвязи или одного взаимодействия между элементами формируются опасные ситуации, приводящие к несчастным случаям.

Вероятность наступления или ненаступления НС:

$$H=2^{v},$$

где $v= n(n-1)$ – максимальное число связей при n числе факторов.

При $n= 2$ $H =4$, а при $n=3$, $H=64$, т.е. неопределенность системы возрастает.

К наиболее часто встречаемым на производстве системам относятся:

1. эргатические (человек-машина)- безопасность работы определяется действиями человека и надежностью машины.

2. биотехнические (человек- машина – животное) - безопасность работы определяется действиями человека, поведением животного и надежностью машины.

3. технические вероятностные (человек- машина - производственная среда) – безопасность работы определяется действиями человека, надежностью машин и условиями труда. В этих системах человек – наиболее переменчивый элемент т.к. на его поведение действует около миллиона индивидуальных факторов.

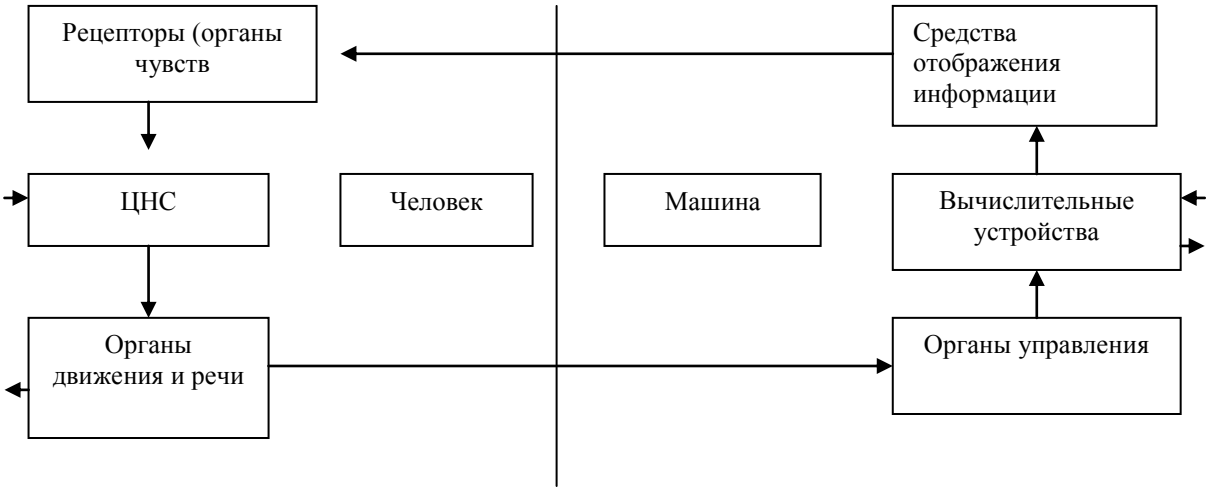
С точки зрения безопасности труда одно из свойств системы травмоопасность – наличие объекта травмирования в зоне рассеивания энергии опасного производственного фактора.

Структурная схема системы «человек – машина»

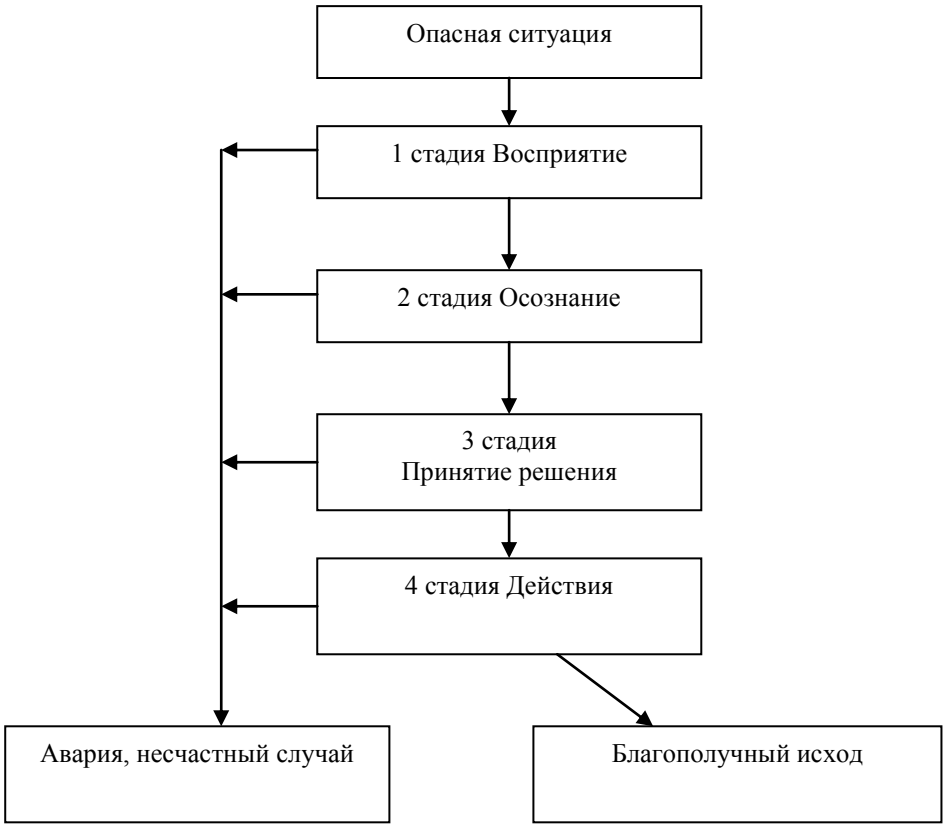
В результате взаимодействия источника травмирования и травмируемого объекта формируется либо отказ в системе источника опасности (поломка) либо травмирование человека.

Существующие способы защиты от опасностей можно разделить на вида: активный (устранение самой опасности) и пассивный (предотвращение воздействия ОПФ на человека).

Активный более эффективен, но часто труден в реализации.




Существует ряд характерных личностных свойств, способных влиять на вероятность несчастного случая. Роль личностных факторов в обеспечении безопасности наглядно демонстрирует модель, которая отображает последовательность стадий развития опасной ситуации, приводящих либо к реализации потенциальной опасности, либо к положительному результату.




1 стадия - восприятие опасности – важнейшее значение имеют сенсорные и информационные возможности человека, уровень развития внимания;

2 стадия – осознание опасности. Ее осознанию помогает воображение, память, предшествующий опыт, уровень общих знаний и интуиция;

3 стадия - принятие решения. Своевременность и правильность принятия решения, позволяющего избежать опасности, зависит от интеллектуальных способностей, уровня теоретических и профессиональных знаний, интуиция;

4 стадия – действия. Выполнение принятого решения зависит от физических возможностей, антропометрических и биомеханических данных человека, его ловкости, уровня развития профессиональных навыков и умений.

Неудача на любой из стадий в сочетании с фактором случайности может создать для работающего аварийную ситуацию.

Для обеспечения безопасности работающего его психологические, физические и интеллектуальные возможности должны соответствовать условиям труда и выполняемой работе. А психологические возможности - это есть возможности нервной системы, которая является естественной системой защиты от опасностей у человека.

Одно из основных свойств НС – передача возбуждений с помощью рефлексов: безусловных и условных. С помощью безусловных рефлексов человек неосознанно отвечает на опасности, угрожающие его организму. С помощью условных осознанно и адекватно реагирует на опасности.

Другое свойство НС – торможение - остановка двигательного акта нервным центром.

Вообще в организме человека функционируют несколько систем обеспечения безопасности: иммунная система, терморегуляция, слезотечение, кожные покровы, слизистые оболочки и т.д.

Также своеобразная защитная система это анализаторы. Все они находятся в сложном взаимодействии друг с другом.

В реальных условиях на человека действует одновременно несколько раздражителей, влияющих на всю систему анализаторов. Известно, что при вибрации или сильном шуме снижается чувствительность зрения. Поэтому при обеспечении оптимальных условий жизнедеятельности человека следует учитывать не только характеристики анализаторов, но и весь комплекс действующих на них раздражителей.

**2. Медицинские освидетельствования персонала**

Лица, обслуживающие электроустановки, не должны иметь увечий или болезней, мешающих производственной работе и усиливающих опасность воздействия тока на организм.

Персонал, несущий дежурство в электроустановках, принимающий непосредственное участие в оперативных переключениях, а также выполняющий ремонтные, монтажные, наладочные и другие работы в действующих электроустановках, подвергается медицинскому освидетельствованию при приеме на работу, а затем периодически 1 раз в 2 года; лица, работающие с ртутными выпрямителями и преобразователями, выполняющие работы на высоте или связанные с подъемом на высоту (верхолазы), а также обслуживающие подъемные сооружения, проходят медицинские освидетельствования ежегодно. Перечень болезней и расстройств, препятствующих допуску к работам по обслуживанию электроустановок, утвержден Минздравом СССР.

**3. Профессиональная подготовка, инструктаж и обучение операторов технических систем правилам безопасности**

Все вновь принятые на работу лица до получения разрешения на посещение ими данного предприятия должны пройти вводный инструктаж, а затем до получения разрешения на посещение рабочего места - первичный инструктаж.

Лица из числа дежурного и оперативно-ремонтного персонала до назначения на самостоятельную работу обязаны, кроме того, пройти необходимую теоретическую подготовку (курсовое или индивидуальное обучение); обучение на рабочем месте; проверку знаний ПТБ и ПТЭ, производственных и должностных инструкций в объеме, обязательном для данной должности; дублирование, т. е. исполнение обязанностей дежурного по месту работы. Остальной вновь принятый производственный персонал, включая ремонтный, а также руководящие и инженерно-технические работники допускаются к самостоятельной

работе после первичной проверки знаний ПТБ, ПТЭ и производственных должностных инструкций.

В процессе работы для овладения наиболее совершенными методами безопасной, безаварийной и экономичной работы, внедрения передовых и высокопроизводительных методов труда, овладения вторыми профессиями, повышения уровня профессиональных знаний весь производственный персонал в обязательном порядке должен проходить систематическое производственное обучение.

Установлены следующие обязательные формы производственно-технического обучения и повышения квалификации:

для дежурного и оперативно-ремонтного персонала - периодический инструктаж, курсовое обучение, противоаварийные тренировки, противопожарные тренировки;

для ремонтного производственного персонала - периодический инструктаж, курсовое обучение, техническая учеба на объекте, противопожарные тренировки;

для рабочих различных профессий, не участвующих в обслуживании и ремонте технологического оборудования (грузчики, плотники, столяры, работники механических мастерских и т. п.), - периодический инструктаж, техническая учеба на объекте.

Для инженерно-технических работников (в том числе дежурных) должны проводиться тематические курсы, семинары, лекции и доклады по отдельным вопросам техники и экономики производства.

Вводный инструктаж проводит инженер-инспектор по технике безопасности данного предприятия. Цель этого инструктажа заключается в том, чтобы дать лицу, вновь поступившему на работу, общие представления о правилах техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности. При этом разъясняются правила внутреннего трудового распорядка; правила поведения на территории предприятия, в производственных и бытовых помещениях; основные виды опасности при нахождении на территории и в цехах предприятия; значения предупредительных надписей, плакатов, звуковой и световой сигнализации, а также указываются номера телефонов, по которым необходимо звонить в экстренных случаях (пожар, несчастный случай, аварийное состояние оборудования и т. п.).

Первичный инструктаж проводит начальник цеха, района, участка или его заместитель, а в отдельных случаях по письменному распоряжению начальника цеха - инженерно-технический работник цеха. Цель инструктажа - ознакомление лица, вновь поступившего на работу, со спецификой производства цеха или участка, в котором он будет работать, правилами техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности применительно к условиям цеха. Инструктаж оформляется записью в журнале инструктажа цеха, района, участка, подстанции с подписями инструктирующего лица и лица, принятого на работу.

Периодический (плановый) инструктаж заключается в обучении работника правильным и безопасным методам труда, уходу за оборудованием, применению правил и инструкций непосредственно в рабочей обстановке. Периодический инструктаж проводят руководители цехов, районов, подстанций, лабораторий, смен, участков, мастера и дежурные инженеры. Инструктаж проводится не реже 1 раза в месяц с дежурным, оперативно-ремонтным персоналом и не реже 1 раза в 3 мес с персоналом (рабочими) вспомогательных цехов.

О проведении планового инструктажа делается запись в специальном журнале.

Теоретическая подготовка персонала осуществляется на постоянно действующих курсах, в учебных комбинатах или с помощью других форм обучения, применяемых на предприятиях. В процессе учебы персонал должен получить необходимые знания для квалифицированного выполнения порученной работы; изучить теоретические основы и процессы работы оборудования, а также ПТЭ, ПТБ, производственные и должностные инструкции и правила пожарной безопасности.

Обучение на рабочем месте работник проходит под руководством опытного лица, которое несет ответственность за безопасность обучаемого и качество его обучения. Одновременно обучаемый обязан изучить правила техники безопасности в объеме, соответствующем выполняемой им работе, правила оказания первой медицинской помощи и т. п.

Дублирование, т.е. исполнение обязанностей дежурного производится после проверки знаний ПТЭ, ПТБ и производственных инструкций под руководством опытного основного дежурного в течение времени, установленного руководством предприятия.

### 1.8 Лекция № 12 (2 часа).

**Тема: «Чрезвычайные ситуации мирного времени природного и техногенного характера»**

#### 1.8.1 Вопросы лекции:

1. Основные понятия и определения, причины возникновения ЧС.
2. Классификации чрезвычайных ситуаций.
3. Фазы развития чрезвычайных ситуаций.

#### 1.8.2 Краткое содержание вопросов:

**1. Основные понятия и определения, причины возникновения ЧС**

Хозяйственная деятельность человека приводит к нарушению экологического равновесия, возникновению аномальных природных и техногенных ситуаций: стихийных бедствий, катастроф и аварий с многочисленными человеческими жертвами. В России ежедневно отмечают две крупные аварии на трубопроводах, одна в неделю на транспорте, ежемесячно в промышленности.

Человечество ежедневно сталкивается со множеством суровых природных явлений. На Земле ежегодно происходят десятки тысяч гроз, приблизительно 10000 наводнений, более 100000 землетрясений, многочисленные пожары и оползни, извержения вулканов и тропические циклоны.

По данным ООН, за последние 20 лет на нашей планете в результате стихийных бедствий и катастроф погибло более 3 млн. человек. Предупреждение и ликвидация ЧС – одна из актуальных проблем современности. Умелые действия по спасению людей, оказанию им необходимой помощи, проведению аварийно-спасательных работ в очагах поражений позволяют сократить число погибших, сохранить здоровье пострадавших, уменьшить материальные потери. Госстандартом Р.Ф. разработан комплекс взаимосвязанных стандартов, устанавливающих требования, нормы и правила, способы и методы, направленные на обеспечение безопасности населения и объектов народного хозяйства и окружающей природной среды в ЧС, - ГОСТ Р 22.

В соответствии с ГОСТ Р 22.0.02.94 приняты следующие определения.

**Чрезвычайная ситуация** (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Под **источником ЧС** понимают опасное природное явление, опасное техногенное происшествие (аварию) или широко распространённую инфекционную болезнь людей, с/х животных и растений (источником ЧС может быть и применение современных средств поражения при ведении военных действий).

**Риск возникновения ЧС** – вероятность или частота возникновения источника ЧС, определяемая соответствующими показателями риска.

**Безопасность в ЧС** – состояние защищённости населения, объектов народного хозяйства и окружающей природной среды от опасностей в ЧС.

Безопасность (по видам) : промышленная, радиационная, химическая, сейсмическая, биологическая, экологическая.

Безопасность (по объектам): населения, объект народного хозяйства, окружающая природная среда.

**Защищённость в ЧС –** состояние, при котором предотвращают , преодолевают или предельно снижают негативные последствия возникновения потенциальных опасностей в ЧС для населения, объектов народного хозяйства и окружающей среды.

**Опасность в ЧС** – состояние, при котором создалась или вероятна угроза возникновения поражающих факторов и воздействий источника ЧС на население, объекты народного хозяйства и окружающую природную среду в зоне ЧС.

**Поражающей фактор источника ЧС -** составляющая опасного явления или процесса, вызванная источником ЧС и характеризуемая физическими, химическими и биологическими действиями или проявлениями, которые определяются или выражаются соответствующими параметрами.

**Зона ЧС** – территория или акватория , на которой в результате возникновения источника ЧС или распространения его последствий без других районов возникла ЧС.

**Потенциально опасный объект (ПОО)** – объект, на котором используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные, пожаро-взрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, создающие реальную угрозу возникновения источника ЧС.

**Предупреждение ЧС** – совокупность мероприятий, проводимых органами исполнительной власти Р.Ф. и её субъектов, органами местного самоуправления и организационными структурами РСЧС , направленных на предотвращение ЧС и уменьшение их масштабов в случае возникновения.

**Предотвращение ЧС –**комплекс правовых, организационных, экономических, инженерно-технических, эколого- защитных, санитарно-гигиенических, санитарно-эпидемиологических и специальных мероприятий, направленных на организацию наблюдения и контроля за состоянием окружающей природной среды и потенциально опасных объектов, прогнозирования и профилактики возникновения источников ЧС, а также на подготовку к ЧС.

**Стихийное бедствие** – разрушительное природное и (или) антропогенное явление или процесс значительного масштаба, в результате которого могут возникнуть или возникла угроза жизни, здоровью людей, произойти разрушение или уничтожение материальных ценностей и компонентов окружающей природной среды.

**Биолого-социальная ЧС** – состояние , при котором в результате возникновения источника биолого-социальной ЧС на определенной территории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, существования с/х животных и растений, возникает угроза жизни и здоровью людей, широкого распространения инфекционных болезней, потерь с/х животных и растений.

**Техногенная ЧС(ТЧС)** – состояние, при котором в результате возникновения источника техногенной ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

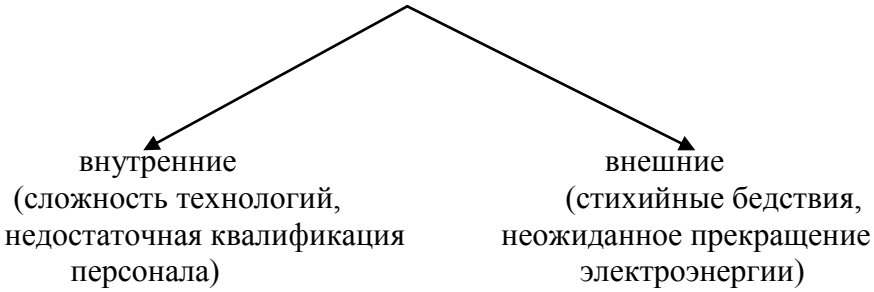
**Источник ТЧС** – опасное техногенное происшествие, в результате которого на объекте , определенной территории или акватории произошла ТЧС.

**Авария** – опасное техногенное происшествие , создающее на объекте , определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования или транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде.

Крупная авария, как правило, с человеческими жертвами называется **катастрофой.**

Каждая ЧС наряду с присущими всем аналогичным ЧС характеристиками имеет свойственные только ей причины возникновения.

**Основные причины возникновения ЧС.**




**ЧС могут произойти при следующих обстоятельствах:**

1. наличие источника риска (давление, взрывчатые вещества, радиоактивные вещества).
2. действие факторов риска (выброс газа, взрыв, возгорание).
3. нахождение в очагах поражения людей, с/х животных и угодий.

**2. Классификации чрезвычайных ситуаций**

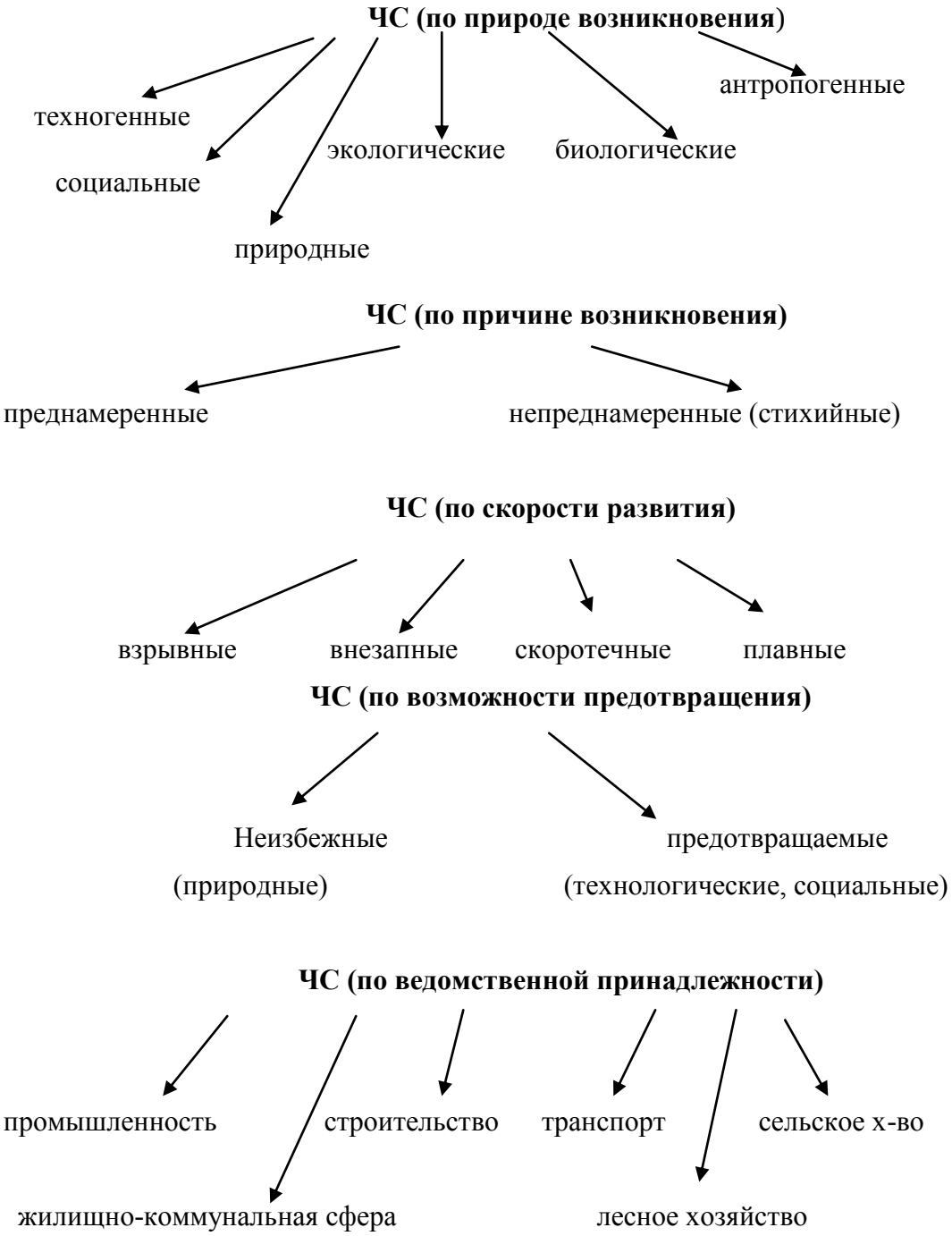
Для установления единого подхода к оценке ЧС и адекватного реагирования на них ЧС могут классифицироваться по типам, видам, масштабам, тяжести последствий, по происхождению и т.д. если брать всю совокупность возможных ЧС , то их можно в первую очередь разделить на *конфликтные и бесконфликтные.* К *конфликтным* относятся военные столкновения, социальные взрывы, национальные и религиозные конфликты, терроризм.

Важной является классификация, построенная по масштабу распространения ЧС. При этом учитываются не только размеры территории, подвергшейся воздействию ЧС, но и возможные её косвенные последствия. В соответствии с Федеральным законом «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» разработано и утверждено постановлением Правительства Р.Ф. положение о классификации ЧС. Согласно ему, по масштабу распространения и тяжести последствий ЧС делятся на 6.

**Классификация ЧС по масштабу**

| Ч.С. | Пострадало человек | Нарушены условия жизнедеятельности, чел | Материальный ущерб, МРОТ | Распространение зоны ЧС |
|---|---|---|---|---|
| локальные | <10 | <100 | <1000 | В пределах территории объекта производственного и социального назначения |
| местные | 10…50 | 100…300 | >1000,но<5000 | В пределах населенного пункта |
| Территориальные | 50…500 | 300…500 | >5000,но не >0,5 млн. | В пределах субъекта Р.Ф. |
| Региональные | >50,но не >500 | >500,но не >1000 | >0,5млн,но не >5млн | В пределах двух субъектов Р.Ф. |
| Федеральные | >500 | >1000 | >5 млн. | За пределы более чем двух субъектов Р.Ф. |
| трансграничн | _ | _ | _ | За пределами Р.Ф., не |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ые | | | | затрагивает Р.Ф. |



Классификация по типам и видам чрезвычайных событий, инициирующих ЧС

| № п/п | Характер ЧС | ЧС | примеры |
|---|---|---|---|
| 1. | Природные и биолого-социальные | геофизические | Землетрясения, извержения вулканов |
| | | геологические | Оползни, осыпи, обвалы, лавины, просадка земной поверхности в результате каста, абразия, эрозия, курумы, пыльные бури |
| | | Метеорологические и агрометеорологические | Бури(9-11 баллов), , ураганы(12-15 баллов), смерчи, торнадо, шквалы, крупный град, сильный дождь, сильные снегопад, гололед, мороз, метель, жара, туман, засуха, суховеи, заморозки |
| | | Морские гидрологические | Тропические циклоны(тайфуны), цунами, сильное колебание уровня моря, ранний ледяной покров, напор льдов, интенсивный дрейф льдов, обледенение судов и портовых сооружений, отрыв прибрежных льдов |
| | | гидрологические | Высокие уровни воды(наводнения), половодье, дождевые паводки, заторы и зажоры, низкие уровни воды, ранний ледостав, |
| | | Гидрогеологические | Низкие уровни грунтовых вод, высокие уровни грунтовых вод |
| | | Природные пожары | Лесные пожары, пожары степных и хлебных массивов, торфяные пожары, подземные пожары горючих ископаемых |
| | | Инфекционная заболеваемость людей | Единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний, групповые случаи опасных инфекционных заболеваний, эпидемическая вспышка опасных инфекционных заболеваний, эпидемия, пандемия, инфекционные заболевания людей не выявленной этиологии |
| | | Инфекционная заболеваемость сельскохозяйственных животных | Единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний, энзоотии, эпизоотии, инфек. забол. с/х животных не выявленной этиологии |
| | | Поражение сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями | Прогрессирующая эпифитотия, панфитотия, болезни сельскохозяйственных растений не выявленной этиологии, массовое распространение вредителей растений. |
| 2. | Техногенный | Транспортные аварии | Аварии товарных поездов, аварии пассажирских поездов, поездов метрополитенов, аварии речных и морских грузовых и пассажирских судов, авиакатастрофы в аэропортах, населенных пунктах, аварии на дорогах, на магистральных трубопроводах |
| | | Пожары, взрывы, угроза взрывов | Пожары в зданиях, на коммуникациях, на объектах добычи, переработки и хранения легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ, пожары на транспорте, в шахтах, подземных и горных выработках, метрополитенах, в зданиях и сооружениях жилого, социально-бытового, культурного назначения, на химически опасных объектах, на радиационно - опасных объектах |

| № п/п | Характер ЧС | ЧС | примеры |
|---|---|---|---|
| | | Аварии с выбросом (угрозой выброса) ХОВ | При их производстве, переработке или хранении, аварии на транспорте с выбросом ХОВ, образование и распространение ХОВ в процессе химических реакций, начавшихся в результате аварии, аварии с химическими боеприпасами, утрата источников ХОВ |
| | | Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ | Аварии на АС, атомных энергетических установках производственного и исследовательского назначения с выбросом РВ, на предприятиях ядерно-топливного цикла, аварии транспортных средств и космических аппаратов с ядерными установками или грузом РВ на борту и т.д. |
| | | Аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ | Аварии с выбросом БОВ на предприятиях и в научно-исследовательских учреждениях, на транспорте, утрата БОВ |
| | | Внезапное обрушение зданий, сооружений | Обрушение элементов транспортных коммуникаций, производственных зданий и сооружений, зданий и сооружений жилого, социально-бытового и культурного назначения |
| | | Аварии на электроэнергетических системах | Аварии на автономных ЭС с долговременными перерывами электроснабжения всех потребителей, выход из строя транспортных электроконтактных сетей |
| | | Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения | Аварии на канализационных системах с массовым выбросом загрязняющих веществ, на тепловых сетях в холодное время года, в системах снабжения населения питьевой водой, на коммунальных газопроводах |
| | | Аварии на очистных сооружениях | Аварии на очистных сооружениях сточных вод промышленных предприятий с массовым выбросом загрязняющих веществ, на очистных сооружениях промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ |
| | | Гидродинамические аварии | Прорывы плотин с образованием волн прорыва и катастрофических затоплений, с образованием прорывного паводка, прорывы плотин ,повлекшие смыв плодородных почв или отложение наносов на обширных территориях |
| 3. | экологические | Связанные с изменением состояния суши | Катастрофические просадки, оползни, обвалы земной поверхности из-за выработки недр при добыче п.и. и другой деятельности человека, наличие тяжелых металлов и других вредных веществ в почве сверх ПДК, интенсивная деградация почв, опустынивание на обширных территориях из-за эрозии, засоления, заболачивания почв |

| № п/п | Характер ЧС | ЧС | примеры |
|---|---|---|---|
| | | Связанные с изменением состава и свойств атмосферы | Резкие изменения погоды и климата в результате антропогенной деятельности, превышение ПДК вредных примесей в атмосфере, температурные инверсии над городами, «кислородный» голод в городах, значительное превышение ПД уровня городского шума, образование обширной зоны кислородных осадков, значительное изменение прозрачности атмосферы |
| | | Связанные с изменением состояния гидросферы | Резкая нехватка питьевой воды вследствие истощения источников или загрязнения , нарушение хозяйственной деятельности и экологического равновесия вследствие загрязнения зон внутренних морей и Мирового океана |
| | | Связанные с изменением состояния биосферы | Исчезновение видов животных, растений, чувствительных к изменению условий среды обитания, гибель растительности на обширной территории, резкое изменение способности биосферы к воспроизводству возобновляемых ресурсов, массовая гибель животных |

**3. Фазы развития ЧС**

Какими бы различными не были ЧС, в своём развитии они все проходят 4 характерные стадии: зарождение, инициирование, кульминация, затухание.

1. Стадия зарождения: создаются предпосылки будущей ЧС, накопление отклонений от нормального состояния или процесса (накапливаются технологические неполадки, происходят сбои в эксплуатации оборудования, работе инженерно технического персонала и т.д.). эта стадия может быть определена приблизительно.

2. Стадия инициирования : возникают технологические нарушения, этот период можно назвать «аварийной ситуацией» - авария ещё не произошла, но предпосылки видны. Оказывают влияние и внешние события (экстремальные погодные условия, стихийные бедствия, диверсии). В этот период в ряде случаев можно её предотвратить, либо существенно уменьшить её масштабы.

3. Стадия кульминации : процесс чрезвычайного события во время которого происходит непосредственное воздействие на людей, объекты и природную среду первичных поражающих факторов. В период аварии на производстве происходит высвобождение энергии, вещества; такая авария может носить разрушительный характер.

4. Стадия затухания: продолжается от момента устранения источников опасности до полной ликвидации последствий аварии, что может продолжаться годы и даже десятилетия.

## 1.9 Лекция № 13 (2 часа).

**Тема: «Прогнозирование и оценка обстановки при ЧС»**

**1.9.1 Вопросы лекции:**

1. Основные понятия и определения прогнозирования и оценки обстановки при ЧС.
2. Оценка радиационной обстановки.

2.1. Понятие об оценки радиационной обстановки и исходные данные для ее проведения.

2.2. Методика оценки радиационной обстановки.

**1.9.2 Краткое содержание вопросов:**

**1. Основные понятия и определения прогнозирования и оценки обстановки при ЧС.**

Под **прогнозированием обстановки** понимается заблаговременная ее оценка с учетом вероятных условий ведения военных действий или чрезвычайных ситуаций. Для прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени применяется вероятностный подход.

Полученные результаты прогнозирования используются при планировании мероприятий гражданской обороны и мероприятий по защите населения и территорий от ЧС для выработки рекомендаций по повышению устойчивости объектов, а также в ходе учений и тренировок.

Для прогнозирования обстановки используются соответствующие методики. В качестве основного поражающего фактора принимают фактор, вызывающий основные разрушения и поражения и его наибольшие параметры.

Под **выявлением обстановки** понимается сбор и обработка исходных данных о чрезвычайных ситуациях, определение размеров зон чрезвычайных ситуаций и нанесение их на карту (план).

Сущность **оценки обстановки** при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера заключается в определении влияния поражающих факторов источников ЧС на работу объектов экономики, жизнедеятельность населения и действия сил ликвидации чрезвычайных ситуаций. Оценка обстановки включает решение основных задач по выбору оптимальных действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций, работы объектов экономики и жизнедеятельности населения, анализ полученных результатов и выбор наиболее целесообразных вариантов действий, которые обеспечивают минимальные потери (исключают потери) при условии выполнения поставленных задач.

По результатам оценки обстановки вырабатываются данные, необходимые для обеспечения органов управления и властных структур региона, области, города, объекта необходимой информацией для принятия управленческих решений на:

а) укрытие персонала и населения в защитных сооружениях РСЧС;

б) принятие контрольных мер по доступу в зону поражения;

в) проведение профилактических мер;

г) эвакуацию и переселение людей;

д) дегазацию, дезактивацию, дезинфекцию и т.д.

Выявление и оценка обстановки осуществляется в 3 этапа:

**I этап** - заблаговременное выявление и оценка обстановки по прогнозу, по оценочным параметрам ЧС с учетом преобладающих среднегодовых метеоусловий.

Основанием для заблаговременного выявления и оценки обстановки являются сведения, полученные от соответствующих министерств, ведомств и органов Гидрометеослужбы. Полученные результаты необходимы для планирования мероприятий по защите населения и территорий.

**II этап** - выявление и оценка обстановки по прогнозу после ЧС,

Основанием для прогнозирования являются данные, поступившие от вышестоящих, нижестоящих и взаимодействующих органов управления по делам ГОЧС, объектов экономики и подчиненных сил разведки, наблюдения и контроля с учетом реальных метеоданных.

Полученные результаты необходимы для принятия решения соответствующими председателями КЧСПБ по защите населения и территорий, а также для уточнения задач органам разведки и проведения неотложных мероприятий по защите.

**III этап** - выявление и оценка фактической обстановки (по данным разведки). Основанием для этого являются данные, полученные от органов разведки, наблюдения и контроля.

Полученные данные необходимы для уточнения ранее принятых решений по защите населения и проведения работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Для оценки, какой бы то ни было обстановки, сложившейся или грозящей произойти в результате чрезвычайной ситуации, необходимо иметь:

1. Постоянную (заблаговременную) и переменную исходную информацию об источнике воздействия (поражения) на объект.

2. Моделирование процессов формирования зон поражения, распространения поражающих факторов и нанесения ущерба, с проведёнными заблаговременно расчётами.

3. Графическое отображение зон поражения соответствующих уровней и масштабов, необходимых для принятия управленческих решений.

4. Прогнозирование динамики развития ситуации и оценку её обстановки.

В настоящее время для оценки обстановки используются два метода:

1. Метод прогнозирования возможной ситуации - это:

а) разработка вероятностного представления о предельном риске возникновения ЧС при нежелательном состоянии потенциально-опасного объекта на территории;

б) количественная оценка вероятного ущерба и масштаба ЧС.

Цель прогнозирования обстановки - локализация (ограничение, прекращение действия) источников поражения и принятия мер экстренной защиты персонала объектов и населения.

Главная задача прогнозирования ЧС - определить*:*

Возможный масштаб и характер аварии.

Время начала воздействия и полного действия поражающих факторов ЧС.

Динамику изменения характеристик зон поражения.

Размеры зон возможного поражения.

Степень и плотность загрязнения среды наиболее биологически опасными элементами.

Порядок возможных действий на зараженной (поражённой) территории (допустимое время пребывания в зоне, время начала работ и её продолжительность).

Возможные потери персонала и населения в зоне аварии.

2. Оценка (анализ) обстановки по данным разведки

Оценка (анализ) обстановки по данным разведки – фактическим данным параметров и характеристик зон поражения.

Главная задача оценки обстановки - выявление возможных источников ЧС, т.е. ситуаций при которых:

а) существенно могут нарушиться условия жизнедеятельности людей на территории объектов, районов и т.д.;

б) возможны человеческие жертвы или ущерб здоровью большому количеству людей;

в) могут быть нанесены значительные материальные потери;

г) возможен значительный ущерб окружающей природной среде.

В целом результаты прогнозирования являются исходной основой для разработки долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных целевых программ, планов, а также для принятия соответствующих решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

## 2. Оценка радиационной обстановки

### 2.1. Понятие об оценки радиационной обстановки и исходные данные для ее проведения.

В настоящее время практически в любой отрасли хозяйства и науки во все более возрастающих масштабах используются радиоактивные вещества и источники ионизирующих излучений. Особенно высокими темпами развивается ядерная энергетика. Атомная наука и техника таят в себе огромные возможности, но вместе с тем и большую опасность для людей и окружающей среды.

Ядерные материалы приходится возить, хранить, перерабатывать. Все эти операции создают дополнительный риск радиоактивного загрязнения окружающей среды, поражения людей, животных и растительного мира.

В случае аварии на химически опасных объектах происходит не только заражение приземного слоя атмосферы, заражение водных источников, продуктов питания, почвы, но может произойти массовое поражение людей, животных и растений АХОВ (аварийно химически опасные вещества).

Опасность поражения людей, сельскохозяйственных животных, растений требует быстрой оценки радиационной и химической обстановки и принятия на основе анализа и выводов из оценки решения на ведение спасательных работ в очаге радиоактивного загрязнения и химического заражения.

При авариях на объектах атомной энергетики, а также в случае применения ядерного оружия радиоактивному загрязнению подвергнется воздух, местность и расположенные на ней сооружения, техника и имущество.

Наиболее характерным вариантом обстановки для сельскохозяйственного объекта, расположенного, как правило, в загородной зоне, может быть такая ситуация, когда объект оказывается вне зон воздействия ударной волны и светового излучения ядерного взрыва, но подвергается опасному радиоактивному загрязнению. При этом варианте обстановки управление по делам ГО и ЧС объекта проводит оценку влияния радиоактивного загрязнения на производственную деятельность объекта. На основании оценки уровня радиации, защитных свойств жилых и производственных зданий, противорадиационных укрытий, а также транспортных средств вырабатывается режим работы сельскохозяйственного объекта, который бы исключал радиационные потери среди рабочих и служащих.

Радиационная обстановка - это ситуация, складывающаяся на объекте в результате радиоактивного загрязнения местности и всех расположенных на ней предметов и требующая принятия определенных мер защиты, исключающих радиационные потери среди населения и животных.

Под оценкой радиационной обстановки понимают определение показателей радиоактивного загрязнения местности и влияния их на людей, животных, растения и сооружения.

К основным показателям относят: уровни радиации на территории объекта и размеры зон радиоактивного загрязнения местности.

Оценка радиационной обстановки является обязательным элементом работы управлений по делам ГО и ЧС и командиров ГО гражданских организаций и проводится для принятия необходимых мер по защите людей, животных, кормов, продовольствия, воды, техники и других объектов.

Оценка радиационной обстановки может проводиться двумя способами:

- по результатам прогнозирования;
- по данным радиационной разведки.

Целью прогнозирования радиоактивного загрязнения местности является установление с определенной степенью достоверности местоположения и размеров зон радиоактивного загрязнения. Для прогнозирования радиоактивного загрязнения необходимо знать время взрыва; координаты центра (эпицентра) взрыва; мощность ядерного взрыва; вид взрыва; направление и скорость среднего ветра в районе взрыва.

Радиационная обстановка, выявленная методом прогноза, дает только приближенные характеристики радиоактивного загрязнения. Однако она обладает неоспоримым преимуществом - быстротой получения данных о возможном загрязнении, что обеспечивает своевременное принятие мер по организации защиты людей, помогает выбрать наиболее целесообразные способы действий, поставить задачи разведке.

Фактическая радиационная обстановка выявляется поданным разведки на основании измеренных уровней радиации после выпадения радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва и образования следа облака на местности.

Для оценки радиационной обстановки необходимо иметь следующие исходные данные:

- время и вид ядерного взрыва, от которого произошло радиоактивное загрязнение объекта или маршрутов передвижения формирований;
- коэффициенты ослабления уровней радиации зданий, сооружений, убежищ, противорадиационных укрытий, транспортных средств, используемых для защиты;
- установленные для выполнения заданий допустимые дозы облучения;
- сроки выполнения поставленных задач;
- метеорологические данные (направление и скорость среднего ветра).

Время взрыва может быть установлено органами разведки или получено из управления по делам ГО и ЧС района или города. Если по каким-либо причинам время ядерного взрыва не установлено, то его определяют расчетным путем.

Если время ядерного взрыва неизвестно, то его определяют по скорости спада уровня радиации со временем. Для этого в какой-либо точке на территории объекта дважды одним и тем же прибором измеряют величину уровня радиации с определенным интервалом между замерами.

Затем рассчитывают отношение уровней радиации при втором и первом замерах $P_2$:$P_1$- По найденному отношению и известному интервалу времени определяют время с момента взрыва до второго измерения.

Значение коэффициентов ослабления уровня радиации зданиями, противорадиационными укрытиями и транспортными средствами берут из справочных материалов. Коэффициент показывает, во сколько раз укрытие ослабляет воздействие уровня радиации, а следовательно, и дозу облучения.

Значение коэффициента определяют по зависимости

$$К_{осл}=Р_{вн}+ Р_{в}$$

где $К_{осл}$ - коэффициент ослабления уровня радиации здания, сооружения, транспортного средства;

$Р_{вн}$, $Р_{в}$ - соответственно уровень радиации вне укрытия и внутри укрытия, Р/ч.

Допустимые дозы облучения устанавливают таким образом, чтобы они не вызывали у людей радиационных поражений. При установлении допустимых доз учитывают, что облучение может быть однократным и многократным.

Допустимые дозы для выполнения задания, как правило, определяют старшие начальники.

Сроки выполнения задач определяют старшие начальники, но по продолжительности они не должны превышать время, за которое личный состав может получить дозы выше допустимой.

Метеорологические данные управление по делам ГО и ЧС объекта будет получать с метеостанций или метеопостов.

**2.2. Методика оценки радиационной обстановки.**

В начале излагаются исходные данные в следующей последовательности.

Для оценки обстановки необходимо:

1. Дать определение что такое устойчивость работы сельскохозяйственного объекта.
2. Определить предел устойчивости здания и МТП к воздействию ударной волны.
3. Определить эталонный уровень радиации (на 1 час после взрыва) ($P_1$) на территории объекта

Воспользуемся формулой вычисления эталонной мощности:

$$P_1 = P_t t_{но}^{1.2}$$

где $P_t$ – уровень радиации принятый на произвольный момент времени $t_{но}$, отсчитанный от момента взрыва.

4. Определить и вычертить график спада мощности дозы ($P_t$) за период 96 часов. От момента взрыва первые и вторые сутки определение делать на 1, 2, 6, 12, 18, 24, 30, 42, 48, часов, третьи и четвертые сутки на 60, 72, 84, 96

5. Определить дозу облучения персонала МТП за 4 суток при условии его работы на открытой местности (время смены составляет 8 ч):

$$D_4 = \frac{5P_1\Delta t^{-0,2}}{k_{защ}}$$

где $\Delta t$ – время воздействия поражающего фактора, ч;

$$\Delta t = t_p - t_{но}$$

$t_p$ – время работы, ч

$k_{защ}$–коэффициент защиты здания, для открытой местности равен 1.

6. Определить требуемый коэффициент ослабления (Ктр.) при котором люди могут получить дозу облучения не более допустимой доза .

$$K_{Tp} = \frac{D_4}{D_{доп}}$$

7. Сравнивая коэффициент ослабления фактически ($К_{фак.}$) для зданий и сооружений (подвал) по заданию с коэффициентом требуемым ($К_{Тр.}$) необходимо сделать вывод: устойчиво ваше сооружение радиоактивному заражению или неустойчиво $К_{фак.}$ выбирается из таблицы.

## 1.10 Лекция № 14 (2 часа).

**Тема: «Устойчивость функционирования объектов агропромышленного комплекса»**

### 1.10.1 Вопросы лекции:

1. Общие понятия и основы устойчивости объектов.
2. Методика оценки устойчивости объекта.
3. Пути повышения устойчивости работы сельскохозяйственного объекта в ЧС.
4. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций.

### 1.10.2 Краткое содержание вопросов:

**1. Общие понятия и основы устойчивости объектов**

В современных условиях резко возрастают требования к безопасности и устойчивости функционирования народного хозяйства и объектов экономики в мирное и военное время. Это определяется ростом негативного влияния техногенных аварий и катастроф на природу и население страны. Статистика свидетельствует, что в последние годы материальные потери в результате чрезвычайных ситуаций ежегодно возрастают на 10—30%, а прирост валового национального продукта уже не в состоянии компенсировать потери от аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Определение понятий "устойчивость", "повышение устойчивости" функционирования народного хозяйства, территорий и объектов дается в "Каталоге основных понятий РСЧС":

— устойчивость функционирования народного хозяйства в ЧС— это способность территориальных и отраслевых звеньев народного хозяйства удовлетворять основные жизненно важные интересы населения и общества на уровне, обеспечивающем их защиту от опасностей, вызываемых источниками ЧС природного и антропогенного характера;

— устойчивость функционирования территорий в ЧС — это способность территориального звена народного хозяйства удовлетворять основные жизненно важные интересы населения и общества на уровне, обеспечивающем их защиту от опасностей, вызываемых источниками ЧС природного и антропогенного характера на

определенной территории.

Устойчивость любой технической системы — это возможность сохранения ее работоспособности при любых нештатных ситуациях.

К основным факторам, определяющим устойчивость функционирования различных объектов экономики, можно отнести:

- наличие надежной системы защиты персонала объекта от поражающих факторов возможных источников чрезвычайных ситуаций;
- физическую устойчивость объекта, т.е. способность всех его подсистем противостоять воздействию поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций;
- бесперебойность обеспечения производства всем необходимым для выпуска продукции (сырьем, топливом, комплектующими изделиями, электроэнергией, водой, газом, теплом и др.);
- бесперебойность работы структуры управления;
- возможность восстановления производства при его нарушении;
- заблаговременную подготовку формирований ГО для проведения спасательных и аварийно-восстановительньгх работ.

Реализовываться эти факторы должны еще на этапах проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию объектов экономики. При выборе площадок под строительство должна учитываться возможная степень опасности территорий в случае применения ядерного оружия, при авариях на радиационно и химически опасных объектах, а также возможных природных катаклизмах (катастрофических затоплениях, землетрясениях, ураганах и других стихийных бедствиях). Все элементы проектируемых объектов должны оцениваться на соответствие установленным критериям устойчивости от возможных поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций. В основе повышения устойчивости функционирования объектов экономики лежат следующие принципы:

- заблаговременность;
- дифференцированный подход;
- необходимая достаточность;
- комплексность проведения мероприятий защиты;
- равноустойчивость к поражающим факторам источников ЧС всех основных элементов объекта.

Проведению мероприятий по повышению устойчивости технических систем и объектов всегда предшествует исследование устойчивости конкретного объекта.

К исследованию устойчивости промышленного объекта (технической системы) обычно привлекается инженерно-технический персонал и работники отдела гражданской обороны, а в необходимых случаях — научно-исследовательские и проектные организации, принимавшие участие в проектировании объекта.

Общее руководство исследованиями осуществляет начальник ГО (директор предприятия), приказом которого определяются сроки проведения работ, состав рабочих групп и планы проведения исследования.

Исследованию подлежат здания основного и вспомогательного производства, транспортные коммуникации объекта, мосты, эстакады, транспортные туннели, подземные переходы и сооружения, коммунально-энергетические сети, системы водоснабжения и канализации, сети газо-, электро- и теплоснабжения, станочное и технологическое оборудование, технологические процессы производства, системы управления производством и его материально-технического снабжения. В зависимости от особенностей производства на каждом объекте могут быть выделены дополнительные области исследования и созданы соответствующие группы.

На первом этапе исследования промышленного объекта .проводится анализ уязвимости и устойчивости его отдельных элементов в условиях ЧС. Важной частью этой

работы является оценка опасности выхода из строя или разрушения отдельных элементов, а также всего объекта в целом. На этом этапе проводятся работы по анализу:

- последствий аварий отдельных систем производства;
- распространения ударной волны по территории предприятия (взрыв резервуаров, коммуникаций, взрывоопасных веществ, ядерных зарядов и т.п.);
- распространения огня при различных видах пожаров;
- надежности установок и промышленных комплексов;
- рассеивания веществ, высвобождающихся при чрезвычайных ситуациях;
- возможности вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей и т.п.

На втором этапе разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости и заблаговременной подготовке объекта к восстановлению (изменению) после чрезвычайной ситуации.

Исследование устойчивости функционирования объекта начинается задолго до ввода его в эксплуатацию. На стадии проектирования определенные работы выполняют проектировщики. Аналогичные исследования объекта проводятся со-, ответствующими службами на стадии технических, экономических, экологических и иных видов экспертиз. Каждая реконструкция или расширение объекта также требуют нового исследования устойчивости. Таким образом, исследование устойчивости — это не одноразовое действие, а длительный, динамичный процесс, требующий постоянного внимания со стороны руководства, инженерно-технического персонала, служб гражданской обороны.

При оценке внутренней планировки территории объекта определяется влияние плотности и типа застройки на возможность возникновения и распространения пожаров, образование завалов входов в убежища и проходов между зданиями. Особое внимание обращается на участки, где могут возникнуть вторичные факторы поражения. При этом прогнозируются последствия:

— утечки тяжелых и легких газов и токсичных дымов;
— пожаров цистерн, колодцев, фонтанов;
— воздействия шаровых молний;
— взрывов паров легковоспламеняющихся жидкостей;
— нагрева и испарения бассейнов и емкостей с различными жидкостями;
— рассеивания продуктов сгорания во внутренних помещениях;
— токсичного воздействия на человека продуктов горения и иных химических веществ;
— тепловой радиации при пожарах.

**2. Методика оценки устойчивости объекта**

Цель оценки устойчивости объекта состоит в выявлении наиболее уязвимых мест в производственных помещениях, технологическом оборудовании и коммуникациях и подготовке предложений по повышению устойчивости объекта в целом.

Оценка устойчивости объекта проводится в два этапа. В процессе первого на основе прогноза определяют вероятную обстановку, которая может сложиться на объекте при возникновении чрезвычайных ситуаций.

На втором этапе исследований разрабатывают план мероприятий по повышению устойчивости работы объекта, который выполняют в процессе обычной производственной деятельности и в период угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций.

Оценка надежности системы защиты персонала объекта сводится к определению коэффициента надежности защиты ($К_{нз}$), который вытекает из определения коэффициентов инженерной защиты персонала ($К_{,инж.з}$), его оповещенности ($К_{оп}$), обученности ($К_{об}$) обеспеченности персонала средствами индивидуальной защиты, наличия и реальности плана эвакуации и рассредоточения персонала объекта и членов их семей в загородной зоне. Коэффициенты определяются как частное от деления, например, суммарной вместимости

всех убежищ на общую численность персонала или числа обученных на общую численность персонала.

Оценка воздействия ударной волны ядерного взрыва. Критерием для определения устойчивости объектов экономики к воздействию ударной волны ядерного взрыва является величина избыточного давления, при которой элементы зданий, сооружений и инженерных коммуникаций либо сохраняются, либо получают слабые и частично средние разрушения.

Значения величины избыточного давления во фронте ударной волны, при которых происходят разрушения зданий, сооружений и оборудования, находятся по таблицам и формулам. Результаты оценки устойчивости зданий, сооружений и Коммуникаций к избыточному давлению обобщаются в виде Таблицы.

После оценки отдельных сооружений оценивается объект в целом. При этом его устойчивость определяют по тому зданию и сооружению, которое разрушается при наименьшем избыточном давлении.

Завершив оценочные работы, приступают к разработке мероприятий, необходимых для повышения устойчивости наиболее уязвимых зданий или сооружений к воздействию ударной волны ядерного взрыва.

Оценка воздействия светового (теплового) излучения. Устойчивость объекта к воздействию светового (теплового) излучения оценивают по способности его элементов противостоять загоранию и возникновению пожаров. Она зависит от величины светового импульса, огнестойкости сооружений, пожаро- и взрывоопасности производства.

Самыми опасными являются помещения, здания и сооружения, возведенные из сгораемых материалов. Однако даже здания и сооружения, выполненные из несгораемых материалов, могут выдерживать воздействие огня или высоких температур только относительно непродолжительное время.

При оценке устойчивости сооружений объекта вначале изучаются характер каждого строения и наиболее легко возгораемые элементы его, затем определяются величины световых импульсов (тепловых потоков), при которых происходят воспламенения элементов объекта, и сравниваются с возможным, световым импульсом от источника ЧС.

При оценке устойчивости объекта к световому излучению внимательно изучают все строения, расположенные в радиусе возможного возгорания, а также анализируют последствия, которые могут возникнуть от пожара, с учетом характера производства и плотности застройки. Возникновение единичных пожаров и превращение их в сплошные зоны огня определяются плотностью застройки.

Результаты оценки теплового воздействия заносятся в сводную таблицу, анализируются, делаются выводы и определяются мероприятия по повышению устойчивости конструкций, предел физической устойчивости которых меньше установленных для объекта.

Оценка воздействия радиоактивного заражения. Работа объекта в первую очередь будет зависеть от степени поражения ионизирующими излучениями его персонала и заражения выпускаемой продукции радиоактивными веществами. Критерием определения устойчивости является максимально допустимая доза облучения, которая не приводит к потере работоспособности и заболеванию людей лучевой болезнью.

Оценка устойчивости объекта к воздействию этих факторов включает определение коэффициента ослабления радиации зданиями и сооружениями. По результатам оценки защитных свойств зданий и сооружений от ионизирующих излучений разрабатываются мероприятия по защите рабочих и служащих предприятия.

Оценка воздействия электромагнитного импульса (ЭМИ). Критерием устойчивости к ЭМИ является наличие на объекте подавителей пиковых напряжений и нагрузок (ППНН), которые они могут выдержать по сравнению с максимально возможными при ядерных взрывах. Подавители пиков напряжений включают в себя газонаполненные или вакуумные искровые разрядники, обеспечивающие уровень защиты от нескольких сотен до десятков тысяч вольт и быстродействие до нескольких наносекунд.

Оценка устойчивости системы управления, связи и оповещения. Управление объектом составляет основу деятельности руководства ГО по своевременному и успешному выполнению поставленных перед ней задач. Критериями устойчивости системы управления являются наличие и состояние оборудования пунктов управления (ПУ); надежность защиты личного состава, ПУ и узлов (средств) связи; структура и возможности расчетов ПУ; надежность системы связи и оповещения.

После завершения оценки разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости системы управления, связи и оповещения.

**3. Повышение устойчивости работы сельскохозяйственного объекта в ЧС**

Повышение устойчивости работы объекта экономики зависит от факторов, определяющих непрерывность его работы. Остановимся на основных из них.

Важнейшим фактором повышения устойчивости работы любого объекта экономики является создание системы надежной защиты персонала. С этой целью возводятся защитные сооружения типа убежищ для укрытия наибольшей работающей смены предприятия и ПРУ в загородной зоне для отдыхающей смены и членов их семей. На участках с непрерывным производственным процессом строятся индивидуальные убежища с ,дистанционным управлением технологическим процессом. Проводятся подготовительные мероприятия по рассредоточению и эвакуации в загородную зону производственного персо-[ нала и членов их семей; накоплению, хранению и поддержанию готовности средств индивидуальной защиты. Важнейшим элементом подготовки к защите является обучение рабочих и служащих умелому применению средств и способов защиты, действиям в чрезвычайных ситуациях, а также в составе формирований при проведении спасательных и аварийно-восстановительных работ.

Защита инженерно-технического комплекса предусматривает сохранение материальной основы производства: зданий и сооружений, технологического оборудования и коммунально-энергетических сетей.

Здания и сооружения при строительстве на объекте необходимо размещать рассредоточено. Между зданиями должны быть предусмотрены противопожарные разрывы шириной не менее суммарной высоты двух соседних зданий. Наиболее важные производственные здания необходимо строить заглубленными или пониженной высоты, по конструкции — лучше железобетонные с металлическим каркасом. В каменных зданиях перекрытия должны быть из армированного бетона или из ,бетонных плит. Большие здания следует разделять на секции несгораемыми стенами (брандмауэрами).

Складские помещения для хранения легковоспламеняющихся веществ (бензина, керосина, нефти, мазута) должны I. размещаться в отдельных блоках заглубленного или полузаглубленного типа у границ объекта или за ее пределами.

От устойчивости зданий и сооружений зависит в основном устойчивость всего объекта. Повышение их устойчивости достигается устройством каркасов, рам, подкосов, контрфорсов, промежуточных опор для уменьшения пролета несущих конструкций. Для повышения прочности невысокие сооружения частично обсыпаются грунтом; высокие (трубы, вышки, башни, колонны) — закрепляются оттяжками, рассчитанными на воздействие скоростного напора ударной волны.

Защита емкостей со СДЯВ и легковоспламеняющимися жидкостями осуществляется путем их обвалования (создания земляного вала вокруг емкости, рассчитанного на удержание полного объема жидкости).

Основные мероприятия по повышению устойчивости технологического оборудования ввиду его более высокой прочности по сравнению со зданиями, в которых оно размещается, заключаются в сооружении над ним специальных устройств в виде кожухов, шатров, зонтов и т.п., защищающих его от повреждения обломками разрушающихся конструкций. При недо-статочной устойчивости самого оборудования в целях повышения сохранности после

действия скоростного напора ударной волны оно должно быть прочно закреплено на фундаментах анкерными болтами.

Повышение устойчивости систем электроснабжения достигается проведением как общегородских, так и объектовых инженерно-технических мероприятий. Электроэнергия должна поступать на объект как минимум с двух направлений. При энергопитании с одного направления устанавливается автономный (аварийный) источник (передвижная электростанция). Трансформаторные помещения, распределительная аппаратура и приборы надежно защищаются, в том числе и от электромагнитного импульса ядерного взрыва.

Особое внимание нужно уделять обеспечению устойчивости систем снабжения газом. Всю систему газоснабжения следует закольцевать, что позволит отключить поврежденные участки и использовать сохранившиеся линии. На газопроводах необходимо устанавливать запорную арматуру с дистанционным управлением и краны, автоматически перекрывающие подачу газа при разрушении труб.

Исключительное значение имеет создание устойчивой системы водоснабжения объекта. Обеспечение водой осуществляется от двух источников — основного и резервного, один из которых должен быть подземным (артезианская скважина). Резервными источниками могут быть близко расположенный водоем, от которого к объекту заблаговременно подводится трубопровод, а также резервуары с запасом воды, защищенные от радиоактивного, химического и биологического заражения. Сети водоснабжения оборудуются задвижками для отключения отдельных участков при авариях.

Устойчивость работы объектов во многом определяется •также надежностью функционирования систем паро- и теплоснабжения. Промышленные объекты должны всегда иметь два I источника пара и тепла — внешний (ТЭЦ) и внутренний (местные котельные). Тепловая сеть закольцовывается, параллельные участки соединяются. Паропроводы прокладываются под землей в специальных траншеях.

Кроме перечисленных на объектах проводятся и дополнительные мероприятия. Непосредственно на производственной территории максимально сокращаются запасы взрывоопасных, горючих и сильнодействующих ядовитых веществ, а сверхнормативные запасы вывозятся на безопасное расстояние. На I трубопроводах устанавливаются автоматические отключающие устройства и клапаны — отсекатели, перекрывающие вышедшие из строя участки.

Для целей нейтрализации СДЯВ на химических предприятиях необходимо иметь запас различных дегазационных веществ (щелочей, водного раствора аммиака, сернистого на-5,трия и др.). В цехах целесообразно оборудовать автоматическую сигнализацию, которая позволяла бы предотвращать аварии, взрывы и загазованность территории, а также подготовить и рационально разместить средства пожаротушения.

Для обеспечения непрерывного управления на объекте необходимо иметь:

— надежно защищенные пункты управления, диспетчерские пункты, АТС и радиоузел, резервную электростанцию для зарядки аккумуляторов и питания радиоузла;
— надежную связь с местными органами, вышестоящим начальником ГО и его штабом, с формированиями на объекте и в загородной зоне;
— эффективную систему оповещения должностных лиц и всего производственного персонала предприятия.

Надежность материально-технического снабжения обеспечивается организацией устойчивых производственных связей с предприятиями-поставщиками; заблаговременной подготовкой складов для хранения готовой продукции; переходом на местные источники сырья и топлива; строительством за пределами крупных городов филиалов предприятий; созданием на объектах запасов сырья, топлива, оборудования, материалов и комплектующих деталей; организацией маневра запасами в пределах объединения, отрасли.

Светомаскировка объектов экономики проводится для затруднения их обнаружения и опознания авиацией в темное время суток оптическими средствами. Она включает мероприятия по снижению освещенности населенных пунктов и объектов экономики, интенсивности

сигнальных, транспортных и производственных огней, имитацию демаскирующих признаков на специально созданных ложных объектах.

Таким образом, из всего вышеизложенного вытекает, что обеспечение устойчивости функционирования экономики, территорий и объектов в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени — сложная и многоплановая задача. Решение ее необходимо и возможно лишь на базе глубокого изучения отечественного и зарубежного опыта, сосредоточения усилий органов управления всех уровней, заблаговременной подготовки объектов и проведения предупредительных мероприятий по минимизации ущерба от чрезвычайных ситуаций.

**4. Ликвидация чрезвычайных ситуаций**

**Ликвидация чрезвычайных ситуаций** — это аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизней и сохранение здоровья людей, снижение ущерба природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

Ликвидация чрезвычайной ситуации считается завершенной по окончании проведения спасательных и других неотложных работ.

| Ликвидация ЧС | |
|---|---|
| Аварийно-спасательные работы | Другие неотложные работы |
| 1. Разведку маршрутов движения формирований и участков предстоящих работ. | 1. Прокладка колонных путей и устройство проездов (проходов) в завалах и на зараженных участках. |
| 2. Тушение пожаров на путях движения формирований и участках работ. | 2. Локализация аварий на коммунально-энергетических и технологических сетях. |
| 3. Розыск пораженных и извлечение их из завалов, поврежденных и горящих зданий, загазованных, задымленных и затопленных помещений. | 3. Укрепление или обрушение угрожающих обвалом конструкций зданий (сооружений) на путях движения к участкам проведения работ. |
| 4. Оказание первой доврачебной помощи пораженным и эвакуация их в лечебные учреждения. | |
| 5. Санитарная обработка людей, обеззараживание их одежды, территории, сооружений, техники, воды и продовольствия. | |

Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций должна выполняться в максимально короткие сроки. В этой деятельности различают три основных этапа.

На первом этапе реализуются мероприятия по *экстренной защите населения.* Через систему оповещения население информируют о возникновении чрезвычайных ситуаций и о необходимости использования средств индивидуальной защиты. Проводятся эвакуация людей из опасных зон и оказание им первой медицинской помощи. Принимаются неотложные меры для локализации аварий, а в случае необходимости вводится в действие комплекс противопожарных мероприятий. На этом этапе проводится подготовка к выполнению спасательных и других неотложных работ. Для этого заблаговременно создаются специально обученные спасательные формирования. На промышленных объектах спасательные подразделения формируются из числа работников этого объекта (подразделения гражданской обороны объекта).

Для получения сведений о сложившейся в результате чрезвычайной ситуации обстановке проводят разведку очага поражения – территории, на которой возникли

негативные последствия в результате действия опасных и вредных факторов, вызванных чрезвычайной ситуацией. Форма очага поражения зависит от вида чрезвычайной ситуации: при взрывах и землетрясениях – форма круглая, при ураганах, затоплениях и смерчах – имеет вид полосы, при пожарах и оползнях образуется очаг поражения неправильной формы и т.д. Различают простые и сложные (комбинированные) очаги поражения. Простые очаги поражения возникают под действием одного опасного или вредного фактора чрезвычайной ситуации, а комбинированные – от воздействия нескольких факторов.

На втором этапе проводятся *спасательные и другие неотложные работы,* а также продолжается выполнение задач по защите населения и уменьшению последствий чрезвычайных ситуаций, начатых на первом этапе. Продолжаются локализация и тушение пожаров, а также спасение людей из горящих зданий и сооружений. Если в результате чрезвычайной ситуации разрушены или завалены защитные укрытия и убежища, в которых находились люди, проводится их розыск и извлечение из завалов. Пострадавших и получивших ранения доставляют в медицинские учреждения. Продолжается также эвакуация населения из опасных зон.

В случае необходимости (выброса в окружающую среду радиоактивных или токсичных химических веществ, а также бактериологических агентов) проводят специальную обработку, которая представляет собой комплекс мероприятий, проводимых с целью восстановления готовности людей, входящих в состав специальных формирований, и используемой техники к продолжению аварийно-восстановительных работ в очагах поражения, а также подготовки объектов к возобновлению производственной деятельности.

Специальная обработка состоит из обеззараживания и санитарной обработки. Обеззараживание включает в себя следующие операции: дезактивацию, дегазацию, дезинфекцию и дератизацию. *Дезактивация* – это удаление радиоактивных веществ с поверхностей различных предметов, а также очистка от них воды. Различают механический и физико-химический (химический) способы удаления радиоактивных веществ (радиоактивной пыли) с очищаемых поверхностей. Механическое удаление радиоактивной пыли сводится к смыванию ее водой под давлением с поверхности загрязненных предметов. При использовании химического способа радиоактивную пыль связывают специальными растворами, препятствуя тем самым ее распространению в окружающей среде. Для этого используют поверхностно-активные (порошок Ф-2, препарат ОП-7 и ОП-10) и комплексообразующие вещества, кислоты и щелочи (фосфаты натрия, трилон Б, щавелевую и лимонную кислоты, соли этих кислот).

Следующая операция обезвреживания – *дегазация.* Ее используют для разложения отравляющих и сильнодействующих ядовитых веществ до нетоксичных продуктов. В качестве дегазирующих веществ используются также химические соединения, которые вступают в реакцию с отравляющими и сильнодействующими ядовитыми веществами.

Для удаления отравляющих и сильнодействующих химических веществ с зараженных поверхностей используют моющие растворы, приготовленные на основе порошка СФ-24 или бытовых синтетических моющих веществ. Эти растворы, не обезвреживают отравляющие вещества, а лишь позволяют быстро смыть их с зараженной поверхности.

Дегазацию проводят с применением воды, моющих растворов, растворов дегазирующих и органических веществ, используя моечные машины. Если имеет место комбинированное загрязнение радиоактивными и отравляющими веществами, то сначала проводят дегазацию, а уж затем дезактивацию.

Для уничтожения возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных в окружающей среде проводят *дезинфекцию.* Ее осуществляют физическими, химическими и механическими методами.

Физические методы применяют в основном при кишечных инфекциях. К ним относятся: кипячение белья, посуды, предметов ухода за больными, сжигание ненужных и непригодных для дальнейшего использования вещей. Химический метод дезактивации заключается в уничтожении болезнетворных микробов и разрушении токсинов

дезинфицирующими веществами, в качестве которых используются этанол, пропанол, фенол (карболовая кислота) и его производные (например, трихлорофенол), а также ряд других веществ. Зараженную бактериологическими агентами территорию обрабатывают (поливают) дезинфицирующими веществами. Этот способ дезактивации является основным. Механический метод дезинфекции заключается в удалении зараженного слоя грунта или устройстве настилов.

С целью предотвращения распространения инфекционных заболеваний используют методы *дератизации,* заключающиеся в уничтожении переносчиков этих заболеваний (мышей, крыс, других грызунов). Как и дезинфекция, дератизация может осуществляться химическим, механическим и биологическим методами. Например, крыс уничтожают, используя в качестве ядохимиката карбонат бария.

Как уже сказано выше, специальная обработка включает в себя и *санитарную обработку,* под которой понимают комплекс мероприятий по ликвидации заражения личного состава спасательных формирований и населения радиоактивными и отравляющими веществами, а также бактериологическими средствами. При санитарной обработке обеззараживают как поверхность тела человека, так и наружные слизистые оболочки. Обрабатывают также одежду, обувь и индивидуальные средства защиты.

Различают полную и частичную санитарную обработку. Первой из них подвергается личный состав спасательных формирований, а также эвакуированное население после выхода из загрязненных зон. При полной санитарной обработке обеспечивается полное обеззараживание от радиоактивных, отравляющих и бактериальных средств. Она проводится на пунктах специальной обработки людей. Одежда и другие предметы и вещи обеззараживают камерным или газовым методом, а также замачиванием в растворах дезинфектов и последующей стиркой, кипячением и др.

Частичная санитарная обработка осуществляется непосредственно в очаге поражения для исключения вторичного инфицирования людей. При этом проводят механическую очистку и обработку открытых участков кожи, поверхностей одежды, обуви и индивидуальных средств защиты.

На заключительном (третьем) этапе начинаются работы по восстановлению функционирования объектов народного хозяйства, которые выполняются строительными, монтажными и другими специальными организациями. Кроме этого, осуществляется ремонт жилья или возведение временных жилых построек. Восстанавливаются также энерго- и водоснабжение, объекты коммунального обслуживания и линии связи. После окончания этих и ряда других работ производится возвращение (реэвакуация) населения к месту постоянного жительства.

### 1.11 Лекция № 15 (2 часа).

**Тема: «Защита населения и ликвидация последствий при ЧС»**

#### 1.11.1 Вопросы лекции:

1. Принципы защиты населения в чрезвычайных ситуациях.
2. Организация эвакуации из зон ЧС.
3. Защитные сооружения.
4. Средства индивидуальной и медицинской защиты.

#### 1.11.2 Краткое содержание вопросов:

**1. Принципы защиты населения в ЧС**

**Защита населения в ЧС** - это комплекс мероприятий, проводимых с целью недопущения поражения людей или максимального снижения степени воздействия

поражающих факторов. Принципы защиты населения приведены на рисунке 1, способы защиты населения на рисунке 2.

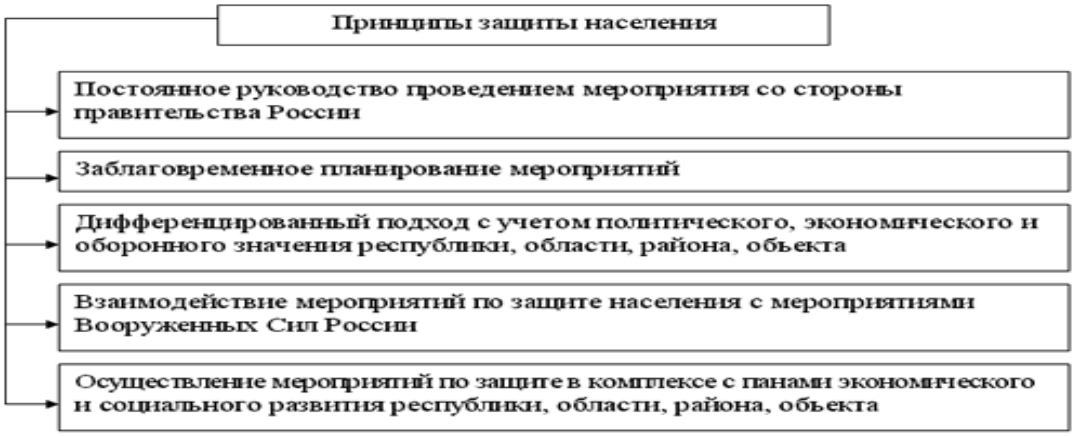



Рисунок 1 - Принципы защиты населения

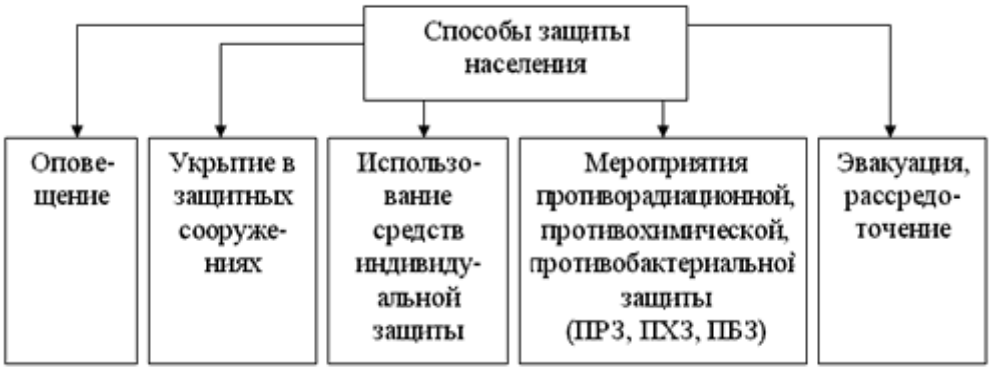



Рисунок 2 - Способы защиты населения

Особо важное значение в комплексе мероприятий по защите населения принадлежит оповещению о возможной опасности с помощью сигналов ГО (рисунок 3).

Рисунок 3 - Сигналы оповещения

**2. Организация эвакуации из зон ЧС**

Под *эвакомероприятиями* понимают рассредоточение и эвакуацию населения из категорированных городов в загородную зону. Они организуются в соответствии с планами ГО района (объекта).

*Рассредоточение* - это вывоз транспортом и вывод пешим порядком рабочих и служащих организаций и предприятий, продолжающих работу в условиях ЧС из городов и населенных пунктов с размещением их в загородной зоне для отдыха и проживания.

*Эвакуация* - это вывоз и выход рабочих и служащих объектов, деятельность которых переносится в загородную зону или прекращается на время ЧС, а также всего нетрудоспособного населения. Эвакуация проводится из тех районов, где пребывание населения может привести к поражению выше допустимых пределов и где нельзя обеспечить его защиту другими способами.

Эвакуация проводится после тщательной подготовки людей, транспорта, изучения маршрутов движения. Способы эвакуации приведены на рисунке 4.

Рисунок 4 - Способы эвакуации

При планировании мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС намечают мероприятия и временные параметры эвакуации:

- определение вида эвакуации;
- расчет рабочих и служащих на проведение эвакуации;
- мероприятия по безаварийной обстановке производства;
- подготовка схем завершения марша к пунктам временного размещения;
- организация охраны объекта и меры по усилению пропускного режима при проведении эвакуации, её завершении и ликвидации последствий ЧС;
- организация материально-технического и бытового обеспечения эвакуированных.

Виды эвакуации:

- укрытие в защитных сооружениях;
- использование защитных свойств зданий и сооружений.

Вид эвакуации можно определить по формуле в зависимости от фактора внезапного наступления ЧС:

$$T = Tчс – Tэвак,$$

где $T$ - время, имеющееся в запасе для организации эвакомероприятий, ч;$Tчс$ - время наступления ЧС;

$Tэвак$ - время, необходимое для организации эвакомероприятий (определяется по плану графику эвакомероприятий).Например, время подхода облака (хлор) заражённого воздуха к объекту 30 мин., время подготовки к проведению эвакомероприятий 40 мин.; Т = 30 мин. - 40 мин. = -10 мин., т.е. времени на вывод людей за пределы объекта нет. Способ защиты: перевод людей на верхние этажи, герметизация помещений.

Расчет рабочих и служащих на проведение эвакомероприятий производится исходя из наибольшей работающей смены мирного времени.

**3. Защитные сооружения**

Защитные сооружения относятся к средствам коллективной защиты. Они подразделяются на несколько видов (таблица 1., рисунок 5).

Таблица 1 - Защитные сооружения

| Убежища | Противорадиационные укрытия | Простейшие укрытия |
|---|---|---|
| Герметичные укрытия; обеспечивают защиту от всех поражающих факторов (высоких температур, огня, радиоактивных, отравляющих, аварийно химически опасных веществ, обвалов обломков разрушенных зданий). | Негерметичные укрытия, построенные заблаговременно или приспособленные (погреба, подполья, овощехранилища). Обеспечивают защиту от радиоактивных излучений с коэффициентом ослабления радиации до 300 раз. | Открытые или перекрытые щели. Обеспечивают защиту от радиоактивного излучения с коэффициентом ослабления до 20 раз (после дезактивации - до 40-50 раз соответственно). |

Рисунок 5 - Классификация защитных сооружений

**К убежищам** (рисунок 7) относятся сооружения, обеспечивающие наиболее надежную защиту людей от всех поражающих факторов ядерного оружия - от ударной волны, светового излучения, проникающей радиации (включая н нейтронный поток) и от радиоактивного заражения. Убежища защищают также от отравляющих веществ и бактериальных средств, от высоких температур и вредных газов в зонах пожаров и от обвалов и обломков разрушений при взрывах.

Требования к убежищам приведены на рисунок 6.

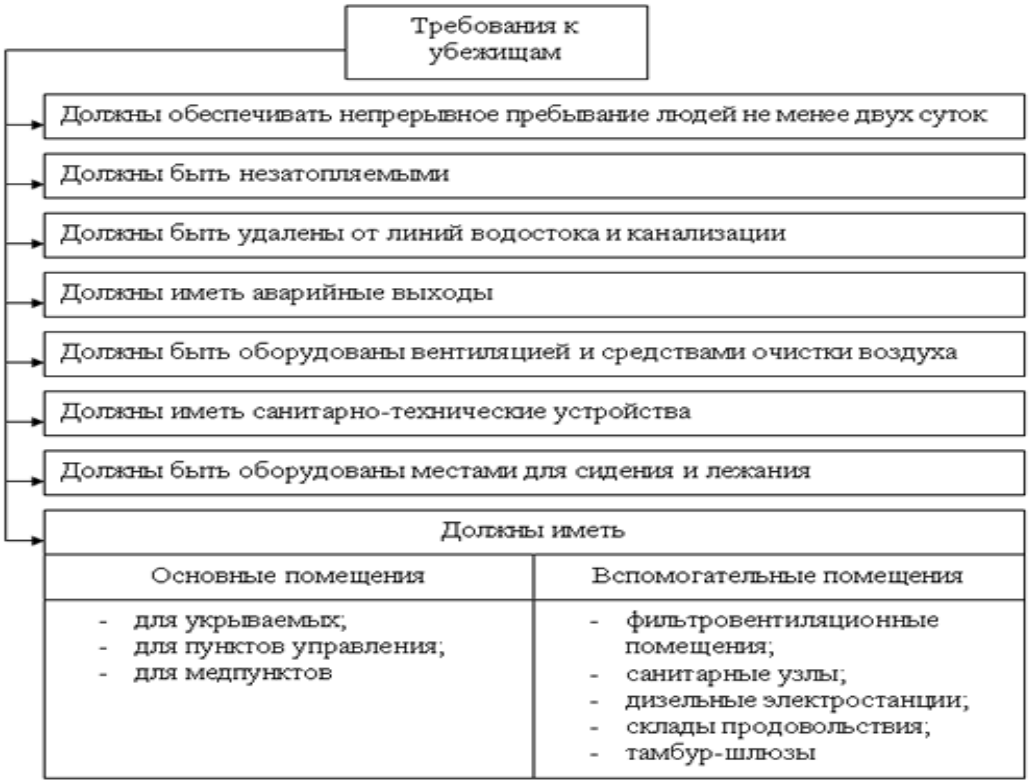



Рисунок 6. Основные требования к убежищам

Люди могут находиться в убежищах длительное время, даже в заваленных убежищах безопасность их обеспечивается в течение нескольких суток. Надежность защиты в убежищах достигается за счет прочности ограждающих конструкций и перекрытий их, а также за счет создания санитарно-гигиенических условий, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность людей в убежищах в случае заражения окружающей среды на поверхности радиоактивными, отравляющими веществами и бактериальными средствами или возникновения массовых пожаров.

Наиболее распространены встроенные убежища. Под них обычно используют подвальные или полуподвальные этажи производственных, общественных и жилых зданий.

Безмолвно также строительство убежищ в виде отдельно стоящих сооружений. Такие убежища полностью или частично заглублены и обсыпаны сверху и с боков грунтом. Под них могут быть приспособлены различные подземные переходы и галереи, метрополитены, горные выработки.

Убежища должны располагаться в местах наибольшего сосредоточения людей, для укрытия которых они предназначены.

Убежище состоит из основного помещения, предназначенного для размещения укрываемых людей, и вспомогательных помещений-входов, фильтровентиляционной камеры, санитарного узла, для отопительного устройства, а в ряде случаев и помещений для защищенной дизельной установки и артезианской скважины. В убежище большой вместимости могут быть выделены помещения под кладовую для продуктов питания и под медицинскую комнату.

Помещение, предназначенное для размещения укрываемых, рассчитывается из определенное количество людей: на одного человека предусматривается не менее 0,5 м" площади пола и 1,5 м" внутреннего объема. Большое по площади помещение разбивается на отсеки вместимостью по 50-75 человек. В помещении (отсеках) оборудуются двух- или трехъярусные нары-скамейки для сидения и полки для лежания; места для сидения устраиваются размером 0,45х 0,45 м, а для лежания -0,55х 1,8 м.

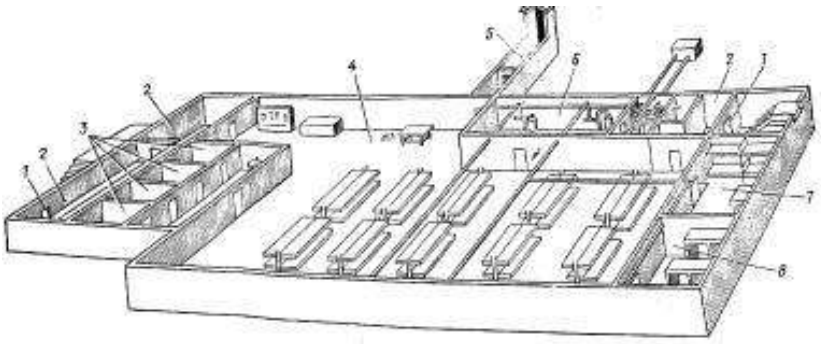


Рисунок 7 - Типовая схема убежище

Для того чтобы в помещения, где располагаются укрываемые, не проникал зараженный радиоактивными, отравляющими веществами и бактериальными средствами воздух, они хорошо герметизируются. Это достигается повышенной плотностью стен и перекрытий таких помещений, заделкой в них всевозможных трещин, отверстий и пр., а также соответствующим оборудованием входов.

Убежище обычно имеет не менее двух входов, расположенных в противоположных сторонах. Встроенное убежище должно иметь, кроме того, аварийный выход.

Входы в убежище в большинстве случаев оборудуются в виде двух шлюзовых камер (тамбуров), отделенных от основного помещения и перегороженных между собой герметическими дверями.

Снаружи входа устраивается прочная защитно-герметическая дверь, способная выдержать давление ударной волны ядерного взрыва. Вход может иметь предтамбур.

Аварийный выход представляет собой подземную галерею с выходом на незаваливаемую территорию через вертикальную шахту, заканчивающуюся прочным оголовком ( незаваливаемой считается территория, расположенная на расстоянии от окружающих зданий, равном половине высоты ближайшего здания плюс 3 м). Аварийный выход закрывается защитно-герметическими ставнями, дверями или другими открывающимися устройствами для отсекания ударной волны.

В фильтровентиляционной камере размещается фильтровентиляционный агрегат, обеспечивающий вентиляцию помещений убежища и очистку наружного воздуха от радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств.

Фильтровентиляционный агрегат-это обычно агрегат ВФА-49, ФВК.1 или ФВК-2, состоящий из фильтров-поглотителей, противопыльного фильтра и вентилятора и входящий в систему фильтравентиляции убежища (рисунок 8). В эту систему, кроме того, входят воздухозаборное устройство, воздуховоды, клапаны-отсекатели ударной волны ядерного взрыва, регулирующая аппаратура.

Фильтровентиляционная система может работать в двух режимах: чистой вентиляции и фильтровентиляции. В первом режиме воздух очищается от грубодисперсной радиоактивной пыли (в противопыльном фильтре), во втором - от остальных радиоактивных и веществ, а также от отравляющих веществ и бактериальных средств (в фильтрах-поглотителях).

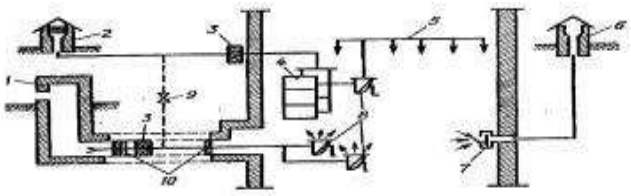


Рисунок 8 - Фильтровентиляция убежища.

Количество наружного воздуха, подаваемого в убежище но режиму чистой вентиляции, устанавливается в зависимости от температуры воздуха в количестве от 7 до 20

м-ч, по режиму фильтровентиляции- от 2 до 8 м-/ч на укрываемого человека. Подача воздуха осуществляется по воздуховодам с помощью вентилятора.

При расположении убежища в месте, где возможен сильный пожар или загазованность территории сильнодействующими ядовитыми веществами, может предусматриваться режим полной изоляции помещений убежища с регенерацией воздуха в них.

Сети воздуховодов, расположенные в убежище, окрашиваются в отличительные цвета: режима чистой вентиляции - в белый, режима фильтровентиляции- в красный. Трубы рециркуляции воздуха окрашиваются также в красный цвет.

Если убежище загерметизировано надежно, то после закрывания дверей, ставен и приведения фильтровентиляционного агрегата в действие давление воздуха внутри убежища становится несколько выше атмосферного (образуется так называемый подпор).

В убежище оборудуются различные инженерные системы: электроснабжения (трубы с электропроводкой окрашены в черный цвет), водоснабжения (трубы окрашены в зеленый цвет), отопления (трубы окрашены в коричневый цвет). В нем оборудуется также радиотрансляционная точка (громкоговоритель) и устанавливается телефон (при возможности организуется радиосвязь).

В помещениях убежища размещаются, кроме того, комплект средств для ведения разведки (дозиметрические приборы, приборы химической разведки и т. л.), защитная одежда, средства тушения пожара, аварийный запас инструмента, средства аварийного освещения, запас продовольствия и воды.

В убежище должны быть также документы, определяющие характеристику н правила содержания его, паспорт, план, правила содержания и табель оснащения убежища, схема внешних и внутренних сетей с указанием отключающих устройств, журнал проверки состояния убежища и др.

Противорадиационные укрытия.

При взрывах ядерных боеприпасов по следу движения облака взрыва выпадают радиоактивные вещества. Этими веществами заражаются местность, сооружения, посевы, водоемы и т. п.; люди, оказавшиеся на следе облака взрыва вне укрытий, могут получить поражение в результате попадания радиоактивных веществ в организм при дыхании, с пищей или водой, а также в результате внешнего облучения. С течением времени уровни радиации на местности снижаются и доходят до безопасных для человека значений. Так, уровень радиации после наземного взрыва через 2 ч. уменьшается почти вдвое, через 3 ч - в четыре раза, через 7ч- в десять раз, через 2 суток - в сто раз. Во время выпадения радиоактивных веществ и спада уровней радиации до безопасных значений люди во избежание поражения должны быть в защитных сооружениях.

Защиту от радиоактивных веществ помимо убежищ обеспечивают **противорадиационные укрытия** (рисунок 9)**:** они хорошо защищают людей от излучений в условиях радиоактивного заражения, а также от попадания радиоактивных веществ в органы дыхания, на кожу и одежду. ПРУ, кроме того, способны защищать людей от светового излучения, проникающей радиации (в том числе и от нейтронного потока), частично от ударной волны ядерного взрыва, от непосредственного попадания на кожу и одежду людей капель отравляющих веществ и аэрозолей бактериальных средств.

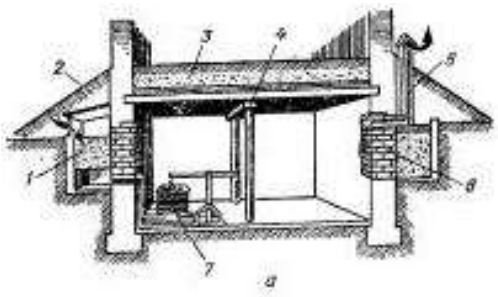


Рисунок 9 - Противорадиационные укрытия

Защитные свойства противорадиационных укрытий от радиоактивных излучений оцениваются коэффициентом защиты, который показывает, во сколько раз уровень радиации на открытой местности на высоте 1 м больше уровня радиации в укрытии. Иными словами, коэффициент защиты показывает, во сколько раз ПРУ ослабляет действие радиации, а следовательно, и дозу облучения людей.

Противорадиационные укрытия устраиваются так, чтобы коэффициент защиты их был наибольший. Они устраиваются прежде всего в подвальных этажах зданий и сооружений. Подвалы в деревянных домах ослабляют радиацию в 7-12 раз, в каменных зданиях - в 200-300 раз, а средняя часть подвала каменного здания в несколько этажей - в 500-1000 раз. Под ПРУ могут быть использованы также наземные этажи зданий и сооружений; наиболее пригодны для этого внутренние помещения каменных зданий.

Все щели, трещины и отверстия в стенах и потолках помещений тщательно заделывают, места вводов отопительных и водопроводных труб проконопачивают. На перекрытие насыпают слой грунта в 60-70 см; перекрытие при необходимости предварительно усиливается (дополнительными балками, стойками). Снаружи у стен, выступающих выше поверхности земли, делают грунтовую обсыпку.

Вентиляция заглубленных укрытий вместимостью до 50 человек осуществляется естественным проветриванием через приточный и вытяжной короба. Короба могут быть из досок или в виде асбестоцементных, керамических или металлических труб; внутреннее сечение их 200-300 см. Короба должны иметь сверху козырьки, а внизу (в помещении) - плотно пригнанные задвижки (поворачивающиеся заслонки). В приточном коробе ниже задвижки (заслонки) следует делать карман для осаждения пыли. Для обеспечения тяги вытяжной короб должен быть установлен на 1,5--2 м выше приточного. В домах вместо вытяжного короба можно использовать дымоходы, а в других зданиях капитального типа- имеющиеся вентиляционные каналы. В укрытиях вместимостью более 50 человек должна быть принудительная вентиляция хотя бы в виде вентиляционного устройства простейшего типа.

При оборудовании под ПРУ погреба предварительно усиливают его перекрытие, затем на перекрытие насыпают слой грунта в 60-70 см. Крышку люка (лаза) плотно подгоняют. Делают вытяжной вентиляционный короб.

При оборудовании под укрытие овощехранилища в стенах и перекрытии его тщательно заделывают отверстия и щели. Грунтовой слой перекрытия увеличивают до 60-70 см; возвышающуюся над поверхностью земли часть стен обсыпают грунтом. В хранилище оставляют только один вход, остальные входы закрывают, проемы их закладывают мешками с песком или кирпичом. В тамбуре оставленного входа устанавливают дополнительную дверь или подвешивают занавес. Оставляют несколько приточных и вытяжных каналов (по расчету), остальные наглухо закрывают.

В ряде случал возможно возведение отдельно стоящих быстровозводимых противорадиационных укрытий. Для строительства их используют промышленные (сборные железобетонные элементы, кирпич, арматуру, трубы, прокат) или местные (лесоматериалы, камень, саман, хворост, камыш) строительные материалы. Зимой можно использовать промерзший грунт, лед или снег.

Отдельно стоящее ПРУ, как правило, является заглубленным сооружением Для строительства его прежде всего роют котлован, в котором устанавливают остов укрытия; при установке деревянного остова используют различные конструкции: сплошную рамную, рамно-блочную, рамно-щитовую, безрубочную и т. д. После сборки остова н соединения его элементов между собой все щели в стенах и перекрытии тщательно заделывают паклей, ветошью, сухой травой; промежуток между стенами котлована и остовом засыпают грунтом, через каждые 20-30 см слон грунта трамбуют. Затем насыпают грунт в месте прилегания перекрытия к земле по всему периметру укрытия. Над перекрытием устраивают гидроизоляцию, используя рубероид, толь, полиэтиленовую пленку или укладывая слой

глины толщиной 10 см. Глину предварительно увлажняют и перемешивают до состояния густого теста; слой ее должен быть выпуклым, чтобы могла стекать вода. На гидроизолированные перекрытия насыпают слой грунта в 60- 70 см.

При устройстве противорадиационного укрытия, как и при строительстве убежища, большое внимание уделяют оборудованию входа в него. Вход, как правило, устраивают под углом 90° к основному помещению укрытия; делают его в виде герметичного тамбура, места примыкания опорных рам тамбура к стенам тщательно проконопачивают ветошью, паклей или мхом. На вход в тамбур и выход из него (на вход из тамбура в основное помещение укрытия) навешивают занавеси из плотного материала.

**4. Средства индивидуальной и медицинской защиты**

**Средства индивидуальной защиты** предназначены для защиты одного работающего. Они подразделяются на несколько видов (см. рисунок 10).

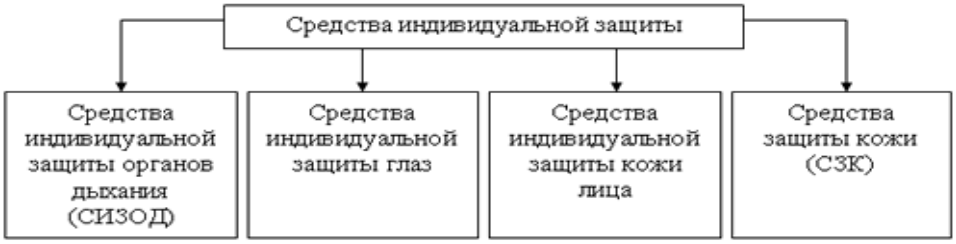



Рисунок 10 - Средства индивидуальной защиты

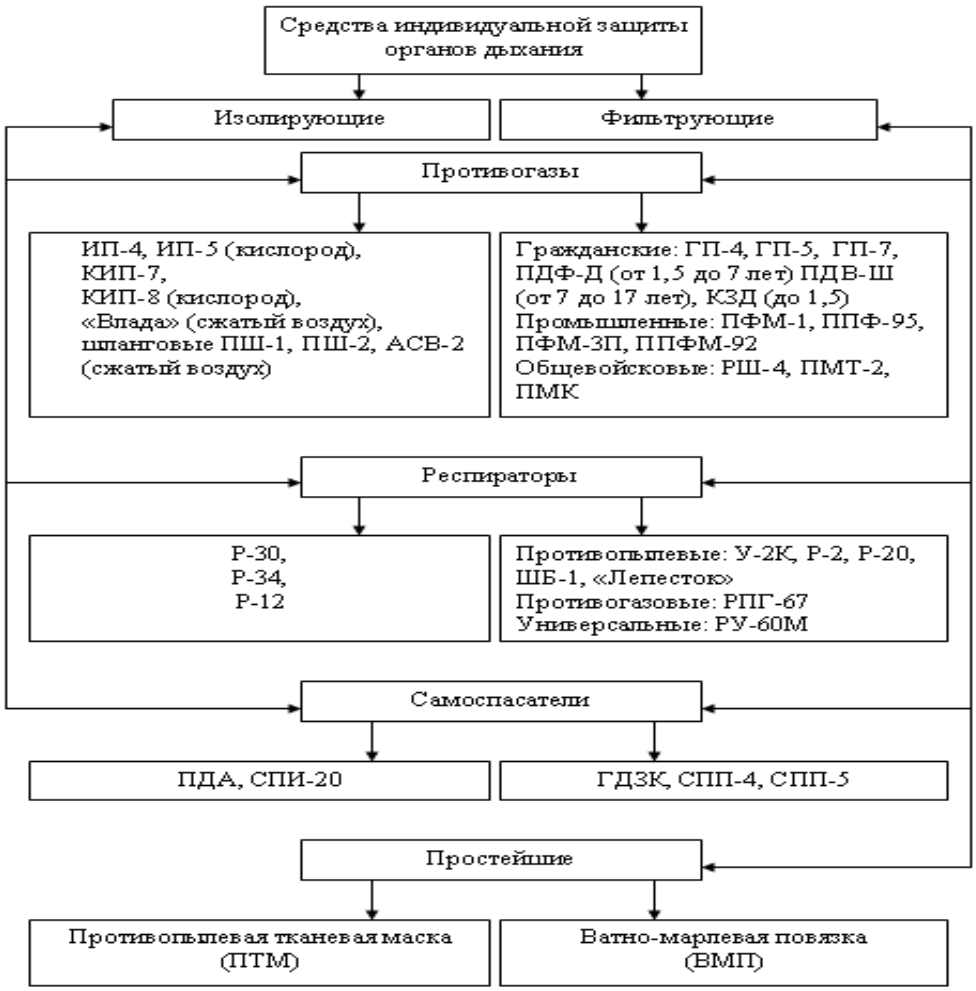



Рисунок 11 - Классификация СИЗОД

Средства защиты кожи - это специальная и приспособленная одежда (см. рисунок 12).

Рисунок 12 - Средства защиты кожи

Медицинские средства используются для оказания самопомощи, первой медпомощи и доврачебной помощи пострадавшим (см. рисунок 13).

*Радиопротекторы* - химические вещества, снижающие действие ионизирующих излучений на человека, повышающие защитные свойства организма (при переоблучении - снижающие тяжесть лучевой болезни). К ним относятся цистеин, цистомин, цистофос. При приеме до облучения эффективность облучения будет снижена в 1,5 раза.

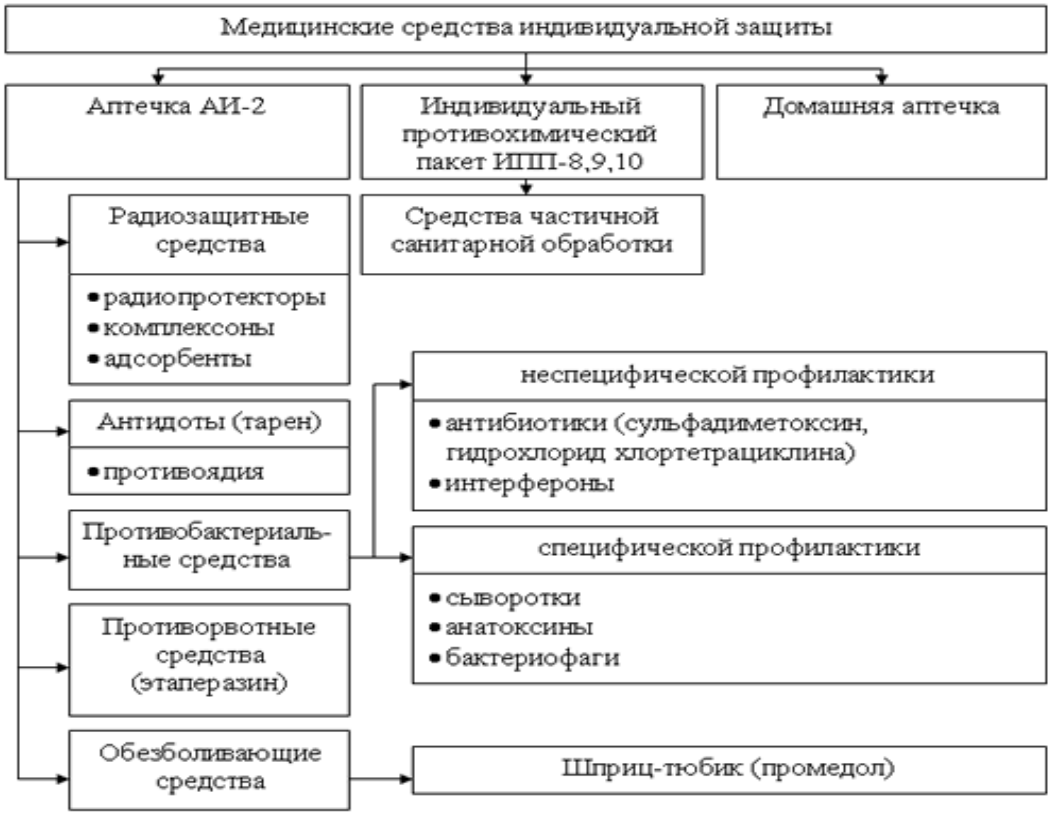



Рисунок 13 - Медицинские средства

*Комплексоны* - аминополикарбоновые кислоты и их производные.

*Адсорбенты* - искусственные и природные тела с развитой поверхностью, которая хорошо поглощает (адсорбирует) вещества из газов, растворов (силикогели, алюмогели, активные угли). Широкое применение нашли кристаллические алюмосиликаты - цеолиты.

**Индивидуальный противохимический пакет** используется для удаления ОВ с поверхности кожи и средств защиты. Он имеет несколько исполнений (см. таблицу 2).

Таблица 2 - Индивидуальные противохимические пакеты

| ИПП-8 | ИПП-9 | ИПП-10 |
|---|---|---|
| В целлофановом пакете плоский стеклянный флакон емкостью 125-135 мл, заполненный дегазирующим раствором и 4 ватно-марлевых тампона. | Металлический сосуд цилиндрической формы с завинчивающейся крышкой и губкой вместо тампонов. | Металлический сосуд цилиндрической формы с крышкой-насадкой с упорами, которая крепится на ремешке, внутри крышки крепится пробойник |
| Порядок пользования | | |
| Отвинтить пробку, смочить тампон, протереть пораженные места (кроме глаз). Кожу вокруг глаз промыть водой или 2% раствором соды | Утопить пробойник до упора, вскрыть сосуд, перевернуть и встряхнуть. Губкой протереть пораженные места. Вытянуть пробойник из сосуда, навинтить крышку | Крышку, поворачивая, сдвинуть с упоров и ударом по ней вскрыть сосуд. Снять крышку, налить 10 - 15 мл жидкости, обработать лицо, шею спереди. Затем обработать кисти рук, шею сзади |

### 1.12 Лекция № 16 (2 часа).

**Тема: «Нормативно-правовые основы обеспечения БЖД»**

**1.12.1 Вопросы лекции:**

1. Вопросы безопасности жизнедеятельности в законах и подзаконных актах.
2. Надзор и контроль за исполнением законодательства по охране труда.
3. Режимы труда и отдыха.
4. Система управления безопасностью жизнедеятельности и охраной труда.

**1.12.2 Краткое содержание вопросов:**

**1. Вопросы безопасности жизнедеятельности в законах и подзаконных актах.**

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;

- принятие и реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации об охране труда, а также федеральных целевых, отраслевых, отраслевых целевых и территориальных целевых программ улучшения условий и охраны труда;

- государственное управление охраной труда;

- государственный надзор и контроль за соблюдением охраны труда;

- расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- установление компенсации за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда, неустранимыми при современном техническом уровне производства и организации труда;

- защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на основе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и т.п.

Государство гарантирует работникам защиту их прав на труд в условиях, соответствующих требованиям охраны труда.

При заключении трудового соглашения с одной стороны вступает администрация предприятия, а с другой - рабочие и служащие.

Права и обязанности сторон реализуются через коллективный договор, который является правовым актом, регулирующим социально - трудовые отношения в организации.

В соответствии с Основами законодательства коллективный договор содержит взаимные обязательства работника и работодателя, основные положения в области рабочего времени, времени отдыха, размера и оплаты труда, механизма регулирования оплаты труда с учетом роста цен, уровня инфляции, экологической безопасности и охраны здоровья работников на производстве, оздоровление и отдых работников и членов их семей, другие вопросы определяемые сторонами.

Статья 219 Трудового кодекса Российской Федерации «Право работника на труд, отвечающий требованиям безопасности и гигиены» гласит: Каждый работник имеет право на охрану труда, в том числе:

- на рабочее место, соответствующее требованиям охраны туда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получении достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- на отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- на обеспечение средствами коллективной и индивидуальной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приёмам труда за счет средств работодателя;
- профессиональную переподготовку за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения охраны труда;
- запрос о проведении проверки условий и охраны труда на его рабочем месте органами государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде и охраны труда, работниками, осуществляющими государственную экспертизу условий труда, а также органами профсоюзного контроля за соблюдением законодательства о труде и охране труда;
- обращение в органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления, к работодателю, в объединение работодателей, а также в профессиональные союзы, их объединения и иные уполномоченные работниками представительные органы по вопросам охраны труда;
- личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;
- внеочередной медицинский осмотр (обследование) в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра (обследования);

- компенсации, установленные законом, коллективным договором, соглашением, трудовым договором, если он занят на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Согласно ст.213 работники, занятые на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, связанных с движением транспорта, проходят за счет средств работодателя обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (для лиц в возрасте до 21 года – ежегодные) медицинские осмотры (обследования для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний.

В соответствии с законодательством РФ, за нарушение нормативных требований по охране труда деятельность предприятия может быть приостановлена или закрыта.

**2. Надзор и контроль за исполнением законодательства по охране труда**

Государственный надзор и контроль за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, во всех организациях на территории РФ осуществляют органы Федеральной инспекции труда.

Федеральная инспекция труда – единая централизованная система государственных органов, осуществляющих надзор и контроль за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права.

Основными задачами органов Федеральной инспекции труда являются:

- обеспечение соблюдения и защиты трудовых прав и свобод граждан, включая право на безопасные условия труда;
- обеспечение соблюдения работодателями трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;
- обеспечение работников и работодателей информацией о наиболее эффективных средствах и методах соблюдения положения трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;
- доведение до сведения соответствующих органов гос. власти фактов нарушений, действий (бездействия) или злоупотреблений, которые не подпадают под действие законов и иных нормативных правовых актов.

Внутриведомственный государственный контроль за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, в подведомственных организациях осуществляют федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов РФ и органы местного самоуправления.

К федеральным органам исполнительной власти по надзору в установленной деятельности относят:

- федеральный горный и промышленный надзор России – осуществляет государственный надзор за безопасным ведением работ промышленности;
- федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности – осуществляет государственный надзор за ядерной и радиационной безопасностью.

Государственный надзор за соблюдением правил по безопасному ведению работ в отдельных отраслях и на некоторых объектах промышленности осуществляют уполномоченные органы:

- государственный энергетический надзор;
- государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Государственный надзор за точным и единообразным исполнением трудового законодательства осуществляют Генеральный прокурор РФ и подчиненные ему прокуроры.

Большую роль в общественном контроле за охраной труда отводится профессиональным союзам.

Профсоюзные инспектора осуществляют надзор за соблюдением администрацией предприятия принятого законодательства по охране труда.

Профсоюзный инспектор имеет право беспрепятственно посещать организации независимо от форм собственности и подчиненности, в которых работают члены данного профсоюза, для проведения проверок соблюдения законодательства о труде и

законодательства о профсоюзах, а также выполнения работодателями условий коллективного договора, соглашения. Если выявлены нарушения, угрожающие жизни и здоровью работников, профсоюзные инспектора имеют право потребовать от работодателя немедленного их устранения и одновременно обратиться в федеральную инспекцию труда для принятия неотложных мер. При невыполнении таких требований по устранению нарушений, особенно в случаях непосредственной угрозы жизни и здоровью работников, профсоюзные органы, инспектора по охране труда вправе требовать от работодателя, органа управления организацией, должностного лица приостановления работ впредь до принятия окончательного решения федеральной инспекции труда. Работодатель, должностное лицо обязаны незамедлительно выполнить такое требование.

Административно-общественный, или трехступенчатый контроль по охране труда предусматривает два или три этапа (уровня), а в некоторых случаях может быть и на одном уровне: на участках, в отраслях и на предприятии в целом.

Если малое предприятие состоит из одной бригады, то достаточно одного уровня административно - общественного контроля, если на предприятии несколько бригад и участков и отсутствует цеховая структура, контроль проводится на двух уровнях, а если на предприятии имеются бригады, участки, цеха, то контроль необходим на трех уровнях.

Первый уровень административно - общественного контроля осуществляется руководителем соответствующего участка (мастером, начальником участка, начальником смены), а от работников - уполномоченным по охране труда, контроль проводится ежедневно в начале рабочего дня (смены), при необходимости (работа с повышенной опасностью), проверки могут проводиться несколько раз в течение рабочего дня (смены).

На первом уровне контроля рекомендуется проверять:

- состояние проходов, переходов, проездов;
- безопасность технологического оборудования, грузоподъемных транспортных средств;
- соблюдение работающими правил безопасности;
- соблюдение складирования различных материалов и заготовок;
- исправность вентиляции, местных отсосов;
- наличие и правильность использования работающими средств индивидуальной защиты;
- выполнение мероприятий по устранению нарушений, выявленных предыдущей проверкой и т.д.

Устранение выявленных нарушений, как правило, должно проводиться незамедлительно. Если нарушения не могут быть выполнены работниками участка, то об этом докладывается вышестоящему начальнику просьбой принять соответствующие меры.

Руководитель участка и уполномоченный по охране труда периодически информируют коллектив о выявленных нарушениях по охране труда и принятых мерах.

В случае необходимости замечания и предложения по охране труда, если они не выполняются немедленно, заносятся в специальный журнал (рисунок 1).

| № п/п | Дата проведения контроля | Выявленные нарушения по охране труда, необходимые меры | Отметка о выполнении (дата, подпись уполномоченного (доверенного) лица) |
|---|---|---|---|
| | | | |

Рисунок 1 - Форма журнала первого уровня контроля

Примечание: На обложке журнала указывается наименование предприятия, цеха, участка, дата начала ведения журнала, ФИО уполномоченного лица по охране труда, мастера (начальника участка).

Второй уровень административно - общественного контроля осуществляется на тех предприятиях, где имеется цеховая структура, возглавляет комиссию начальник цеха, проверки проводятся не реже двух раз в месяц по графику, утвержденному начальником цеха и согласованному с профсоюзным комитетом или иным уполномоченным работниками органом.

В состав комиссии входят руководители (представители) технических служб, инженер отдела охраны труда предприятия, уполномоченные по охране труда цеха, участка, где осуществляется проверка.

**3. Режимы труда и отдыха**

Рабочее время - время, в течение которого работник в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка организации и условиями трудового договора должен исполнять трудовые обязанности, а также иные периоды времени, которые в соответствии с законами и иными нормативными и правовыми актами относятся к рабочему времени.

В соответствии с федеральным законом об основах охраны труда в РФ нормальная продолжительность рабочего времени на предприятиях установлена 40 часов в неделю, для лиц, занятых на работах с вредными условиями труда - 36 часов в неделю. В предпраздничные дни продолжительность рабочего дня сокращается на 1 час.

Работа с 22 час до 6 час утра считается ночной и её продолжительность сокращается на 1 час.

В организациях или при выполнении отдельных видов работ, где по условиям производства (работы) не может быть соблюдена установленная для данной категории работников ежедневная или еженедельная продолжительность рабочего времени, допускается введение суммированного учета рабочего времени с тем, чтобы продолжительность рабочего времени за учетный период (месяц, квартал и другие) не превышала нормативного числа рабочих часов.

При этом сменная продолжительность рабочего дня не может превышать 10 часов, а средняя недельная продолжительность рабочего времени за учетный период - 40 часов.

Работодателям дано право для рабочих, работавших в период напряженных полевых работ сверх нормального рабочего времени, соответственно сокращать продолжительность рабочего дня до 5 часов (а при согласии рабочих - и более) в ненапряженные периоды работы, обеспечивая среднюю продолжительность рабочего дня за год -7 часов. При невозможности по производственным условиям сократить продолжительность рабочего дня рабочим предоставляются за переработанное время дополнительные дни отдыха (до 5 дней в месяц - без оплаты, а при согласии рабочих - и более).

В исключительных случаях разрешены сверхурочные работы:

- при производстве работ, необходимых для обороны страны;
- предотвращения бедствий, аварий или ликвидация их последствий;
- при производстве общественно необходимых работ по водоснабжению, газоснабжению, канализации, связи, отоплению, освещению и другие, приостановка которых повлечет за собой порчу или гибель государственного имущества;
- при производстве временных работ по ремонту и восстановлению механизмов или сооружений в тех случаях, когда неисправность их может вызвать прекращение работ для значительного числа работников;
- для продолжения работы при неявке сменяющего работника, если работа не допускает перерыва. В этих случаях работодатель обязан немедленно принять меры по замене сменщика другим работником.

Сверхурочная работа - работа, производимая работником по инициативе работодателя за пределами установленной продолжительности рабочего времени, ежедневной работы (смены), а также работа сверх нормального числа рабочих часов за учетный период.

Сверхурочные работы ограничены 120 часами в год и 4 часами за два дня подряд.

Кроме того, существует особый режим работы - ненормированный рабочий день, в соответствии с которым отдельные работники могут по распоряжению работодателя при необходимости эпизодически привлекаться к выполнению своих трудовых функций за пределами нормальной продолжительности рабочего времени. Перечень должностей работников с ненормированным рабочим днем устанавливается коллективным договором, соглашением или правилами внутреннего трудового распорядка организации.

При работе в режиме гибкого рабочего времени начало, окончание или общая продолжительность рабочего дня определяется по соглашению сторон.

Работа в выходные и праздничные дни разрешается лишь в следующих случаях:

- для предотвращения стихийных бедствий, аварий и ликвидация их последствий;
- с целью предупреждения гибели или порчи государственного или общественного имущества и предотвращения несчастных случаев;
- для выполнения заранее не предвиденных работ, от срочного выполнения которых зависит в дальнейшем нормальная работа организации в целом или ее отдельных подразделений.

За работу в выходные дни, по желанию работника предоставляется другой день отдыха. Работа в выходные и праздничные дни оплачивается не менее чем в двойном размере.

Работа в выходные дни допускается на непрерывно действующих предприятиях.

Законом предусмотрены для рабочих и служащих ежегодные отпуска продолжительностью не менее 28 календарных дней с сохранением места работы (должности) и среднего заработка.

Ежегодные дополнительные отпуска предоставляются рабочим и служащим, занятым на работах с вредными условиями труда, работникам с ненормированным рабочим днем и работающим в районах Крайнего Севера. Право на отпуск в первый год работы можно получить, проработав не менее 6 месяцев на данном предприятии.

**4. Система управления охраной труда**

Под управлением охраны труда понимают подготовку, принятие и реализацию мероприятий по осуществлению организационных, технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Объектом управления является деятельность функциональных служб и структурных подразделений предприятия по обеспечению безопасных и здоровых условий труда.

Управление охраной труда на предприятии в целом осуществляет его руководитель, в цехах, отраслях, службах - главные специалисты, а в подразделениях - их руководители.

Координирует трудовую деятельность инженер по охране труда (организационно-методическая работа, подготовка управленческих решений, контроль за реализацией).

Управление охраной труда предусматривает реализацию следующих функций:

- организации и координации работ по охране труда, учета и анализа;
- планирования;
- контроля состояния охраны труда;
- стимулирования.

Задачи управления охраной труда - обучение работающих безопасности труда и пропаганда передового опыта, безопасность производственных процессов, оборудования, зданий и сооружений, нормализация санитарно-гигиенических условий труда, обеспечение работающих СИЗ, создание оптимальных режимов труда и отдыха работающих, организация лечебно-профилактического и санитарно-бытового обслуживания работающих, профессиональный отбор работающих.

Организация и координация работ в области охраны труда включают в себя формирование органов управления охраной труда, установление обязанностей и порядка взаимодействия лиц, а также принятие и реализацию управленческих решений.

Планирование работ по охране труда заключается в определении заданий подразделениям и службам, участвующим в решении задач управления. В него входит разработка перспективных комплексных планов улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий.

Контроль состояния охраны труда и функционирование системы управления охраны труда включает:

- проверку условий труда работающих;

- выявление отклонений от требований ССБТ, норм и правил органов государственного надзора и другой нормативной документации;

- контроль выполнения службами и подразделениями обязанностей в области охраны труда;

- применение эффективных мер по устранению выявленных недостатков.

Основные его виды - оперативный контроль руководителя работ и др. должностных лиц; административно-общественный (трехступенчатый контроль) контроль; контроль осуществляемый службами охраны труда предприятия; ведомственный контроль вышестоящих органов; контроль, осуществляемый органами государственного надзора и Федеральной инспекцией труда.

В контроль состояния охраны труда входит также метрологическое обеспечение, включающее методы и средства измерений для проверки параметров условий труда, безопасности производственного оборудования и технологических процессов, качества средств защиты работающих, а также методы и средства проверки приборов контроля и измерений.

За внедрение мероприятий по охране труда предусматривается поощрение. Это создает заинтересованность работающих в обеспечении безопасных и здоровых условий труда. Виды и формы морального и материального стимулирования разрабатывает администрация совместно с профкомом.

**1.13. Лекция № 17**

**Тема: Организационные основы обеспечения БЖД**

**1. 13.1 Вопросы лекции**

1. Служба охраны труда.
2. Обязанности по охране труда руководителей и специалистов
3. Планирование и финансирование мероприятий по охране труда

**1.13.2. Краткое содержание вопросов**

**1.Служба охраны труда.**

Для проведения работы по охране труда на предприятиях и учреждениях сельского хозяйства установлена система органов и должностных лиц.

В соответствии со статьей 217 глава 35 ТК РФ, в целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью персонала более 50 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующею подготовку или опыт работы в этой области.

В организации с численностью 50 работников и менее решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимается работодателем с учетом специфики деятельности данной организации.

При отсутствии в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель заключает договор со специалистами или организациями, оказывающими услуги в данной области.

Работа по охране труда может быть подразделена на четыре основных вида:

- организационная работа;
- совершенствование техники безопасности;
- улучшение условий труда;
- контроль состояния условий и безопасности труда на производстве.

Организационная работа включает в себя обучение рабочих безопасным методам труда, своевременное и качественное проведение инструктажа рабочих по технике безопасности, вывешивание инструкций по технике безопасности на рабочих местах, а также плакатов и предупреждающих надписей.

Большое значение имеет организация на предприятии кабинетов техники безопасности как агитационно-пропагандистского центра по охране труда, устройство на производственных участках уголков техники безопасности.

Эти мероприятия воспитывают в коллективе работающих дисциплинированность, внимательное и сознательное отношение к требованиям техники безопасности.

Совершенствование техники безопасности необходимо для снижения травматизма на производстве. Обеспечение безопасных условий работы на производстве должно осуществляться не только конструктивными мерами (улучшение ограждений опасных зон и т.д.), но и рядом организационно - технических мероприятий.

К последним относятся следующие:

а) периодическое техническое освидетельствование сложных машин, механизмов, установок и т.д.;

б) организация планово-предупредительных ремонтов и технических обслуживаний машин;

в) организация непрерывно-сквозного контроля технического состояния электрооборудования, электросетей и электрозащитных устройств;

г) обеспечение производства исправным инструментом и техническими приспособлениями, введение системы выбраковки инструмента при его неисправности.

Улучшение условий труда достигается комплексом мероприятий, требуемых законодательством по охране труда.

В процессе работы на организм человека воздействуют различные неблагоприятные факторы. Они получили название производственных вредностей.

1. Производственные вредности могут быть вызваны особенностями самого технологического процесса (работа с.-х. машин создает запыленность в зоне дыхания работника).

2. Производственные вредности могут быть следствием плохой организации производства (неприспособленности помещения, отсутствие вентиляции, плохого отопления).

3. Производственные вредности могут вызываться природными условиями (осадки, отклонение температуры).

На все перечисленные вредности установлены предельно допустимые нормы. Задача администрации предприятий принимать меры к локализации производственных вредностей, созданию здоровых условий труда.

Контроль состояния охраны труда в производстве должен быть постоянным и систематическим.

Многие хозяйства применяют трехступенчатый контроль состояния охраны труда.

## 2. Обязанности по охране труда руководителей и специалистов

На сельскохозяйственных предприятиях работу по охране труда должны проводить четыре звена должностных лиц:

1) работодатель - руководитель предприятия.

2) руководители производственных отраслей на предприятии - главные специалисты.

3) руководители конкретных производственных служб и участков - бригадиры, заведующие.

4) инженер по охране труда.

*Работодатель* отвечает за состояние охраны труда в целом на предприятии и обязан обеспечивать:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда;

- режим труда и отдыха в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- приобретение и выдачу за счет собственных средств спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты, смывающих и обеззараживающих средств в соответствии с установленными нормами;
- обучение безопасным методам выполнения работ по охране труда и оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда, безопасных методов и приемов выполнения работ;
- недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;
- организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;
- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией работ по охране труда в организации;
- организовывать проведение за счет собственных средств обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров;
- информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах и о существующем риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и средств индивидуальной защиты;
- расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников в соответствии с требованиями охраны труда;
- обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

*Главный специалист*, на которого возлагается приказом работодателя ответственность за состояние охраны труда в производственных отраслях, обязан:

- обеспечивать здоровые и безопасные условия труда на рабочих местах и участках;
- разрабатывать мероприятия по улучшению условий и безопасности труда;
- направлять работу специалистов и руководителей участков по предупреждению травматизма и заболеваемости;
- составлять заявки на средства индивидуальной защиты и контролировать их выдачу;
- контролировать правильность их использования;
- запрещать производство работ на участках в случае возникновения угрозы жизни и здоровью работающих;
- обеспечивать санитарно-бытовое обслуживание работников в соответствии с нормами и правилами;
- совместно с руководителями подразделений организовывать своевременное испытание, техническое освидетельствование и регистрацию технологического оборудования, аппаратов и сосудов, работающих под давлением, грузоподъемных машин и механизмов, контрольно-измерительных приборов и другого оборудования;
- обеспечивать проведение паспортизации.

Главный специалист обязан не допускать в эксплуатацию неисправные машины, приборы, механизмы и т.д.

Главные специалисты обязаны изучать причины несчастных случаев, происшедших с рабочими в подчиненной области хозяйства, и разрабатывать меры по их предупреждению.

*Руководители конкретных производственных служб* (прорабы, бригадиры, мастера) несут ответственность за состояние охраны труда на руководимых участках и обязаны:

- обеспечивать здоровые и безопасные условия труда на рабочих местах;

- следить за своевременным испытанием, техническим освидетельствованием и регистрацией котельных установок и другого оборудования, подлежащего периодическому испытанию и освидетельствованию;
- приостанавливать работы в случаях возникновения угрозы жизни или здоровью людей;
- участвовать в проведении паспортизации санитарно-технического состояния объектов, цехов;
- совместно с главными специалистами составлять заявки на средства индивидуальной защиты;
- не допускать к работе лиц не прошедших аттестацию.

Основная обязанность этих руководителей - постоянная высокая требовательность к работникам в отношении выполнения ими правил техники безопасности.

*Инженер по охране труда* - главный организатор работы по охране труда.

Он подчиняется непосредственно руководителю предприятия, но не подменяет в области охраны труда ни руководителей производства, ни главных специалистов. Инженер по технике безопасности осуществляет контроль обеспечения охраны труда на каждом участке.

Его основной обязанностью является:

- организовывать работу по созданию здоровых и безопасных условий труда, предупреждать производственный травматизм, профессиональные заболевания и пожары на предприятии, а также соблюдение законодательства по охране труда;
- разрабатывать совместно со специалистами и профкомом план улучшения условий труда и санитарно-оздоровительных мероприятий;
- участвовать в подготовке коллективного договора по социальным вопросам и охране труда;
- осуществлять контроль за составлением заявок на средства индивидуальной защиты и выдачей работающим спецодежды, спецобуви и защитных приспособлений, мыла, молока, лечебно-профилактического питания, за финансированием мероприятий по охране труда и использованием средств по назначению;
- оказание помощи специалистам в разработке инструкций по охране труда на рабочих местах.

**3. Планирование и финансирование мероприятий по охране труда**

Постановлением Минтруда России от 27 февраля 1995 г. №11 утверждены Рекомендации по планированию мероприятий по охране труда, предназначенные для оказания помощи работодателям, профессиональным союзам и иным уполномоченным работникам по планированию мероприятий по охране труда на предприятии, в учреждении, организации, направленных на предупреждение несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний, улучшения условий и охраны труда, санитарно-бытового обеспечения работников.

Комплексный план улучшения условий труда и санитарно-оздоровительных мероприятий разрабатывают на основе номенклатуры мероприятий по охране труда. Она определяет организационно-технические и санитарно-оздоровительные мероприятия, осуществляемые в плановом порядке для улучшения условий труда, предупреждения травматизма и заболеваний, санитарно-бытового обеспечения работающих на производстве.

Номенклатура предусматривает следующие мероприятия:

- внедрение автоматического и дистанционного управления оборудованием и процессами для обеспечения безопасности;

- внедрение технических устройств, защищающих работающих от поражения током и других травм;

- модернизацию производственного оборудования в соответствии с требованиями ССБТ;

- внедрение систем автоматического контроля и сигнализации о наличии и возникновении опасных и вредных факторов, а также блокирующих устройств ид.

Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда осуществляется за счет средств федерального бюджета, бюджета субъектов РФ, местных бюджетов, внебюджетных источников.

Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда может осуществляться также за счет средств от штрафов, взыскиваемых за нарушение трудового законодательства, добровольных взносов организаций и физических лиц.

Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда в организациях независимо от организационно-правовых форм осуществляется в размере не менее 0,1% суммы затрат на производство продукции (работ, услуг), а в организациях, занимающихся эксплуатационной деятельностью, - в размере не менее 0,7% суммы эксплуатационных расходов.

Работник не несет расходов на финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда.

Порядок использования указанных средств определяется в коллективных договорах или соглашениях по охране труда, заключаемых между администрацией и соответствующим выборным профсоюзным органом предприятия. Трудовые коллективы контролируют использование средств, предназначенных на охрану труда.

**1.14. Лекция № 18**

**Тема: Система обучения и виды инструктажей**

**1. 14.1 Вопросы лекции**

1. Обучение и проверка знаний по охране труда.
2. Виды инструктажей

**1.14.2. Краткое содержание вопросов**

**1. Обучение и проверка знаний по охране труда**

Руководители и специалисты народного хозяйства, вновь поступившие на предприятие, должны пройти вводный инструктаж, кроме того, должны быть ознакомлены вышестоящим должностным лицом:

- с состоянием условий труда и производственной обстановкой на вверенном ему объекте;
- с состоянием средств защиты рабочих от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- с производственным травматизмом и профзаболеваемостью;
- с необходимыми мероприятиями по улучшению условий и охране труда, а также с руководящими материалами и должностными обязанностями по охране труда.

Не позднее одного месяца со дня вступления в должность они проходят проверку знаний.

Руководители и специалисты предприятий, связанные с организацией проведением работы непосредственно на производственных участках, а также осуществляющие контроль и технический надзор, подвергаются периодической проверке знаний по безопасности труда не реже одного раза в три года.

Перед очередной проверкой знаний руководителей и специалистов организуют семинары, лекции, беседы, консультации по вопросам охраны труда в соответствии с программами, разработанными на предприятии и утвержденными его руководителем или главным инженером.

Кроме того, проводят внеочередную проверку знаний руководителей и специалистов в случае:

1) при вводе в действие новых или переработанных нормативных документов по охране труда;

2) при вводе в эксплуатацию нового оборудования или внедрении новых технологических процессов;

3) при переводе работника на другое место работы или назначении его на другую должность, требующую дополнительных знаний по охране труда;

4) по требованию органов государственного надзора, технической инспекции труда профсоюзов, вышестоящих хозяйственных органов.

Для проведения проверки знаний по охране труда руководителей и специалистов в органах государственного управления и на предприятиях АПК приказом (распоряжением) их руководителей создаются комиссии по проверке знаний. Конкретный состав, порядок и форму работы комиссий по проверке знаний определяет руководитель органа управления (предприятия). В состав комиссии включают (по согласованию) представителей соответствующих государственных инспекций по охране труда.

Руководители и специалисты предприятий, не прошедшие проверку знаний по охране труда из-за неудовлетворительной подготовки, обязаны в срок не позднее одного месяца пройти повторную проверку знаний.

Работнику, успешно прошедшему проверку знаний требований охраны труда, выдается удостоверение за подписью председателя комиссии по проверке знаний требований охраны труда, заверенное печатью организации проводившей обучение по охране труда.

Финансовые затраты , связанные с обучением, проведением консультаций и аттестацией, предусматриваются в коллективных договорах (соглашениях по охране труда) предприятий и органов управления АПК.

**2. Виды инструктажей**

В соответствии ГОСТ 12.0.004 – 90 и ОСТ 46.0.126. – 82 инструктажи работающих по характеру и времени проведения подразделяют на:

- вводный;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- повторный;
- внеплановый;
- целевой.

*Вводный инструктаж* по безопасности труда проводят со всеми вновь принимаемыми на работу независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, с временными работниками, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику, а также с учащимися в учебных заведениях перед началом лабораторных работ в учебных лабораториях, полигонах.

Вводный инструктаж на предприятии проводит с главными специалистами руководитель предприятия при участии инженера по охране труда, с остальной категорией работников - главный специалист отросли, куда поступает работник при участии инженера по охране труда или лица, на которое приказом по предприятию или решением правления кооператива возложены эти обязанности, а с учащимися в учебных заведениях - преподаватель или мастер производственного обучения.

Вводной инструктаж проводят в кабинете охраны труда или специально оборудованном помещении с использованием современных технических средств обучения и наглядных пособий (плакатов, макетов, кино и диафильмов и т.д.).

Вводной инструктаж проводят по программе, разработанной отделом охраны труда с учетом требований стандартов ССБТ, правил, норм и инструкций по охране труда, а также всех особенностей производства, утвержденной руководителем (гл. инженером) предприятия.

О проведении вводного инструктажа делают запись в журнале регистрации вводного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. Наряду с журналом может быть использована карточка прохождения обучения.

*Первичный инструктаж на рабочем месте* до начала производственной деятельности проводят:

-со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое;

-с работниками, выполняющими новую для них работу, командированными, временными работниками;

-со строителями, выполняющими строительно-монтажные работы на территории действующего предприятия;

-со студентами и учащимися, прибывшими на производственное обучение или практику, перед выполнением новых видов работ, а также перед изучением каждой новой темы при проведении практических занятий в учебных лабораториях, классах и т.д.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят с каждым работником или учащимся индивидуально с практическим показом безопасных приемов и методов труда. Первичный инструктаж возможен с группой лиц, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места.

Все рабочие, после первичного инструктажа на рабочем месте должны в течение 2 - 14 смен (в зависимости от характера работы, квалификации работника) пройти стажировку под руководством лиц, назначенных приказом.

Рабочие допускаются к самостоятельной работе после стажировки, проверки теоретических знаний и приобретенных навыков безопасных способов работы.

*Повторный инструктаж* проходят все рабочие, за исключением лиц, указанных в примечании (к первичному инструктажу) независимо от квалификации, образования, стажа, характера выполняемых работ не реже одного раза в полугодие.

Предприятиями, организациями по согласованию с профсоюзными комитетами и соответствующими местными органами государственного надзора для некоторых категорий работников может быть установлен более продолжительный (до 1 года) срок проведения повторного инструктажа.

Повторный инструктаж проводят индивидуально или с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места по программе первичного инструктажа на рабочем месте в полном объеме.

*Внеплановый инструктаж проводят*:

1) при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда, а также изменений к ним;

2) при изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и др. факторов, влияющих на безопасность труда;

3) при нарушении работающими требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару, отравлению;

4) по требованию органов надзора;

5) при перерывах в работе - для работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ- 60 дней.

Внеплановый инструктаж проводят индивидуально или с группой работников одной профессии. Объем и содержание инструктажа определяют в каждом конкретном случае в зависимости от причин и обстоятельств, вы звавших необходимость его проведения.

*Целевой инструктаж* проводят при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовые работы вне предприятия, цеха);

- при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф, производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение и др. документы;

- проведении экскурсии на предприятии, организации массовых мероприятий с учащимися (экскурсия, походы, спортивные соревнования и др.).

Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой проводит непосредственный руководитель работ (мастер, преподаватель).

Инструктажи на рабочем месте завершаются проверкой знаний устным опросом или с помощью технических средств обучения, а также проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы. Знания проверяет работник, проводивший инструктаж.

О проведении первичного инструктажа на рабочем месте, повторного, внепланового, стажировки и допуске к работе, работник, проводивший инструктаж, делает запись в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте и (или) в личной карточке с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. При регистрации внепланового инструктажа указывают причину его проведения.

Целевой инструктаж с работниками, проводящими работы по наряду - допуску, разрешению и т.п. фиксируются в наряде-допуске или другой документации, разрешающей производство работ.

## 1.15.Лекция 19 (2 часа)
## Тема: «Пожарная безопасность»
### 1.15.1. Вопросы лекции

1. Организация противопожарной работы.
2. Пожарная безопасность животноводческих помещений.
3. Пожарная безопасность на ремонтных предприятиях и в мастерских.
4. Меры пожарной безопасности на нефтескладах.
5. Средства обнаружения и тушения пожаров

### 1.15.2. Краткое содержание вопросов

**1. Организация противопожарной работы.**

Ответственность за соблюдение мер пожарной безопасности несут руководитель предприятия, директор совхоза, председатель колхоза, которые должны в практической работе руководствоваться Правилами пожарной безопасности для объектов сельскохозяйственного производства. Для ведения противопожарной работы и оказания первой помощи при пожарах в населенных пунктах, колхозах, совхозах, других предприятиях агропромышленного комплекса организуют добровольные пожарные дружины (ДПД). Со специальными средствами пожаротушения работает создаваемый в составе ДПД боевой расчет. На отдельных объектах, значительно удаленных от центральных усадеб, организуют отделения добровольной пожарной дружины, которые входят в ее состав.

**2. Пожарная безопасность животноводческих помещений.**

Ответственность за пожарную безопасность животноводческих ферм возлагается на их заведующих. Обслуживающий персонал знакомят с правилами пожарной безопасности, обучают пользованию первичными средствами пожаротушения. Чтобы предупредить возникновение пожаров, периодически проводят осмотры производственных помещений. Проверяют режим топки печей, кормоприготовительных агрегатов, соблюдение правил хранения легковоспламеняющихся и горючих материалов, состояние электронагревательных приборов, наличие и исправность первичных средств пожаротушения. Следят, чтобы в помещениях для скота количество фуража не превышало дневной нормы выдачи и хранился он в отдельном помещении или отсеке. Хранить сено, солому и другие корма на чердаках животноводческих помещений разрешается только при наличии несгораемого чердачного перекрытия и кровли.

Ворота и двери помещении должны открываться наружу и ничем не загромождаться. Запрещается автоматическое закрывание дверей (устройство пружин, блоков и т. д.). Топку печей поручают специально проинструктированным людям. Дымоходы очищают от сажи не реже одного раза в месяц.

Значительной пожарной опасностью обладают животноводческие помещения, для отопления которых используют природный или сжиженный газ. В последнее время стали широко применять для этих целей горелки инфракрасного излучения, особенно на свинофермах для маточного поголовья, в телятниках, птичниках, доильных помещениях. Необходимо следить, чтобы сено, солома не попадали на раскаленные части горелки.

Теплогенераторы, водогрейные котлы, другие нагревательные приборы лучше размещать в несгораемых, отдельно стоящих зданиях.

Одной из причин возникновения пожара может стать неправильная эксплуатация электроустановок. При перегрузке электросети и электрооборудования они сильно нагреваются, в результате чего воспламеняется изоляция. Искрение получается в момент разъединения находящихся под напряжением проводов, выключателей, предохранителей. Нельзя одинаковую арматуру ставить в сухих и влажных производственных помещениях. Следует регулярно проверять крепления изоляторов, а провода на них должны быть хорошо натянуты и не касаться каких-либо предметов. Осветительная электропроводка, а также электросиловое оборудование не должны иметь механических повреждений. При отсутствии по каким-либо причинам электрического освещения разрешается применять остекленные фонари типа «летучая мышь». Их укрепляют на столбах или стенах специальными кронштейнами на высоте от потолка не менее 70 см и на расстоянии 20 см от деревянных стен или столбов. Заправляют фонари керосином только в дневное время и вне животноводческих помещений.

Особо строго следует соблюдать меры пожарной безопасности при содержании цыплят, где для обогрева применяют лампы большой мощности, а иногда даже открытые электрические спирали. Подключать обогревательные установки к осветительной сети птичников и животноводческих помещений не разрешается. Постройки для животных, которые находятся вне населенных пунктов, опахивают полосой шириной не менее 5м. Опахивают также стога сена, соломы.

Нельзя складывать грубые корма в непосредственной близости от линий воздушных электропередач или под ними. При сильном ветре происходит захлестывание электропроводов, особенно когда они слабо натянуты, что приводит к их искрению и пожару. Во многих колхозах и совхозах запасы грубых кормов на стойловый период содержания скота хранят вблизи ферм. Очень ажио при этом соблюдать противопожарные разрывы между скирдами и животноводческими помещениями.

Курить, разводить костры, применять факелы и другой открытый огонь на территории животноводческих помещений и внутри их не разрешается. Для курения отводят специальные места со знаком и надписью «Место для курения», где для окурков и спичек ставят бочки с водой, урны или ящики с песком.

Чтобы избежать пожаров от грозовых разрядов, обязательно встраивают молниезащиту Животноводческие фермы оборудуют следующими противопожарными средствами: огнетушителями, емкостями с водой до 200л, которые устанавливают на расстоянии 25-30м одна от другой вокруг строения, а в зимнее время заносят внутрь помещений. Пожарный пост оборудуют деревянным щитом, на котором размещают два багра, два лома, два топора, два огнетушителя и четыре ведра. Кроме того, должна быть приставная лестница. Для извещения о пожаре на столбе или перекладине подвешивают кусок рельса или другие предметы, издающие громкий звон.

**3.Пожарная безопасность на ремонтных предприятиях и в мастерских.**

В каждом помещении на видном месте вывешивают инструкции из Правил пожарной безопасности, которые должны соблюдать работающие тут, а также таблички, где указаны фамилия работника, отвечающего за пожарную безопасность, номера телефонов ближайших пожарных команд. Администрация следит, чтобы дороги, проходы, проезды, подъездные пути к водоисточникам и местам расположения пожарного инвентаря и оборудования были свободными для движения, а пожарная сигнализация – доступной.

Запрещается устанавливать в помещениях машины, имеющие течи топлива из баков или топливопроводов, заправлять их нефтепродуктами, загромождать проходы между стеллажами и выходы из помещений материалами, оборудованием, тарой. Нельзя хранить запасы нефтепродуктов в неприспособленных для этого помещениях, а также краски, лаки, кислоты, карбид кальция в общих складах и кладовых. Краски и лаки хранят отдельно от кислот и карбида кальция. Запрещено пользоваться железными ломами при перекатывании бочек с горючими и легковоспламеняющимися жидкостями. Нельзя выполнять на складах работы, не связанные с хранением материалов и оборудования. Запрещается хранить в общих складских помещениях, кладовых, на стоянках машин пустую тару и другие материалы. Промасленную паклю, концы и прочий обтирочный материал следует хранить в металлических ящиках с закрывающимися крышками. В конце рабочей смены ящики очищают, а использованный материал вывозят и сжигают в безопасном месте.

В случае воспламенения горючих жидкостей (бензина, дизтоплива, керосина) пламя гасят огнетушителем, забрасывают песком, накрывают войлоком, но ни в коем случае нельзя заливать его водой.

Тару из-под легковосггламеняющихся жидкостей и нитрокрасок плотно закрывают крышками или пробками и хранят в отдельном помещении. Для открывания бочек с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, барабанов с карбидом кальция должны быть соответствующие инструмент и приспособления.

При эксплуатации отопительных устройств не разрешается загромождать места около них какими-либо предметами или материалами, сушить материалы и тряпки на отопительных приборах и трубопроводах. В производственных помещениях запрещается устройство временных печей. Нельзя отогревать открытым огнем замерзшие водопроводные трубы, трубы центрального отопления, канализации, газопроводов и др. Для этой цели рекомендуется применять горячую воду, пар и нагретый песок.

Во всех цехах, гаражах, складах и на других производственных участках на видных местах должны быть пожарные щиты с противопожарным инвентарем: баграми, огнетушителями, лопатами и другими предметами. Противопожарный инвентарь надо использовать только по прямому назначению.

В отделении газосварочных и электросварочных работ место, где выполняют сварку, очищают от горючих и взрывоопасных материалов на расстоянии не менее 5м. Около рабочего места ставят ящик с песком. Особую осторожность соблюдают при проведении сварочных работ вблизи деревянных конструкций. Их ограждают защитными металлическими или другими огнестойкими экранами. По окончании работ убеждаются в отсутствии очагов пожара, особенно в нижележащих этажах. Вести сварку на нефтескладах разрешается только на расстоянии не менее 20м от резервуаров.

Склады для хранения карбида кальция строят на расстоянии не менее 10м от производственных и 15м от жилых помещений. Склады для хранения кислорода или ацетилена строят одноэтажными, с перекрытиями легкого типа и без чердачных помещений. Окна и двери устраивают открывающимися наружу. Стекла окон матовые, закрашены белой краской, отопление центральное водяное. Кислородные и ацетиленовые баллоны располагают на расстоянии не менее 1м от приборов отопления, а от открытого огня – не менее 10м. В качестве средств пожаротушения применяют углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5 или ОУ-8.

Отделение окраски является опасным в пожарном отношения, так как в качестве растворителей применяют легковоспламеняющиеся жидкости. Поэтому периодически проверяют концентрацию паров растворителей в воздухе. Отопление отделения окраски водяное. Для удаления паров его оборудуют вытяжной и приточной вентиляцией, а также местными отсосами окрасочных камер и сушилок. Искусственное освещение, пусковую аппаратуру выполняют во взрывобезопасном исполнении. Компрессорные установки размещают вне отделений окраски.

Вулканизационное отделение опасно в пожарном отношении, так как при ремонте резины применяют взрывоопасные вещества (бензин, клей и др.). Основными причинами пожара могут стать: неправильное хранение бензина, клея и других веществ; отсутствие приточно-вытяжной вентиляции; применение электродвигателей и аппаратуры в обычном исполнении.

Отделение деревообработки оборудуют пыленепроницаемыми электрооборудованием и осветительной аппаратурой, так как пожар может возникнуть от электроискры. Запасы древесных материалов должны составлять не более двухсуточной потребности. Опилки, стружку надо своевременно убирать. На небольших складах лесоматериалов для тушения пожара предусматривают наличие водоемов или резервуаров с подачей воды насосами, противопожарные щиты, оснащенные огнетушителями, бочками с водой, пожарными ведрами и др. средствами.

**4.Меры пожарной безопасности на нефтескладах.**

При расположении нефтескладов соблюдают противопожарные разрывы между строениями, внутри них, а также границами земель, занятыми посевами. Использовать открытый огонь на территории нефтесклада и вблизи места заправки тракторов и автомобилей категорически запрещено. Курить можно только в специально отведенных местах. Выпускные трубы автомобилей, въезжающих на нефтесклад или пост заправки, должны иметь исправные глушители. Запрещается глушить и запускать двигатель автомобиля, находящегося на территории нефтесклада.

Территорию, здания и склада содержат в порядке и чистоте, обтирочный материал хранят в металлическом ящике с плотной крышкой. Люки резервуаров, цистерн и пробки бочек открывают и закрывают осторожно, не допуская ударов. Если топливо и смазочные материалы были пролиты на землю, это место засыпают песком. Для предупреждения возникновения случайных искр инструмент, применяемый при работе на местах с высоким содержанием паров нефтепродуктов в воздухе, смазывают вязким маслом. Лучше применять для подобных работ латунные или деревянные молотки, которые исключают искрообразование.

При определенных условиях нефтепродукты способны накапливать заряды статического электричества, что может быть причиной воспламенения. Для предупреждения этого заземляют все резервуары, трубопроводы и автоцистерны, находящиеся на приемо-раздаточных площадках. Чтобы исключить возможность пожара, проверяют исправность всех заземляющих устройств и надежность контактов.

Нефтесклады защищают от попадания молнии. Молниеприемники изготавливают из стали любых марок, различного профиля, сечением не менее 100 мм2. Соединения молниеприемника с токоотводом выполняют сваркой, а при невозможности применить ее допускается болтовое соединение. Соединения токоотводов должны быть только сварными. Заземлители могут быть углубленные, вертикальные, горизонтальные и комбинированные. Наиболее распространены вертикальные заземлители из круглой стали диаметром 10мм или из угловой стали сечением 160мм2. Все соединения заземлителей между собой и с токоотводами, а также токоотводов с токоприемниками выполняют сваркой.

В зависимости от характера и причины возникновения пожара для его тушения используют песок, землю, воду, химическую пену, углекислый газ, брезент, войлок. Тушить нефтепродукты компактной струёй нельзя, так как вода будет опускаться в нижнюю часть резервуара, а горючие материалы переливаться через край. Распыленной водой, которая, попав в зону горения, сразу обращается в пар, можно успешно тушить мазут, масла и т. д. Для тушения легковоспламеняющихся и горючих нефтепродуктов – бензина, керосина, масла и др. применяют химическую пену. Наиболее распространенными средствами первичного пожаротушения являются огнетушители.

## 5 Средства обнаружения и тушения пожаров

В случае пожаров на селе наиболее часто звонят в колокол ил ударяют по металлическому предмету. На крупных предприятиях применяют специальную пожарную сигнализацию с ручными или автоматическими пожарными извещателями. На рис. 8 показан ручной пожарный извещатель РОП-30 в виде кнопки в малень ком пластмассовом шкафчике со стеклянной передней стенкой специальной надписью.

Автоматические пожарные извещатели могут реагировать на высокую температуру, появление дыма, свет пламени. Их устанавливают на потолке охраняемого помещения и соединяют проводами со специальным аппаратом, принимающим сигналы от извещателей и подающим общий сигнал тревоги дежурному.

Простейший автоматический пожарный извещатель теплового типа — это электрический контакт из двух пружинящих пластинок, спаянных по концам легкоплавким припоем. Через него постоянно протекает ток. При нагревании горячим воздухом спай расплавляется, пластинки расходятся, контакт размыкается, а реле в приемном аппарате реагирует на разрыв цепи тока. Тепловой извещатель (АТИМ) содержит биметаллическую пластинку (рис. 9), которая при нагревании изгибается и замыкает контакт. Тогда электромагнитное реле в приемном аппарате срабатывает при протекании тока через его катушку.

Противопожарное водоснабжение

В сельской местности воду для тушения пожаров берут из открытых водоисточников и водопроводов. Летом в качестве пожарных водоемов используют подземные силосные траншеи, если они свободны. Забор воды из естественных водоемов (рек, озер, ручьев и др.) для нужд пожаротушения требует сооружения водозаборных устройств, площадок и подъездных путей. Это достигается путем укрепления берега, сооружения пожарного подъезда или устройства приемного колодца. Укрепить берег можно булыжником, укладываемым на участке полосой шириной 5-6м. Свайное укрепление берега проводят на участке длиной до 5м. Сваи забивают на глубину не менее 2м, с уклоном в сторону берега, сплошным рядом или на некотором расстоянии одна от другой. На водоемах с высокими берегами целесообразно устраивать пожарные подъезды. Уровень воды в естественных водоемах должен быть такой, чтобы можно было всасывать воду насосами пожарных машин. С началом замерзания поверхности реки, озера, пруда устраивают незамерзающие проруби. На небольших мелководных реках делают запруды или углубляют русла, чтобы вода накапливалась и не промерзала зимой.

Средства огнетушения

Для успешного и быстрого тушения пожаров колхозникам, рабочим совхозов и других предприятий необходимо знать огнетушащие вещества, основное устройство и правила пользования первичными средствами пожаротушения и способы тушения.

Вода – основное средство тушения. Ее применяют для тушения твердых, жидких и газообразных веществ и материалов в виде струй, в распыленном и тонкораспыленном (туманообразном) состоянии. Исключение составляют некоторые щелочные материалы и другие соединения, разлагающие воду. Ее не используют для тушения нефтепродуктов и других легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. В качестве огнетушащих средств используют некоторые инертные газы – азот, аргон.

Сухие порошковые составы применяют для быстрого тушения горючих газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, электроустановок, щелочных металлов.

К первичным средствам пожаротушения относятся огнетушители, внутренние пожарные краны, бочки с водой, ящики с песком, кошмы, багры, ломы, топоры, пилы, лопаты, ведра.

Огнетушители по типу огнетушащего вещества бывают пенные, газовые и порошковые. Густопенные огнетушители применяют для тушения небольшого количества легковоспламеняющихся жидкостей и при загорании двигателей внутреннего сгорания. Тушить пеной загоревшиеся электрические установки и сети, находящиеся под

напряжением, нельзя, так как пена является проводником электрического тока. Кроме того, пенные огнетушители нельзя применять при тушении карбида кальция; взаимодействуя с водой, находящейся в пене, он выделяет ацетилен, который может взорваться в смеси с воздухом.

В настоящее время применяют ручные химические пенные огнетушители ОХП-10, ОП-М и воздушно-пенные ОВП-5 и ОВП-10. Наиболее распространены углекислотные газовые огнетушители ОУ-2, ОУ-5 и ОУ-8, различающиеся между собой в основном емкостью баллонов (2,5, 8 л).

Углекислотные огнетушители применяют для тушения загорании электроустановок, небольших двигателей внутреннего сгорания, бумаг, материалов, боящихся воды.

Огнетушители должны быть защищены от попадания влаги на вентиль и раструб. Устанавливают их вдали от печей, не допуская нагревания свыше 50°. Огнетушители проверяют один раз в квартал, взвешивая на весах. Если масса уменьшится на 250г по сравнению с первоначальной, огнетушитель перезаряжают. Время действия огнетушителей: ОУ-2 – 30 с, ОУ-5 – 50 с, полезная длина струи соответственно 1,5 и 2,0м.

Аэрозольные и углекислотно-бромэтиловые огнетушители предназначены для тушения загорании на транспортных средствах, электроустановках, находящихся под напряжением, а также небольших количеств нефтепродуктов и растворителей. Аэрозольные огнетушители бывают марок ОА-1 и ОА-3, углекислотно-бромэтиловы». – ОУ5-3 и ОУБ-7. Их заряжают смесью углекислоты и бромэтила, применяют в тех же случаях, что и углекислотные, но огнегасительный эффект их выше.

Порошковые огнетушители используют в основном для тушения щелочных металлов, двигателей внутреннего сгорания, электроустановок, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. На предприятиях применяют переносные порошковые огнетушители ОП-5 и ОП-10, одинаковые по конструкции и отличающиеся лишь вместимостью баллонов.

Места расположения первичных средств пожаротушения согласуют с пожарной охраной. Огнетушители вывешивают на видном месте на высоте 1,5м от верхней ручки. Газовые огнетушители должны иметь защиту от нагревания. В зимнее время пенные огнетушители обязательно переносят в отапливаемое помещение. О месте их размещения извещают работающих и вывешивают стандартный указательный знак.

Ручные огнетушители, ломы, багры, топоры, лопаты и т. д. размещают у входа в помещение или вблизи него на специальном щите. Ящики для песка плотно закрывают крышками. Комковатый, увлажненный песок сушат и просеивают. Асбестовое полотно, войлок (кошму) рекомендуется хранить в металлических футлярах с крышками и не реже одного раза в месяц просушивать и очищать от пыли. Багры, ломы, лопаты, топоры, ведра периодически очищают, окрашивают и смазывают.

К средствам пожаротушения и пожарному инвентарю обеспечивают свободный доступ. Использовать их для хозяйственных, производственных и других нужд, не связанных с обучением пожарных формирований и пожаротушением, запрещается.

Для тушения пожаров существуют также различные по производительности мотопомпы М-600, МП-800 или ММ-1200. Высота всасывания у них одинаковая – 6м. Всасывающие, выкидные рукава и стволы хранят вместе с насосом.

Для тушения пожаров в сельском хозяйстве применяют различные машины сельскохозяйственного назначения, например, моечную машину в ремонтной мастерской, машину для дезинфекции животноводческих помещений, дождевальные машины, автозаправщики, автожижеразбрасыватели, водораздатчики и т. д. Использовать их можно после дооборудования. Для пожаротушения несложно переоборудовать бензовоз, любую бортовую автомашину, если сделать приспособление для быстрого крепления насоса НШН-600 на переднем бампере автомобиля. На приспособленных автозаправщиках и автобензоцистернах делают подпись: «Приспособлен для пожаротушения», а с правой левой стороны проводят по красной полосе.

Организация тушения пожара

Обнаруживший пожар обязан немедленно подать сигнал тревоги для оповещения местной пожарной охраны, добровольной пожар ной дружины и всех работающих. Успешные действия во время ликвидации пожара в основном зависят от качества обучения и степени практической подготовки членов ДПД, наличия средств пожаротушения. Для подготовки личного состава ДПД имеется примерная программа, разработанная Главным управлением пожарной охраны. Госагропром РФ внес в программу изменения и дополнения с тем, чтобы члены ДПД имели достаточные знания и навыки для предупреждения и тушения пожаров с учетом особенностей агропромышленного комплекса.

Пожары тушат в сложных условиях, которые связаны с опасностью для жизни и здоровья всех, кто занят этим: при высоких и низких температурах воздуха, воздействиях лучистой теплоты, пламени, при сильном ветре, задымлении, угрозе взрывов, обрушения конструкций, отравлений и т. п. В ходе тушения надо точно оценить складывающуюся обстановку, наметить пути ликвидации пожара, принять меры обеспечения безопасности работающих, проследить за соблюдением ими правил техники безопасности.

Боевой расчет обязан работать на пожаре только в брезентовых костюмах, сапогах или рабочих ботинках и касках. В задымленных помещениях принимают меры против отравления работающих в дыму окисью углерода и другими токсичными газами. Для этого проветривают помещение, чаще меняют работающих, ведут за ними медицинское наблюдение.

Ни в коем случае нельзя входить в задымленное помещение в обычном противогазе, так как он не защищает от окиси углерода. Для защиты органов дыхания используют кислородные (воздушные) или шланговые изолирующие аппараты. При тушении пожара избегают поражения электрическим током. Электрические сети напряжением выше 36В обесточивают. Загоревшиеся обмотки электродвигателей, изоляцию проводов отключают и применяют для тушения порошковые или углекислотные огнетушители.

Работать в зоне высоких температур (более 60°) можно непродолжительное время во избежание теплового удара и ожогов легких. При тушении в закрытых помещениях опасны ожоги лица, шеи паром, образующимся при подаче воды в очаг горения. Открывать двери в горящее помещение надо осторожно, используя полотнище двери для прикрытия от воздействия пламени и горючих газов.

Особое внимание уделяют созданию безопасных условий при организации работы на подвесных потолках, наличии неогражденных проемов, когда есть угроза обрушения конструкций. Вскрывая и разбирая конструкции, следят за тем, чтобы не оказаться на тех из них, которые непрочные, и не упасть вместе с ними. Сбрасывать образующиеся при разборке материалы можно только после обеспечения безопасности работающих внизу, предупредив их и оградив место сброса.

Все рабочие и ИТР должны знать и выполнять противопожарные мероприятия в случае возникновения пожара. Если возникло загорание, ликвидировать которое имеющимися силами и средствами невозможно, надо покинуть помещение, закрыв, если это возможно, окна и двери, затем подать общий сигнал пожарной тревоги, сообщить о случившемся в пожарную охрану. Если пожар произошел вне помещения, в котором работают, а пути эвакуации сильно задымлены или горят, нужно оставаться на рабочем месте, закрыть двери, открыть настежь окна и подать сигнал об оказании помощи. На первом этаже для эвакуации можно воспользоваться окнами.

После того как пожар будет потушен, руководитель предприятия назначает комиссию. Перед ней ставят следующие задачи: определить степень повреждения конструкций, технологического оборудования, коммуникаций, электрических сетей, объемы и сроки ремонтно-восстановительных работ, выяснить причину взрыва и пожара, оформить установленную документацию, разработать рекомендации по предупреждению пожаров и взрывов и довести их до каждого работника. Обстоятельства каждого пожара и загорания тщательно разбирают с рабочими, служащими, инженерно-техническим персоналом.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### 2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 (2 часа).

**Тема: «Контроль параметров микроклимата»**

**2.1.1 Цель работы:** изучить влияние метеорологических условий на организм человека и усвоить методику их определения.

**2.1.2 Задачи работы:**

1. Определить параметры микроклимата на рабочем месте производственного помещения, лаборатории и т.д., сравнить их с данными Санитарных норм СН 245-71 и ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ». Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны, сделать вывод и дать рекомендацию

**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Анемометр чашечный и крыльчатый.
2. Психрометры Августа и Ассмана.
3. Барометр-анероид.
4. Кататермометр.

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

***1. Общие сведения***

Параметры микроклимата в рабочих помещениях согласно ныне действующим Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий СН 245-71 и ГОСТ 12.1.005-88 при различных работах должны соответствовать определённым нормам. Однако в зависимости от ряда факторов (времени года, типа здания, рода производства, вида используемого оборудования и др.) фактические метеорологические условия могут значительно отличаться от требуемых. Это обстоятельство вызывает необходимость периодического исследования метеорологических условий в рабочих помещениях с целью их приведения к нормативным значениям, что достигается использованием комплекса специальных приборов.

Данные методические указания помогут специалистам сельскохозяйственного производства в их практической работе при решении различных задач по охране труда.

*Метеорологические условия* – это физическое состояние воздушной среды, которое определяется действующим на организм человека сочетанием температуры, влажности, скорости движения воздуха, атмосферного давления и излучений нагретыми поверхностями (лучистого тепла).

*Оптимальными микроклиматическими условиями* являются такие сочетания количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения механизмов терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

*Рабочей зоной* следует считать пространство высотой до 2м над уровнем пола или площадки, на которых находятся рабочие места.

Постоянным рабочим местом считается место, на котором работающий находится большую часть (более 50% или более 2 ч непрерывно) своего рабочего времени. Если при этом обслуживание производства осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, то постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Микроклимат в производственных помещениях зависит от колебаний внешних условий, времени дня и года, хода производственных процессов, условий воздухообмена и др. факторов.

Возможность организма приспосабливаться к метеоусловиям велика, но не безгранична.

Высокая температура на рабочем месте в сочетании с высокой влажностью или, наоборот, при чрезмерной сухости воздуха, способствует перегреванию организма и вызывает нарушение терморегуляции (нормального течения физических процессов) между организмом человека и внешней средой. При этом у человека могут возникать болезненные явления: головокружение, тошнота, потеря сознания.

При низких температурах повышенная влажность вызывает переохлаждение организма, что способствует возникновению ревматизма, гриппа и болезней верхних дыхательных путей.

Высокие скорости движения воздуха на рабочих местах (сквозняки) также приводят к простудным заболеваниям.

Величины оптимальных и допустимых значений температур, влажности и скорости воздуха в рабочей зоне производственных помещений определяются Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий СН 245-71 и по ГОСТ 12.1.005-88 (см. приложения).

***2. Методика определения параметров микроклимата***

***2.1. Температура окружающей среды***

Одним из показателей метеорологических условий является температура воздуха. Измеряют ее ртутными или спиртовыми термометрами, подвешиваемыми на 8-10 мин. в проверяемой зоне. Для изучения динамики температуры воздуха могут быть использованы самопишущие термографы (суточные или недельные) типа М-16. Приемной частью термографов является изогнутая биметаллическая пластина, связанная при помощи рычага и стрелки с пером. Запись температуры производится на ленте, опоясывающей барабан, который приводится в движение часовым механизмом с суточным или недельным заводом.

Производственное оборудование может выделять до 60% тепла путем излучения. Лучистая энергия, попадая на человека, воздействует на незащищенные части тела (таблица 2.1). При интенсивности облучения свыше 0,7 кДж/м$^2$с происходит резкое нарушение теплового баланса в организме – перегрев. Измерить температуру в помещении с тепловым излучением, например, в зоне нагревательной печи (литейный цех, кузнечный цех и т.д.) обычным ртутным термометром нельзя.

Таблица 1 - Влияние лучистой тепловой энергии на человека.

| Напряжение лучистой энергии, кал/см$^2$мин. | 0,4…0,8 | 0,8…1,5 | 1,5…2,5 | 2,5…3 |
|---|---|---|---|---|
| Переносимо при непрерывном воздействии | Долго | 3…5 мин. | 40…50 сек | 20…30 сек |

Количество лучистой тепловой энергии измеряют прибором – актинометром.

Приемником теплового излучения актинометра Носкова служат блестящие и зачерненные алюминиевые пластины, уложенные в шахматном порядке. К пластинам присоединена батарея из термопар. Электродвижущая сила, возникающая под воздействием лучистой тепловой энергии, передается на гальванометр, шкала которого отградуирована в кал/см$^2$ мин.

***2.2. Давление воздуха окружающей среды***

Для определения атмосферного давления могут быть использованы ртутные барометры, барометры-анероиды разных моделей и барографы.

Ртутные барометры наиболее точны, но они чувствительны к тепловому воздействию и поэтому не должны подвергаться тепловому (инфракрасному) облучению, а также контактировать с предметами, температура которых отличается от температуры окружающей среды .

Ввиду изложенного, чаще применяются барометры-анероиды. Простейший из них имеет металлическую анероидную коробку, деформирующуюся с изменением атмосферного давления. Её деформация с помощью передаточного механизма приводит в движение стрелку, перемещающуюся на неподвижном циферблате со шкалой, градуированной в мм рт. ст. и Па.

Принцип работы барографа также, основан на свойстве анероидных коробок деформироваться с изменением атмосферного давления. Суммарная деформация их через передаточную систему передаётся стрелке о пером, записывающим изменения атмосферного давления на диаграммной ленте, укреплённой на барабане. Вращение барабана осуществляется часовым механизмом с суточным или недельным заводом.

***2.3. Влажность воздуха***

Влажность воздуха измеряется в абсолютных или относительных величинах.

*Абсолютная влажность* представляет собой фактическое содержание паров воды в граммах в одном кубическом метре воздуха. При одной и той же абсолютной влажности воздух в зависимости от температуры может быть сух или влажен. Поэтому для оценки степени сухости или влажности применяется понятие «относительная влажность».

Относительная влажность $\varphi$ выражается в процентах и определяется отношением абсолютной влажности воздуха к влажности при максимальном его насыщении при той же температуре, т.е.

$$\varphi = \frac{q_\phi}{q_T} \times 100,$$

где $q_\phi$ - фактическое содержание паров воды в воздухе при данной температуре, г/кг;

$q_T$ - максимально возможное содержание паров воды в воздухе при температуре сухого термометра г/кг (находится по таблице, данной в прилож.2).

Следует отметить, значения максимального содержания паров воды в воздухе в зависимости от температуры, не отраженные в таблице приложения необходимо рассчитать, используя метод интерполяции.

Для этого необходимо определить крайние значения температур, представленных в таблице, между которыми находится фактическая температура окружающей среды на момент эксперимента. Рассчитать разность фактического значения температуры и нижней границы температуры определенной из таблицы.

Взять отношения разностей содержания водяного пара при полном насыщении при максимальной и минимальной границ температур и разности границ температур.

Это значение перемножают с величиной разности фактического значения и нижней границы температур.

Результат расчетов прибавляют к содержанию водяных паров нижней (табличной) границы температур.

ПРИМЕР*:*

Определить методом интерполяции содержание водяного пара при полном насыщении, при температуре $t$=16,4 $^0$C.

| Температура воздуха, $^0$C | Содержание водяного пара при полном насыщении, г/кг |
|---|---|
| 15 | 10,5 |
| 20 | 14,4 |

**1.** Рассчитаем разность фактического значения температуры и нижней границы температуры, определенной из таблицы:

16,4-15=1,4 $^0$C

**2.** Определить содержание водяного пара при одном градусе температуры

$$\frac{14.4-10.5}{20-15} = 0.78\,\text{г/кг} \times \text{гр}$$

**3.** Определить содержание водяного пара при 1,4 $^0$C:

$0.78 \times 1.4 = 1.092$г/кг

**4.** Определить содержание водяного пара при 16,4 $^0$C:

$10{,}5 + 1{,}092 = 11{,}592$г/кг

***т.е.***

$$10{,}5 + \left( \frac{14{,}4 - 10{,}5}{20 - 15} \right) \times 1{,}4 = 11{,}592\text{г/кг}$$

Для определения относительной влажности применяет гигрометры, гигрографы и психрометры. Наиболее распространены стационарные психрометры Августа и аспирационные психрометры Ассмана. Психрометры обоих типов включают два одинаковых термометра. Резервуар одного из них покрыт тканью, смоченной водой (марлей или батистом).

Принцип действия психрометра основан на зависимости интенсивности испарения влаги в воздух окружающей среды. Чем суше воздух окружающей среды, тем больше интенсивность испарения. Процесс испарения влаги требует затраты определённого количества тепла. Поэтому температура резервуара термометра, обёрнутого мокрой тканью, будет тем ниже, чем интенсивнее испарение, т.е. чем суше окружающий воздух. Показания «сухого» и «влажного» термометра соответственно принято называть «температурой сухого» и «температурой влажного» термометров.

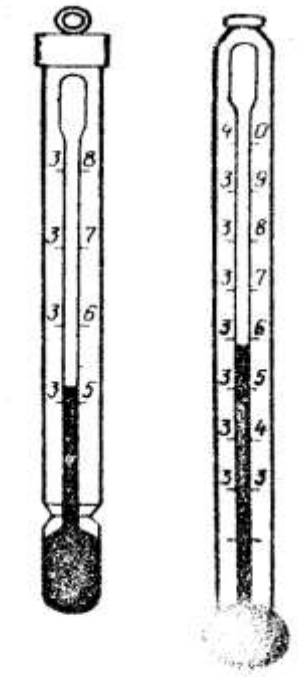


Рис.1 Катотермометры:
а) цилиндрический;
б) шаровой.

Стационарный психрометр Августа не даёт точных результатов, так как на показания его термометров влияет скорость воздуха, которая в окружающей среде может быть различной. Кроме того, термометры в психрометре Августа не защищены от влияния солнечной радиации.

Динамический аспирационный психрометр Ассмана отличается большей степенью точности. Резервуары обоих его термометров для защиты от тепловой радиации помещены в металлические трубки, а воздух обдувает их с постоянной скоростью (2 м/с), что достигается установкой аспирационного вентилятора, который приводится в действие заводным механизмом или электромотором.

Опыты по определению относительной влажности воздуха повторяются не менее трех раз, при этом психрометр подвешивается на специальном кронштейне, установленном на исследуемом рабочем месте или укреплённом на стене около него.

Отсчет показаний «сухого» и «влажного» термометров проводится на пятой минуте после пуска вентилятора.

С целью исключения грубой ошибки при определении относительной влажности воздуха необходимо помнить, что при снятии показаний с термометров аспирационного психрометра его не следует удерживать руками за металлические трубки, так как тепло рук человека при этом может привести к значительным погрешностям в измерениях.

Определение относительной влажности по показаниям термометров психрометра может осуществляться с помощью психрометрической таблицы (приложение 3).

Относительная влажность воздуха может быть найдена и расчётным путём. Для этого необходимо сначала расчётом найти абсолютную влажность $q_\phi$ по формуле:

$$q_\phi = f - 0{,}5\,(t_c - t_в) \cdot \frac{B}{10^5},$$

где f - максимальное содержание водяных паров при температуре влажного термометра, г/кг (определяется по таблице, приложение 2);

$t_c$ ; $t_в$ - показания сухого и влажного термометров, $^0$C;

0,5 - постоянный психрометрический коэффициент;

В - барометрическое давление[1], Па (определяется барометром-анероидом).

После определения расчетного значения $q_\phi$ по формуле (1.2) и его подстановки в зависимость (1.1) находим относительную влажность воздуха $\varphi_p$.

Для прямого определения относительной влажности применяют гигрометры и гигрографы. Принцип работы этих приборов основан на способности обезжиренного человеческого волоса удлиняться во влажном воздухе и укорачиваться в сухом.

***2.4. Скорость движения воздуха***

Скорость перемещения воздуха измеряют различными приборами:

**a)** при температуре не выше $29^0$C и малых скоростях – кататермометром (рисунок 1);

**b)** при скоростях 0,3…0,5 м/с – крыльчатым анемометром типа АСО-3;

**c)** при больших скоростях от 1 до 20 м/с чашечным анемометром типа МС-13;

**d)** для измерения усредненного значения скорости ветра в наземных условиях – от 2,0 до 30 м/с применяют ручной индукционный анемометр АРИ-49.

Кататермометр представляет собой спиртовой термометр с цилиндрическим или шаровым резервуаром больше обычного размера и капилляром, расширяющимся в верхней части. Принцип измерения скорости движения воздуха кататермометром основан на зависимости охлаждения спирта в резервуаре от скорости смывания его воздухом.

Перед измерениями кататермометр погружают в воду с температурой 65-75$^0$C и выдерживают его в ней до тех пор, пока спирт не заполнит половину верхнего резервуара. Вытерев кататермометр досуха, его подвешивают на штативе так, чтобы он не качался, следят за спадом спиртового столбика в интервале от 38 до 35$^0$C, замеряя это время по секундомеру.

Понижение температуры кататермометра происходит за счет отдачи тепла. Интенсивность охлаждения кататермометра зависит от температуры и скорости движения воздуха в помещении. Для определения последней сначала находят охлаждающую силу воздуха $H$ (Вт/м$^2$) по зависимости:

$$H = \frac{\Phi(t_1 - t_2) \times 0.0418}{\tau} 10,$$

где Ф – показатель, определяющий величину теплоотдачи нижним резервуаром кататермометра при его охлаждении на $1^0$C (является константой данного прибора), Дж/см$^2$ $^0$C), (указан на тыльной стороне капеляра кататермометра);

$t_1$-$t_2$ – начальная и конечная температуры (по показаниям кататермометра), $^0$C;

$\tau$ - время охлаждения, с.

Скорость движения воздуха находят по таблице (приложение 4).

Крыльчатый анемометр состоит из ветроприемника, представляющего собой легкую алюминиевую или пластмассовую крыльчатку, насажанную на трубчатую ось, конец которой имеет червяк, приводящий через передаточный механизм во вращение стрелки циферблата. Циферблат анемометра имеет для регистрации делений три шкалы (единицы и десятки – на одной, сотни – на второй и тысячи – на третьей). Аналогичным образом устроен и чашечный анемометр.

Перед измерением наблюдатель выключает с помощью арретира передаточный механизм и записывает начальные показания всех стрелок на циферблате ($K_1$).

При измерениях скоростей движения воздуха прибор вносится в поток таким образом, чтобы ось крыльчатого анемометра располагалась параллельно направлению движению воздуха, ось же чашечного анемометра должна быть перпендикулярна к направлению движения потока.

---

[1] 1 мм рт.ст. = 133,3 Па

После установки анемометра в воздушном потоке, через 5-10 секунд, когда крыльчатка начнет вращаться с установившейся скоростью, одновременно с секундомером включается и счетный механизм анемометра.

По истечении 30 – 100 с [30] секундомер и анемометр одновременно выключаются и записываются показания всех стрелок после опыта ($K_2$).

Далее определяется разность между начальными и конечными показаниями. Разделив эту разность на время опыта $t$ (с), находят число делений $n$, приходящихся на одну секунду, т.е.

$$n = \frac{K_2 - K_1}{t},$$

где n в дел/с.

Каждое измерение (отсчёт) производится три раза, а скорость движения воздуха принимается равной средней из скоростей, полученных при замерах.

Искомая скорость движения воздуха находится по графику зависимости числа делений шкалы в секунду от средней скорости воздушного потока (рисунок2.2).

Скорость движения воздуха в воздуховодах вентиляционных систем удобнее и достовернее измерять при помощи пневмометрических трубок в комплекте с манометрами или микроманометрами по специальной методике .

*2.5 Расчет производительности вентиляторов*

*Назначение вентиляции* – поддерживать в производственных помещениях воздушную среду, отвечающую санитарно-гигиеническим нормам .

Нормальные санитарно-гигиенические условия в помещении можно поддерживать удалением из него загрязненного или высоко-нагретого воздуха и заменой его чистым из наружной атмосферы.

Механическая вентиляция может быть общеобменной и местной.

*Общеобменной* вентиляцией называют такую вентиляцию, при которой обменивается весь воздух в помещении.

*Местная* вентиляция предназначена для удаления вредного воздуха непосредственно с места его образования.

При общеобменной вентиляции отношение объема засасываемого или удаляемого вентилятором воздуха в течение 1 часа к объему помещения называется *кратностью воздухообмена*.

Зная установленную для данного производства кратность воздухообмена (таблица 2), можно рассчитать необходимую производительность вентилятора. Расчет ведут по формуле:

$$L = k \times V \text{ м}^3/\text{ч},$$

где L – часовая производительность вентилятора, $м^3$/ч;

k – кратность воздухообмена, 1/ч.;

V – объем помещения, $м^3$.

Таблица 2 - Значения кратности воздухообмена $k$ для различных производственных помещений

| Производственные помещения | Кратность воздухообмена, 1/ч |
|---|---|
| Административно-конторские помещения | 1,5 |
| Залы заседаний | 3 |
| Курительные комнаты | 10 |
| Моторно-ремонтное отделение | 2-3 |
| Сварочное отделение | 4-6 |
| Кузница | 4-6 |
| Столярные мастерские | 2 |

***3. Порядок выполнения работы***

3.1. Для выполнения данного исследования на рабочем месте производственного помещения, лаборатории и т.д. должно быть следующее оборудование: вентилятор (настольный или оконный), барометр-анероид, психрометр аспирационный (Ассмана),

кататермометр (шаровой или цилиндрический), штатив для подвески кататермометра, электроплитка, сосуд с водой (для нагрева кататермометра), анемометр и секундомер;

3.2.Изучив устройство применяемого оборудования, установить его в соответствующих положениях на исследуемом рабочем месте и приступить к выполнению исследования, соблюдая правила предосторожности при работе с электрическими приборами;

3.3. В условиях воздушной среды лаборатории экспериментально определить:

температуру;

атмосферное давление;

относительную влажность (определяется добавочно и расчетным путём);

скорость движения, воздуха (кататермометром V анемометром).

3.4. Составить краткий отчет по выполненному исследованию, вписав все результаты замеров, расчетов и нормативных значений параметров микроклимата в таблицу по форме представленной в таблице 3;

3.5. Сравнить полученные данные с рекомендуемыми по Санитарным нормам СН 245-71 и ГОСТ 12.1.005-88 и дать оценку метеорологическим условиям производственного помещения (лаборатории), т.е. сделать выводы;

3.6. На основании сделанных выводов предложить рекомендации по улучшению микроклимата лаборатории.

Таблица 3 - Результаты исследования метеорологических условий в производственном помещении

| Показатели | Численные значения показателей | Единицы измерения |
|---|---|---|
| Температура<br>а) по сухому термометру<br>б) по влажному термометру | | <br>°С<br>°С |
| Относительная влажность<br>а) экспериментальная<br>б) расчетная | | <br>%<br>% |
| Атмосферное давление | | Па |
| Скорость движения воздуха на рабочем месте (без включения вентилятора)<br>а) показания кататермометра<br>- начальное<br>- конечное<br>б) продолжительность опыта | | м/с<br><br><br>°С<br>°С<br>с |
| Скорость движения воздуха при работе вентилятора<br>а) показания чашечного анемометра<br>- до опыта<br>- после опыта<br>продолжительность опыта<br>б) показания крыльчатого анемометра<br>до опыта<br>- после опыта | | м/с<br><br>ед.<br>ед.<br><br><br>ед.<br>ед. |
| Необходимая производительность вентилятора для общеобменной вентиляции лаборатории | | $м^3$/ч |

**2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 (2 часа).**

**Тема: «Исследование запыленности воздуха»**

**2.2.1 Цель работы:** изучить общие сведения о пыли, влияние запылённости воздушной среды на организм человека и её предельно допустимые концентрации.

**2.2.2 Задачи работы:**

1. Научиться определять количественное содержание пыли в воздухе рабочей зоны (весовым методом)

**2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Переносная ротационная установка (ПРУ-4).
2. Аналитические весы.
3. Аллонж.

**2.2.4 Описание (ход) работы:**

***1. Общие сведения***

Для предупреждения пылевых профзаболеваний (пневмокониоз, пылевой бронхит, пневмония, конъюнктивит и др. ), возникающих у человека при работе в неблагоприятных условиях окружающей среды, т.е. когда уровни концентрации пыли и других вредных веществ в его рабочей зоне превышают предельно допустимые концентрации, указанных в ГОСТ 12.1.005 -88. Санитарных нормах СН 245 - 71, и с целью предупреждения взрывов и пожаров в ряде сельскохозяйственных производств постоянно следует вести контроль загрязнения воздуха, своевременно принимать соответствующие меры по борьбе с образованием и распространением пыли и др. вредных веществ. Качественно такая профилактическая работа может быть выполнена только при наличии специальных приборов.

Настоящие методические указания помогут специалистам сельскохозяйственного производства в их практической деятельности при решении задач по улучшению условий труда человека.

Сведения о пыли, её действие на организм человека

Многие виды работ и операций в сельскохозяйственном производстве (обработка почвы, обмолот, очистка и размол зерна, опыливание сельскохозяйственных растений, механическая обработка металла, древесины и пластмасс, электросварка, заточка абразивным инструментом и др.) сопровождаются образованием и выделением значительного количества различной производственной пыли.

Производственной пылью называют витающие в воздухе рабочей зоны[2] и медленно оседающие мелкие частицы твёрдого или жидкого вещества размерами от нескольких десятков до долей микрометра.

Пыль принято также называть аэрозолем, имея в виду, что воздух является дисперсионной средой, а мелкие частицы (кристаллики, нити, плёнки, пластинка, капельки и др.), загрязняющие воздух - дисперсной фазой.

Аэрозоли - это мельчайшие частицы вещества, способные длительное время находиться в воздухе или в производственных газах во взвешенном состоянии.

Аэрозоли из твёрдых веществ образуют дым, а из жидких - туман. Выпавшие из воздуха частички твёрдых веществ и осевшие на поверхностях конструктивных элементов помещения и оборудования называются аэрогелем.

---

Рабочей зоной считается пространство высотой до двух метров над уровнем пола или площадки, на которой находятся рабочие места. Постоянным рабочим местом считается место, на котором работающий находится более половины своего рабочего времени или более двух часов непрерывно. Если же производственная деятельность осуществляется в различных местах рабочей зоны, то вся зона считается постоянным рабочим местом.

По происхождению пыль может быть органическая (растительного или животного происхождения), неорганическая (металлическая и минеральная) и смешанная (органоминеральная, минерально-металлическая и т. д.). По характеру воздействия на организм человека, пыль разделяется на ядовитую и раздражающую. Ядовитые пыли, растворяясь в биологических средах, действуют как введённый в организм яд и вызывают отравление. Неядовитая пыль способна адсорбировать газы, благодаря чему может оказаться ядовитой. Поэтому наличие производственной пыли в помещениях или на рабочем месте рассматривается как производственная опасность и вредность. Из них наиболее вредными являются цементирующиеся и ядовитые.

Различные виды пыли отличаются по физико-химическим свойствам: величине частиц (степень дисперсности), их удельному весу, форме, консистенции, по электрозаряженности, способности адсорбировать различные вещества, воспламеняемости и т. д.

Классификация пыли по способу образования, происхождению и размерам её частиц даётся в таблице 1.

Таблица 1 - Классификация производственной пыли

| По способу образования | По происхождению | По дисперсности |
|---|---|---|
| I. Аэрозоль дезинтеграции. Возникает при разрушении твёрдых пород (бурение, дробление, размол), транспортировке и упаковке сыпучих материалов, механической обработке изделий (шлифовка, полировка и др.) II. Аэрозоль конденсации. Возникает при испарении и последующей конденсации в воздухе паров металлов и неметаллов (электросварка, испарение металлов при электроплавке и других технологических: процессах) | I. Органическая: а) растительная (злаки, волокна и др.) б) животная (шерстяная, кожаная и др.) в) микроорганизмы и продукты их распада г) искусственная (пластмассовая, пыль красителей и др.) II. Неорганическая: а) минеральная (кремниевая, силикатная и др.) б) металлическая (пыль железа, цинка, свинца и др.) III. Смешанная; а) минерально-металлическая (например, смесь пыли железа и кремния) б) органическая и неорганическая (например, пыль злаков и почвы) | I. Видимая. Имеет размер свыше 10 мкм и быстро выпадает из воздуха. II.Микроскопическая. Имеет размер от 10 до 0,25 мкм и медленно выпадает из воздуха. III.Ультрамикроскопическая. Имеет размер менее 0,25 мкм, длительно витает в воздухе, подчиняясь законам броуновского движения |

Вредное влияние производственной пыли на организм человека зависит от физико-химических свойств, размеров и формы пылевых частиц, от её концентрации в воздухе, от деятельности её воздействия (в течение смены и профессионального стажа работающих), от одновременного воздействия других факторов окружающей среды (влажности и температуры воздуха, скорости его перемещения, атмосферного давления) и особенностей трудовой деятельности человека.

Чем легче частицы пыли, тем глубже они проникают в организм человека и тем труднее их удалить. Особенно опасны пылинки размером от 1 до 10 микрон. Более крупные пылинки задерживаются слизистой оболочкой верхних дыхательных путей, а более мелкие

выносятся при выдохе. Запыленность воздуха может быть причиной тяжелых заболеваний горла, бронхов, лёгких, глаз и кожи даже при неядовитой пыли. Поэтому в рабочей зоне устанавливаются предельно допустимые концентрации (ПДК[3] пыли (приложение I).

Для защиты человека от воздействия производственной пыли устраивают различные системы вентиляции, применяют индивидуальные средства защити (противопылевую спецодежду, защитные очки, респираторы, противогазы и др.).

Улучшение условий труда механизатора достигается рациональным устройством герметизированных вентилируемых кабин тракторов, комбайнов и др. машин осуществляется в различных местах рабочей зоны, то вся зона считается рабочим местом.

Пыль, кроме сказанного, ухудшает общесанитарное состояние производственной среды, уменьшает освещённость вследствие загрязнения окон и осветительной арматуры, снижая при этом производительность труда. Пылевыделения наносят и большой экономический урон (ускоренный износ оборудования, порчу ценных материалов), а некоторые виды пыли способствуют возникновению пожаров и взрывов.

К наиболее пожароопасным следует отнести пыль элеваторную, угольную, древесную, а пыли отрубей и зерновых отходов, сена, торфа, эбонита и др. - следует рассматривать как взрывоопасные.

С целью предупреждения вредных воздействий пыли на организм человека и опасностей возникновения пожаров и взрывов необходимо периодически проводить исследование запылённости воздуха в производственных помещениях, используя при этом в зависимости от поставленной задачи различные приборы.

Общие положения по исследованию запыленности воздуха

Гигиеническая оценка воздушной среды осуществляется исследованием запылённости воздуха. При этом определяют концентрацию пыли в мг/м, степень дисперсности, т.е. размеры пылинок (мкм) и её химический состав.

Степень запылённости воздуха зависит от массы пыли или числа пылинок в единице объёма воздуха. Соответственно методы исследования запылённости воздуха принято делить на весовые и счётные. Существуют и другие методы исследования: ультрамикроскопия пыли, применение счётчиков оседающей пыли и др.. Наиболее простой из них прямой весовой (гравиметрический) метод. Его суть заключается в следующем.

Пыль из известного объёма воздуха необходимо осадить на фильтре. Количество пыли определяется по разности масс фильтра до и после пропускания через него запылённого воздуха.

Фильтр закладывается в пылевую трубку - аллонж (рисунок 1).

Для просасывания запылённого воздуха через аллонж используют воздуходувку или электрораспиратор. Можно использовать электропылесос или подводку сжатого воздуха и эжектор.

Количество воздуха, из которого задержана пыль, определяют с помощью реометра.

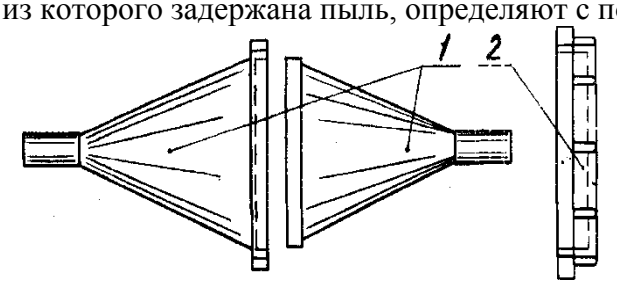



Рисунок 1 - Аллонж: 1 - корпус; 2 – гайка.

[3] ПДК - предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны являются такие концентрации, которые при ежедневной работе в пределах 8 ч в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования.

Время отбора пробы воздуха для определения его запылённости в производственных условиях зависит от запылённости воздуха окружающей среды и колеблется в широких пределах.

При выполнении данной работы в условиях нашей лаборатории (где воздух практически не загрязняется производственными вредностями) отбор пробы воздуха для определения его запылённости весовым методом нужно было бы производить долго. Поэтому в учебных целях (для сокращения времени отбора пробы воздуха) отбор пробы производится не из окружающей среды, а из пылевой камеры.

Весовой метод определения запылённости позволяет получить общее представление о количестве пыли в воздухе рабочей зоны (для сравнения с предельно допустимыми концентрациями) и данные для обоснования расчёта пылеулавливающих устройств.

Описание ротационной установки и её подготовка к работе

Переносная ротационная установка (ПРУ-4)[4] предназначена для протягивания воздуха при отборе его проб с целью проведения пылевого и химического анализов. Она включает воздуходувку (создающую разряжение), электромотор и четыре реометра. Работает установка от сети переменного тока номинальным напряжением 220 В при частоте 50 Гц. Максимальная потребляемая мощность не превышает 30 Вт.

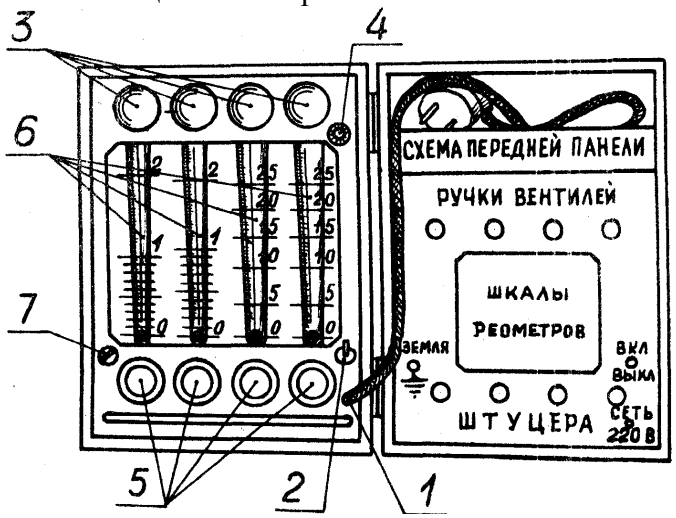



Рисунок 2 - Схема общего вида ротационной установки ПРУ-4 для отбора проб воздуха

Разряжение, создаваемое воздуходувкой, не ниже 7600 Па (800 мм вод. ст.) при производительности 50 л/мин.

Установка обеспечивает одновременный отбор четырёх проб воздуха. Реометры[5] со шкалой от 0 до 25 л/мин используются преимущественно при отборе пылевых проб, а реометры со шкалой от 0 до 2 л/мин - при отборе проб для химического анализа.

Все узлы установки смонтированы на металлическом шасси с панелью. Шасси заключено в специальный кожух. На передней панели установки (рисунок 3.2) расположены:

- колодка входная 1 (служит для присоединения электрошнура к установке);
- тумблер 2 (для включения и выключения электропитания установки);
- ручки 3 вентилей реометров (с их помощью регулируется расход воздуха);
- гнездо 4 электрической лампочки, служащей дня освещены шкалы установки и одновременно являющейся предохранителем электрической цепи прибора;
- штуцера 5 для соединения резиновых трубок с фильтрами или поглотителями;
- реометры 6 (конусные стеклянные трубки с париками) служат для определения расхода воздуха (л/мин) при отборах его проб;

[4] Пользоваться установкой во взрывоопасных местах категорически запрещается.

[5] Реометры тарированы по воздуху при температуре $+20^0$С; точность их показаний колеблется в пределах ±6% [7].

- клемма 7 (служит два заземления ротационной установки).

Перед использованием установки ПРУ-4 в процессе исследования запылённости воздуха необходимо:

а) проверить заземление прибора. Клемма «Земля» должна быть соединена гибким проводом с шиной (металлической полосой) общего контура заземления;

б) открыть ручки 3 вентилей реометров на три оборота (для уменьшения нагрузки на электродвигатель при пуске установки);

в) включить прибор. Для нормально работающего прибора характерен специфический шум. Если электродвигатель включён, но не работает, его следует немедленно выключить, так как он в этом случае перегревается и может выйти из строя;

г) путём вращения ручек вентилей установить нужный для отбора проб расход воздуха;

д) прибор выключить.

***2. Методика исследования запыленности воздуха***

2.1. В предварительно очищенный от пыли аллонж закладывается специальный фильтр АФА-В-18[6] (этот фильтр должен быть просушен и, до его использования, храниться в эксикаторе).

2.2. Определяется масса аллонжа вместе с фильтром взвешиванием с точностью до 0,5 мг.

2.3. После взвешивания один отвод аллонжа (любой) соединяют с резиновым шлангом; далее аллонж установить в специальном штативе.

2.4. Подготовить установку ШУ-4 к исследованию.

2.5. На один из штуцеров 5 (под реометром со шкалой от 0 до 25 л/мин, см. рисунок 2) надеть свободный конец резинового шланга, ранее соединённого с аллонжем.

2.6. Произвести окончательную регулировку величины расхода воздуха путём просасывания через аспиратор воздуха из лаборатории, в которой Вы работаете. Расход воздуха устанавливают в пределе 15...20 л/мин. Отсчёт показаний с реометра при этом снимают по нижнему краю шарика,

2.7. После окончательной регулировки расхода воздуха аллонж с фильтром соединяют с пылевой камерой посредством резинового шланга для отбора пробы запылённого воздуха.

2.8. Далее в пылевой камере искусственно производится загрязнение воздуха минеральной пылью (путём подачи в неё сжатого аспиратором воздуха - от выпускного патрубка ПРУ-4). Пыль, находящаяся в пылевой камере, содержит цемент, глину, минералы и их смеси.

2.9. Включить установку ПРУ-4 одновременно с секундомером (для замера времени отбора пробы воздуха).

2.10. Время отбора пробы воздуха при выполнении данной лабораторной работы следует устанавливать в пределах 1...2 мин.

2.11. По истечении установленного времени отбора пробы воздуха установку ПРУ-4 и секундомер выключить.

Отбор пробы воздуха в производственных условиях осуществляется не менее трёх раз; при выполнении этой работы в учебных целях - один раз.

2.12. При определении запылённости воздуха в производственных условиях (на рабочем месте) аллонж с фильтром следует высушивать до постоянства массы задержанной пыли, после чего аллонж с фильтром поместить в эксикатор.

---

[6] Расшифровка марки фильтра: АФА – аналитический фильтр аэрозольный; буква В обозначает пригодность фильтра для весового анализа, а следующие за ней цифры – площадь фильтра, $см^2$.
Фильтры АФА-В-18 предназначены для определения весовой концентрации аэродисперсных примесей (пыли, дыма и туманов) при температуре до $+60^0$С.

В лабораторных условиях высушивание аллонжа с фильтром можно не делать, так как в помещении за время проведения исследования запылённости воздуха его относительная влажность практически остаётся постоянной.

2.13. После окончания отбора пробы воздуха для определения массы задержанной пыли аллонж с фильтром взвесить, также как и в п. 6.2 с точностью до 0,5 мг.

2.14. Масса пыли m (мг), задержанной на фильтре в аллонже, находится по выражению:

$m=M_к-M_н$,

где: $M_к$ и $M_н$ - соответственно конечная и начальная массы аллонжа с фильтром, мг.

2.15. Объём пропущенного через фильтр воздуха $V_o$ (л), приведенный к нормальным условиям (при t=0° С и $P=10{,}13 \cdot 10^4$ Па), определяется по выражению:

$$V_0 = W \cdot T \cdot \frac{273 \cdot P_{атм}}{(273 + t_n) \cdot 10{,}13 \cdot 10^4}$$

или

$$V_0 = W \cdot T \cdot \frac{26{,}95 \cdot P_{атм}}{(273 + t_n) \cdot 10^4},$$

где W- расход просасываемого через фильтр воздуха, л/мин (определяется по реометру аспиратора);

T - продолжительность отбора пробы воздуха, мин;

$P_{атм}$ - атмосферное давление во время опыта. Па (определяется по барометру);

$t_n$ - температура воздуха в помещении, $^{O}C$.

2.16. Искомая запылённость воздуха (концентрация пыли) E (мг/м$^3$) определяется по выражению [4];

$E= т\ 1000/ V_o$,

где m - масса пыли, задержанная фильтром, мг;

Vo - объём воздуха, пропущенного через фильтр, л (определённый по п. 2.15).

***3. Порядок выполнения работы***

3.1. Для выполнения данного исследования на рабочем месте необходимо иметь: аспиратор для отбора проб воздуха - ПРУ-4, пылевую камеру, весы аналитические с комплектом разновесов, секундомер иди часы (электронные или с секундной стрелкой), штатив, аллонж фильтр, два соединительных шланга (резиновых с внутренним диаметром 10 мм), барометр и термометр настенный.

3.2. Лицам, незнакомым с работой на аналитических весах, следует перед выполнением данного исследования подробно изучить приложение 1 (Взвешивание на аналитических весах ВЛА-200).

3.3. Изучив устройство применяемого оборудования, установить его в соответствующих для выполнения данного исследования положениях и приступить к выполнению работы согласно методики по п. 6, соблюдая правила электрической безопасности при использовании установки ПРУ-4.

3.5. В выводах необходимо дать: название или род пыли, сравнение подученных концентраций пыли с ПДК. Ваше решение или предложения по приведению запылённости воздуха окружающей среды в соответствие с требованиями Санитарных норм проектирования промышленных предприятий (СН 245-71) и ГОСТ 12.1.005 -88 "ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны и выбор необходимых средств индивидуальной защиты человека.

4. Оформить отчёт по работе согласно формы № 1 и письменно изложить краткие выводы.

Форма № 1

Результаты исследования запылённости воздуха на рабочем месте

| № фильтра | Параметры опытов по п. 6 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Масса, мг | | | $P_{атм}$ Па | $t_п$, °С | τ мин | W л/мин | $V_0$ л | E, мг/м$^3$ |
| | $M_н$ | $M_к$ | т | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Приложение 1

ВЗВЕШИВАНИЕ НА АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЕСАХ ВЛА-200

Краткое описание устройства весов

Аналитические весы типа ВЛА-200 являются прибором для точного определения массы тел в лабораториях при проведении анализов.

Весы заключены в деревянную остеклённую витрину, имеющую переднюю поднимающуюся и две боковые открывающиеся дверцы. Витрина закреплена на стеклянном основании I (Рисунок 3.3).

На основании I прикреплена колонка 2, имеющая два кронштейна с воздушными успокоителями (демпферами) 3.

Опорная подушка, на которую опирается средняя призма коромысла б весов, располагается на колонке 2.

В специальных сёдлах 4 (на концах коромысла) закреплены грузоподъёмные призмы, на которые навешиваются серьги 5 с грузоподъёмными подушками.

Чашка 8 с дужкой подвешивается на верхнем крючке серьги; на нижнем крючке серьги подвешивается стакан демпфера, входящий в корпус демпфера 3. На коромысле 6 весов имеются тарировочные гайки II и укреплена стрелка 7.

Под стеклянным основанием I смонтировано изолирующее устройство весов, приводимое в действие с помощью маховичка 10.

Весы имеют одну заднюю нерегулируемую ножку и две регулируемые ножки 9, с помощью которых весы устанавливаются по уровню 12, укреплённому в основании весов.

Техническая характеристика весов

Максимальная нагрузка……..200 г.

Цена деления шкалы отклонения коромысла……..…0.5 мг/дел.

Цена наименьшего деления рейторной шкалы……0.2 мг/дел.

Время успокоения стрелки весов……..40 с.

Погрешность от неравноплечности……2 мг.

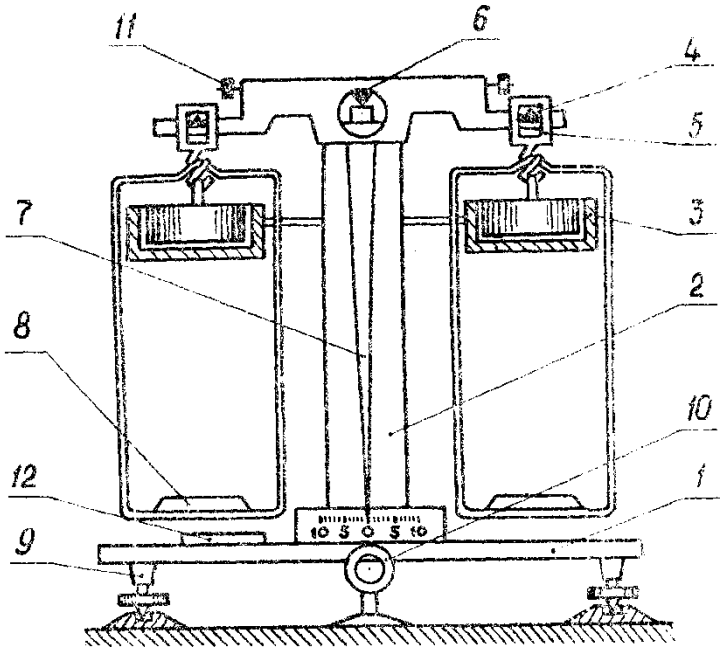


Рисунок 3 - Схема аналитических весов типа ВЛА-200

Порядок взвешивания аллонжа с фильтром

1. Проверить установку весов по уровню.

2. Перед взвешиванием, закрыв дверцы витрины, осторожным и плавным открытием изолира (маховичёк 10 повернуть влево) убедиться, что сначала при открывании изолира обе серьги опускаются и затем ложатся на грузоподъёмные призмы, а затем опорная призма на подушку.

3. Обратить внимание, чтобы стрелка весов не задевала за шкалу, укреплённую на основании колонки весов, и в равновесном положении коромысла останавливалась у среднего давления с отметкой "О", называемого нулевым штрихом.

Если после успокоения весов стрелка окажется не на нулевом штрихе, весы следует оттарировать, что достигается путём перемещения тарировочных гаек на обоих плечах коромысла.

4. Выполнить взвешивание. При этом взвешиваемые аллонж с фильтром и разновесы разрешается класть и снимать только при закрытом положении изолира, пользуясь для разновесов пинцетом.

Показания весов снимаются при закрытых дверцах витрины. Взвешиваемая масса определяется алгебраической суммой показаний навески гирь и величины числа деления на шкале отклонения коромысла, показываемого стрелкой в положении равновесия весов (L), умноженному на цену деления.

Примечание. Число деления на шкале отклонения коромысла весов в положении равновесия определяется по формуле:

$$L = \frac{L_п + L_л}{2},$$

где $L_п$ и $L_л$ - соответственно количество делений на шкале отклонения коромысла весов во время взвешивания, показываемых стрелкой при её отклонениях вправо и влево от нулевого штриха.

**2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 (2 часа).**

**Тема: «Исследование загазованности воздушной среды производственных помещений»**

**2.3.1 Цель работы:** изучить способы определения концентрации вредных газов и паров в условиях производства.

**2.3.2 Задачи работы:**

1. Произвести определение содержания паров вредного вещества универсальным газоанализатором УГ-2.

**2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Универсальный газоанализатор УГ-2.
2. Индикаторные трубки.

**2.3.4 Описание (ход) работы:**

***1. Общие сведения***

Способность химического вещества вызывать отравляющее действие на организм, называется токсичностью.

Мерой токсичности являются доза, т. е. количество вещество, достаточное для отравления. Токсичность ядовитых веществ обычно сравнивают сопоставлением доз вызывающих смертность определенной части подопытных организмов. Такие дозы обозначают символами $ЛД_{50}$ (наименьшая летальная доза ядовитого вещества, вызывающая смертность 50 % организмов). По системе стандартов безопасности труда (ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санаторно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны») ядовитые вещества подразделяются на 4 класса опасности:

1 класс – Сильнодействующие $ЛД_{50}$ = до 50 мг на 1 кг живого веса;

2 класс – Высокотоксичные $ЛД_{50}$ = 50 … 200 мг на 1 кг живого веса;

3 класс – Среднетоксичные $ЛД_{50}$ = 200 … 1000 мг на 1 кг живого веса;

4 класс – Малотоксичные $ЛД_{50}$ = более 1000 мг на 1 кг живого веса.

Классы опасностей, к которым относятся некоторые виды ядовитых веществ, представлены в приложении 1.

В некоторых производственных помещениях происходит непрерывное выделение вредных газов и паров жидкостей.

При работе автомобильных и тракторных двигателей, особенно при плохом сгорании в цилиндрах горючей смеси, в выпускных газах в большом количестве содержится окись углерода и паров несгоревшего топлива.

Окись углерода и аммиака выделяются и в животноводческих помещениях.

В некоторых ремонтных предприятиях воздух насыщен парами нефтепродуктов, особенно бензина.

Вредные газы через органы дыхания и пищеварения, поверхность кожи попадают непосредственно в кровь, вызывая отравления и поражения органов и систем. В связи с этим своевременное обнаружение ядовитых газов в воздухе и защите от них имеют большое значение для обеспечения безопасности и безвредной работы.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) токсичных веществ приведены в ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санаторно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Исследования воздушной среды, с целью определения содержания в ней вредных газов и паров, производится следующими методами:

- КОЛОРОМЕТРИЧЕСКИЙ метод основан на изменении окраски раствора реактива вследствие взаимодействия его с вредными веществами, содержащимися в исследуемом воздухе по цвету окраски реактива определяется концентрация вредных газов или паров путем визуального сравнения окрашенного раствора с эталонами.

- НЕФЕЛОМЕТРИЧЕСКИЙ метод основан на сравнении мутных растворов. При взаимодействии реактива с вредными веществами происходит образование взвешенной мути, по количеству которой, как и при колориметрическом методе, определяют концентрацию вредного вещества в воздухе.

- ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ метод основан на светопоглощении фотоэлементом световой энергии от окрашенных или мутных растворов. Этот метод позволяет получать более точные результаты по сравнению с изложенными выше методами.

- КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЙ метод основан на измерении электрической проводимости растворов, которая измеряется вследствие поглощения из исследуемого воздуха вредных газов и паров.

- ЭКСПРЕССИВНЫЙ метод аналогичен колориметрическому и основан на протекающих реакциях. Экспрессивный метод исследования воздуха получил исключительно широкое распространение при использовании универсального газоанализатора УГ-2.

***2. Принцип работы газоанализатора и устройство экспериментальной установки***

Принцип работы УГ-2 основан на пропускании воздуха, загрязненного вредной примесью, через индикаторную трубку, наполненную химическим реактивом, изменяющим цвет под воздействием исследуемой вредной примеси. Количественное содержание вредных примесей находят по изменению длины окрашенного столбика реактива в индикаторной трубке. Измерение ведут по градуированной в мг/м$^3$ шкале, входящей в комплект прибора. Погрешность показаний газоанализатора не более + 10 % от верхнего предела каждой шкалы определяемого газа (пара).

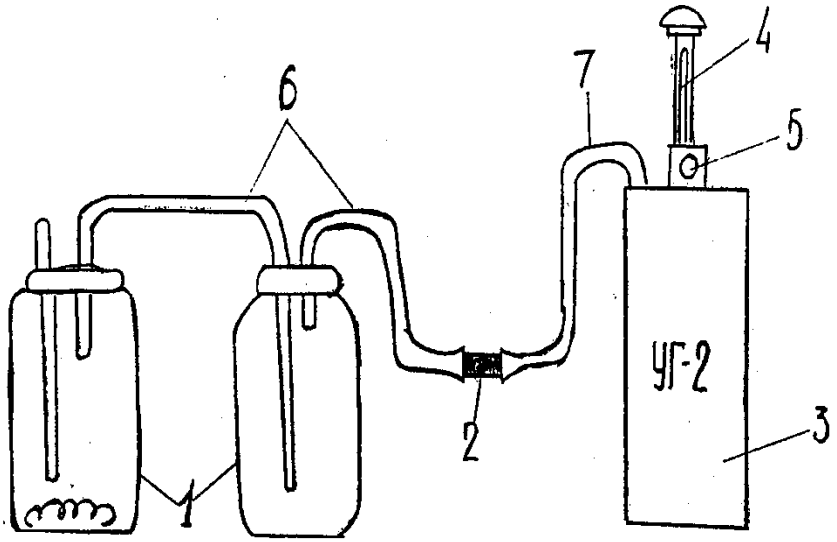



Рисунок 1 - Схема лабораторной установки для исследования загазованности воздушной среды: 1- газовые камеры; 2- индикаторная трубка; 3- газоанализатор УГ-2; 4- шток; 5- фиксатор; 6- соединительные шланги; 7- сильфонная трубка.

Для проведения работы применяется установка (рисунок 4.1), которая состоит из двух камер с парами вредного вещества (бензин). Эти камеры сообщаются между собой при помощи резиновой трубки 6. Газоанализатор УГ-2 соединяется с камерами 1 при помощи сильфонной трубки 7, через индикаторную трубку 2 и шланг 6. Перед соединением индикаторной трубки 2 с сильфонной 7 необходимо подготовить газоанализатор УГ-2.

Для этого гофрированный сильфон, который расположен внутри корпуса УГ-2, сжимается штоком 4 и стопорится фиксатором 5 в верхнем углублении штока. Когда фиксатор опускают шток поднимается, сильфон распрямляется и засасывает воздух до тех пор, пока фиксатор не попадет в нижнее углублении штока. Расстояние между углублениями подобрано таким образом, что при ходе штока от верхнего до нижнего сильфон всасывает необходимое количество анализируемого газа. Для различных газов установлены определенные объемы протягивания воздуха: один или два, в зависимости от исследуемой концентрации газа /приложение 2/. Для каждого объема подобраны свои измерительные шкалы. Величины исследуемых объемов воздуха нанесены у головки штока. Каждый шток

имеет четыре канавки с углублениями и предназначен для исследования четырех различных объемов. В комплект прибора входят четыре штока, с помощью которых можно задать следующие объемы протягивания газа: 30; 60; 120; 150; 220; 250; 265; 300; 350 и 400 мл.

Для приготовление индикаторных трубок пользуются принадлежностями, приложенными к газоанализатору (рисунок 2) берут стеклянную трубку 1 длиной 90-95 мм, с внутренним диаметром 2,5…2,6 мм. В один из ее концов вставляют цилиндрическую часть стержня «а». В противоположный конец трубки вставляют ватный пыж 2 толщиной не более 2,5 мм, который при помощи штыря «в» досылают до соприкосновения со стержнем «а». С помощью воронки в открытый конец трубки насыпают до края индикаторный порошок, взятый из ампулы. После этого ампулу немедленно закрывают заглушкой.

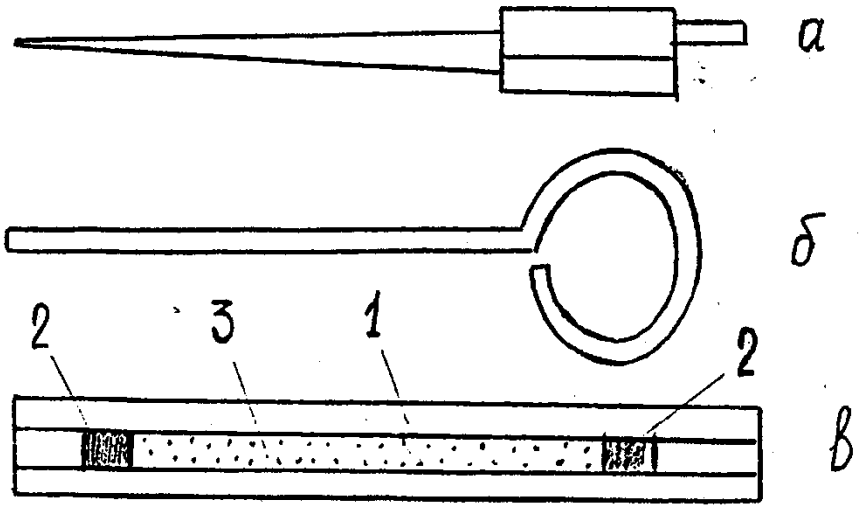



Рисунок 2 - Принадлежности для снаряжения индикаторной трубки: а - стержень, б - штырь, в - снаряженная индикаторная трубка, 1 - стеклянная трубка, 2 – ватный пыж, 3 – индикаторный порошок.

Чтобы уплотнить порошок ударяют по стенкам трубки штырьком. После уплотнения на слой порошка вставляют второй ватный пыж 2 (рисунок 4.2) толщиной 2…2,5 мм. Для окончания уплотнения индикаторного порошка еще раз постукивают по стенкам трубки штырем, повторяют операцию.

Слабое уплотнение порошка способствует увеличению длины окрашенной части столбика порошка и размытости границы окраски. Длина уплотненного столбика должна быть 65…70 мм.

***3. Порядок проведения работы***

После проведения подготовки газоанализатора УГ-2 к эксперименту и снарядив индикаторные трубки в соответствии с методикой, описанной в разделе 5, приступают к выполнению задания. Для этого:

- выставляют шток 4 в направляющую втулку УГ-2 (рисунок 1) так, чтобы его канавка с надписью 300 мл (если для бензина) совпала со стопором 5;

- оттянув стопор в сторону, нажимают рукой на головку стопора, сжимают сильфон до тех пор, пока конец отпущенного стопора не войдет в верхнее углубление на канавке;

- сильфонную трубку 7 прибора надевают на любой конец индикаторной трубки. Другой ее конец соединяют с соединительной трубкой 6 газовой камеры, как это показано на рисунок 4.1.

Определение концентрации паров вредного вещества (бензина) в газовой камере, производится в следующем порядке:

- после установки индикаторной трубки нужно слегка надавить на головку штока и отвести стопор;

- как только шток пойдет вверх, стопор нужно отпустить, время движения штока заметить; сильфон, расширяясь под воздействием пружины, будет просасывать исследуемый воздух через индикаторную трубку;

- когда стопор войдет в нижнее углубление на канавке штока, будет слышен щелчок и шток остановится. Необходимо заметить движение штока по времени.

При достаточной плотности порошка в индикаторной трубке продолжительность движения штока колеблется от 3 мин. 20 сек. до 3 мин. 50 сек. Если эта продолжительность окажется меньше, – порошок уплотнен недостаточно и, следовательно, показания индикаторной трубки будут неправильными. В этом случае индикаторную трубку заменяют другой, снарядив ее как описано выше, и анализ повторяют. Пробы берутся на высоте 1,5 м от пола.

Когда шток поднимается и будет слышен щелчок, просасывание воздуха через индикаторную трубку будет еще продолжаться за счет вакуума в сильфоне. Общее время просасывания 300 мл$^3$ воздуха через трубку при анализе на бензин составит 7 мин.

Концентрацию вредных газов находят по шкале, входящей в комплект прибора, на которой указаны название исследуемого вещества и объем пропускаемого воздуха[5].

По данным приложения 1 и по результатам исследования содержания вредных веществ в газовой камере сделать заключение и выбрать необходимые средства индивидуальной защиты (СИЗ).

***Отчет о выполненной работе***

В отчете должно быть определено следующее:

- название работы;
- классификация вредных веществ;
- краткое изложение способов определения концентрации вредных паров и газов в рабочей зоне;
- методика определения загазованности при помощи газоанализатора УГ-2 и описание экспериментальной установки;
- по полученным данным дать сравнительную оценку с ПДК;
- определить необходимые СИЗОД.

Результаты исследования загазованности воздуха на рабочем месте

| Наименование места отбора вредных веществ | Объем просасываемого воздуха, мл. | Цвет индикаторного порошка | | Фактическая концентрация, мг/м$^3$ | ПДК по санитарным нормам, мг/м$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | до анализа | после анализа | | |
| | | | | | |

Анализ полученных результатов экспериментальных исследований, выводы и предложения.

**2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 (2 часа).**

**Тема: «**Исследование естественной освещенности рабочих мест**»**

**2.4.1 Цель работы:** Научиться определять состояние освещенности рабочих мест и ее соответствие санитарным нормам.

**2.4.2 Задачи работы:**

1. Освоить методику измерение освещенности рабочих мест люксметром Ю-116.
2. Освоить метод расчета естественного освещения.
3. Изучить виды и способы формирования искусственного освещения.

**2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Люксметр Ю-116.

**2.4.4 Описание (ход) работы:**

***1. Общие сведения***

Свет обеспечивает связь организма с внешней средой, обладает высоким биологическим и тонизирующим действием. Свет влияет на физиологические процессы, происходящие в организме человека.

Плохое и неправильно подобранное освещение не только ухудшает условия зрительной работы, угнетает организм отрицательно действуя на нервную систему человека, но и приводит к быстрой утомляемости и снижению работоспособности, может стать причиной несчастного случая или заболевания. Ошибки допущенные при выборе светильников для пожаро- и взрывоопасных помещений, могут привести к пожарам, взрывам, причиняющих производству большой материальный ущерб.

Особенно важно иметь рациональное освещение в тех производственных помещениях или на тех рабочих местах, где трудовая деятельность связана с различением мелких предметов или деталей.

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

Световым потоком называют поток лучистой энергии, оцениваемый глазом по световому ощущению.

Единица светового потока является люмен (лм).

Один световой поток еще не может являться исчерпывающей характеристикой источника излучения, поэтому необходимо знать характеристику распределения светового потока в пространстве.

Пространственную плотность светового потока принято называть силой света. Единицей силы света является кандела (кд). Кандела является основной светотехнической единицей, устанавливаемой по специальному эталону.

Освещенность Е рабочих поверхностей представляет собой поверхностную плотность светового потока Ф в данной точке и определяется отношением светового потока, падающего на поверхность, к ее площади S:

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

где Е - освещенность, лк;

Ф - световой поток, лм;

S - площадь, м2.

Единицей освещенности является люкс (лк). Один люкс равен освещенности поверхности площадью в один м2, по которой равномерно распределен световой поток, равный 1 лм.

Следует отметить, что основное значение для зрения имеет не освещенность какой-то поверхности, а световой поток, отраженный от этой поверхности и падающей на зрачок. То есть человек различает окружающие предметы только благодаря тому, что они имеют разную яркость.

Яркостью L называется величина, равная отношению сила света, излучаемого элемента поверхности в данном направлении, к площади проекции этой поверхности на плоскость, перпендикулярную к тому же направлению:

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

где I - сила света, излучаемая поверхностью в заданном направлении, кд;

S - площадь поверхности, м2;

а - угол к нормали светящейся поверхности.

` Многочисленными исследованиями установлено большое влияние освещенности рабочих поверхностей на производительность труда, особенно для технологических процессов с большим объемом зрительных работ. Правильно устроенное освещение должно

обеспечивать достаточную освещенность наименьших объектов различения, отсутствие на них теней и бликов в зависимости от характера выполняемой работы.

Гигиенические требования к производственному освещению, основаны на психофизиологических особенностях восприятия света и его влияния на организм человека, и могут быть сведены к следующему:

- спектральный состав света, создаваемый искусственными источниками, должен приближаться к солнечному;

- уровень освещенности должен быть достаточным и соответствовать гигиеническим нормам, учитывающим условия здоровой работы;

- должна быть обеспечена равномерность и устойчивость уровня освещенности в помещении во избежание частой пере адаптации и утомления зрения.

Освещение не должно создавать блеклости, как самих источников, так и других предметов в пределах рабочей зоны.

Производственное освещение и его нормирование

В зависимости от источника света различают естественное, искусственное и совмещенное освещения, нормирование которых осуществляется в соответствии со СНиП 23-05-95. В них установлено оптимальные нормы освещенности для 8 разрядов работ в зависимости от их точности, наименьшего размера объекта различения, контрастности объекта различения с фоном и характеристики фона.

Помещение с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правело, естественное освещение.

Естественное освещение выполняется за счет использования лучистой энергии солнца, рассеянной атмосферой небосвода.

Естественный свет наиболее гигиеничен по всем характеристикам за исключением неудовлетворительной равномерности его во времени.

В зависимости от направления, по которому естественный свет проникает внутрь помещения, различают боковое (через окна одностороннее и двустороннее), верхнее (через светопроемы в перекрытии - световые фонари) и комбинированное (верхнее и боковое) освещение.

Верхнее и комбинированное естественное освещение имеет то преимущество, что обеспечивает более равномерное освещение помещений. Боковое же освещение создает значительную неравномерность в освещении участков, расположенных вблизи окон и вдали от них. Кроме того, в этом случае возможно ухудшение освещения из-за затенения окон громоздким оборудованием.

В связи с неравномерностью естественного света во времени освещенность в помещениях характеризуется не абсолютной величиной (в люксах), а относительным число, так называемым коэффициентом естественной освещенности (КЕО).

Коэффициент естественной освещенности е представляет собой отношение абсолютной освещенности какой либо точки внутри помещения к одновременной абсолютной освещенности точки горизонтальной поверхности вне помещения и выражается в процентах:

$$e = \frac{E_{вн}}{E_{н}} * 100\%$$

,

где Евн - освещенность в исследуемой точке рабочего места (РМ) внутри помещения;

Ен - освещенность на открытой площадке от рассеянного света всего небосвода.

При верхнем или комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение КЕС (ecp), определяемое по формуле:

$$e_{ср} = \frac{\frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + ... + \frac{e_n}{2}}{n-1}$$

,

где e1;e2; ...en - значение КЕО в отдельных точках помещения при равных расстояниях между ними;

n – число измерений

Обычно при определении вер должно быть не менее пяти точек, т.е. должно выполняться условие n > 5.

Нормы естественного освещения производственных помещений сводится к нормированию коэффициента освещенности.

Вся территория страны разделена по световому климату на пять зон. Оренбургская область относится к 3 зоне (поясу светового климата).

Нормированное значение КЕО (е) зависит от характера зрительной работы, наименьшего размера объекта различения, разряда зрительной работы, вида освещения (естественное или совмещенное), устойчивости снежного покрова и пояса светового климата, где расположено здание на территории Р.Ф. (рисунок 1).

Установленные нормы приведены в СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение», представлены в таблице 2.1 методического указания.

***2. Расчет естественного освещения***

Расчет естественного освещения сводится к нахождению площади световых проемов зависящих от глубины помещения, расстояния от пола до подоконников, ширины простенков, степенью затемнения помещений соседними зданиями, сооружениями и т. д. Загрязненность стекол окон и световых фонарей влияет на освещенность помещения.

Площадь световых проемов 8 при боковом освещении определяют по формуле:

$$S = S_n * \frac{e_e}{100} * \frac{K_3 * \eta * K_r}{r * \tau_1 * \tau_2 * \tau_3},$$

где Sn- площадь пола помещения;

$\eta$ - световая характеристика окон (таблица 2);

Кз – коэффициент запаса (таблица 3);

r – коэффициент, учитывающий повышение освещенности благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и земли, прилегающей к зданию (таблица 4);

$\tau_1$- коэффициент светопропускания материала (стекло оконное листовое двойное, витринное) = 0,8;

$\tau_2$ - коэффициент, учитывающий потери света в переплетах окна (деревянные двойные раздельные)=0,65;

$\tau_3$ - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (шторы)=1,0;

$K_\tau$ - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями (таблица 6);

$e_e$- нормативное значение КЕО в зависимости от выполняемой зрительной работы (разряд).

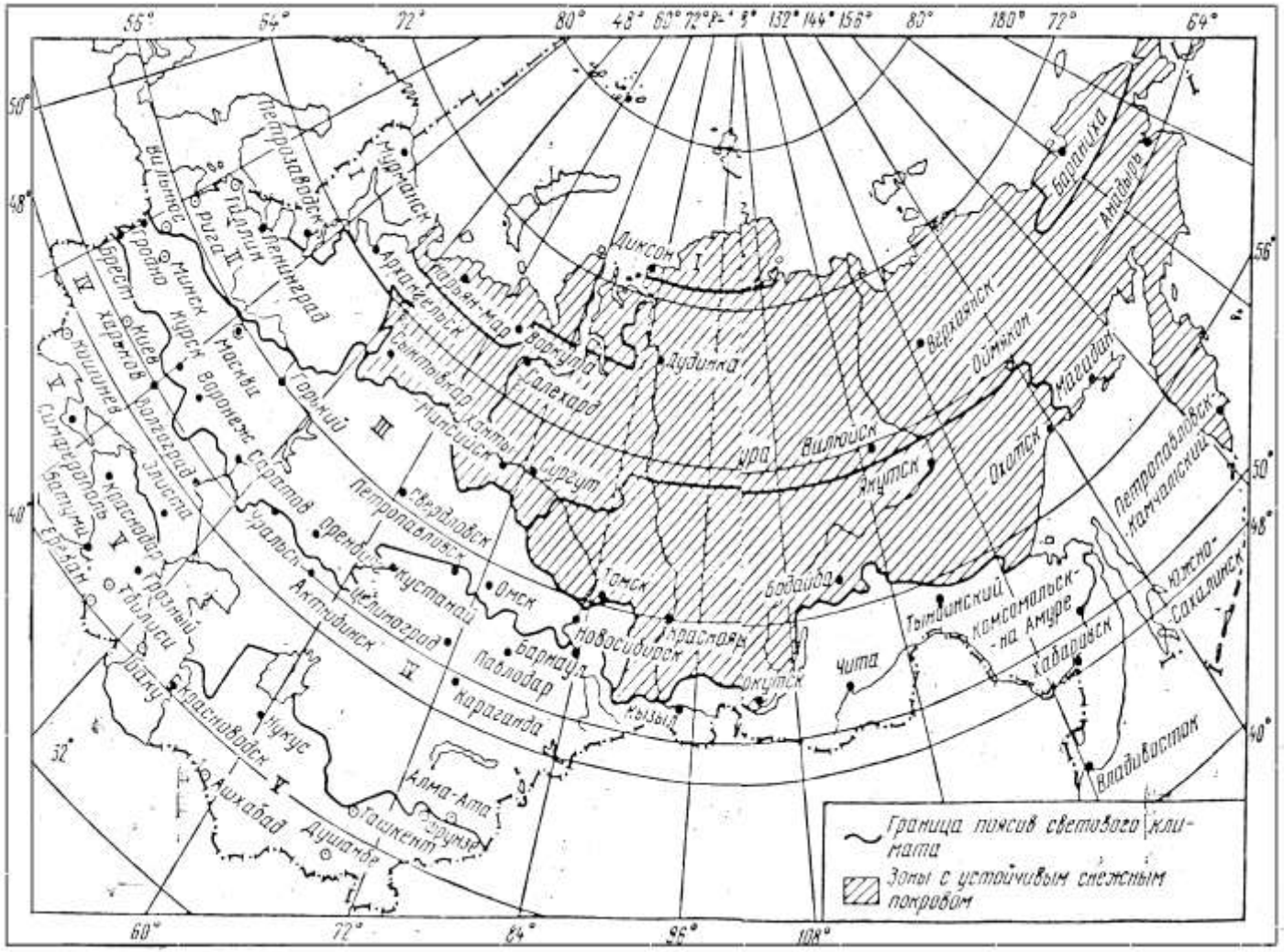



Рисунок 1. Карта светового района

Таблица 1 - Нормированные значения коэффициентов естественной освещенности (КЕО) в помещениях

| Характеристика зрительной работы | Наименьший размер объекта различения, мм | Разряд зрительной работы | КЕО 111l пояс, % | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | При вернем или комбинированном освещении | При боковом освещении | |
| | | | | В зоне с устойчивым снежным покровом | На остальной территории РФ |
| Наивысшей точности | Менее 0,15 | I | 10 | 2,8 | 3,5 |
| Очень высокой точности | От 0,15 до 0,30 | II | 7 | 2 | 2,5 |
| Высокой точности | Св. 0,30 до 0,50 | III | 5 | 1,6 | 2,0 |
| Средней точности | Св. 0,50 ДО 1,0 | IV | 4 | 1,2 | 1,5 |
| Малой точности | Св. 1,0 ДО 5,0 | V | 3 | 0,8 | 1,0 |
| Грубая (очень малой точности) | Более 5,0 | VI | 2 | 0,4 | 0,5 |
| Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах | Более 0,5 | VII | 3 | 0,8 | 1,0 |
| Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное | | | 1 | 0,2 | 0,3 |
| периодическое при постоянном пребывании людей в помещении | | VIII | 0,6 | 0,2 | 0,2 |
| периодическое при периодическом пребывании людей в помещении | | | 0,5 | 0,1 | 0,1 |

Таблица 2 - Значения световой характеристики окон $\eta$

| LII/B | При боковом освещении для значений B/h1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7,5 |
| 4 и более | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 3 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9,6 | 10 | 11 | 12,5 |
| 2 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10,5 | 11,5 | 13 | 15 |
| 1 | 11 | 15 | 16 | 18 | 21 | 23 | 26,5 |
| 0,5 | 18 | 23 | 31 | 37 | 45 | 54 | 66 |

Примечание: LII- длина помещения; B – глубина помещения (расстояние от бокового оконного проема до противоположной стены);
h1 – высота помещения от уровня условной рабочей поверхности до верха окна.

Таблица 3 - Значение коэффициента запаса Кз при боковом освещении

| Помещения | Кз | Число чистококон в год |
|---|---|---|
| Производственные с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне свыше 5 мг/м3 пыли, дыма, копоти | 1,5 | 4 |
| То же, но от 1 до 5 мг/м3 пыли | 1,4 | 3 |
| То же, но менее 1 мг/м3 пыли | 1,3 | 2 |
| То же, но содержащей значительные концентрации паров, кислот, щелочей | 1,5 | 3 |
| Жилые и общественные | 1,2 | 2 |

Примечание: значения Кз следует умножать на 1,1 при применении узорчатого стекла, стеклопластика, армопленки, матированного стекла и на 0,9 - при применении органического стекла.

Таблица 4 - Значение коэффициента при боковом одностороннем освещении r

| В/Н1 | L/ В | Значение коэффициента r при Qcp | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,5 | | | 0,4 | | | 0,3 | | |
| | | и при отношении Lп /В | | | | | | | | |
| | | 0,5 | 1 | 2 и более | 0,5 | 1 | 2 и более | 0,5 | 1 | 2 и более |
| | 0,1 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1 | 1,05 | 1 | 1 |
| 1,0…1,5 | 0,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| | 1 | 2,1 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| | 0,3 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,15 | 1,1 | 1,05 |
| 1,5…2,5 | 0,5 | 1,85 | 1,6 | 1,3 | 1,5 | 1,35 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,1 |
| | 0,7 | 2,25 | 2 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,3 | 1,56 | 1,35 | 1,2 |
| | 1 | 3,8 | 3,3 | 2,4 | 2,8 | 2,4 | 1,8 | 2 | 1,8 | 1,5 |
| | 0,3 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,15 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,05 |
| 2,5…3.5 | 0,5 | 1,6 | 1,45 | 1,3 | 1,35 | 1,25 | 1,2 | 1,25 | 1,15 | 1,1 |
| | 0,7 | 2,6 | 2,2 | 1,7 | 1,9 | 1,7 | 1,4 | 1,6 | 1,5 | 1,3 |
| | 1 | 7,2 | 5,4 | 4,3 | 3,6 | 3,1 | 2,4 | 2,6 | 2,2 | 1,7 |
| | 0,3 | 1,75 | 1,5 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,25 | 1,2 | 1,1 |
| Более | 0,5 | 3,4 | 2,9 | 2,5 | 2 | 1,8 | 1,5 | 1,7 | 1,5 | 1,3 |
| 3,5 | 0,7 | 6 | 4,7 | 3,7 | 2,9 | 2,6 | 2,1 | 2,3 | 2 | 1,7 |
| | 1 | 10 | 7,3 | 5,7 | 5 | 4,1 | 3,5 | 3,5 | 3 | 2,5 |

Примечание: Ln -длина помещения;

В - глубина помещения (расстояние от бокового оконного проема до противоположной стены);

hi - высота помещения от уровня условной рабочей поверхности до верха окна;

L - расстояние расчетной точки от наружной стены;

Qcp - средневзвешенный коэффициент отражения света от поверхностей помещения и земли у здания (таблица 2.5).

Естественное освещение непостоянно во времени, зависит от времени суток, времени года, состояния атмосферы и других факторов.

При проектировании производственных и бытовых помещений, в месте работы под открытым небом, а также для освещения в ночное время определенных объектов устраивают искусственное освещение.

Таблица 5 - Коэффициент отражения строительных и облицовочных материалов Qср.

| Материал | Средневзвешенный коэффициент отражения Qср |
|---|---|
| Белая фасадная краска, белый мрамор | 0,7 |
| Светло-серый бетон, белый силикатный кирпич, очень светлые фасадные краски | 0,6 |
| Серый бетон, известняк, желтый песчаник, светло-зеленая, бежевая, светло-серая фасадная краска, светлые породы мрамора | 0,5 |
| Серый офактуренный бетон, серая фасадная краска, светлое дерево | 0,4 |
| Розовый силикатный кирпич, темно-голубая, темно-бежевая, светло-коричневая фасадная краска, потемневшее дерево | 0,3 |
| Темно-серый мрамор, гранит, темно-коричневая, синяя, темно-зеленая, красная фасадная краска | 0,2 |
| Черный гранит, мрамор | 0,1 |

Таблица 6 - Значение коэффициента $K_\tau$ ,учитывающего затенение окон противостоящими зданиями.

| Величина отношения L/H | $K_\tau$ . |
|---|---|
| 0,5 | 1,7 |
| 1,0 | 1,4 |
| 1,5 | 1,2 |
| 2,0 | 1,1 |
| 3,0 и более | 1,0 |

Примечание: L- расстояние до противостоящего здания, м;

H - высота расположения карниза противостоящего здания над подоконником проектируемого светового проема, м.

**3.Устройство и принцип использования люксметра Ю-116**

Освещенность производственных помещений и рабочих мест измеряется при помощи люксметров (субъективного и объективного)

Действие субъективных люксметров основано на том, что сравнивается яркость двух полей: эталонного и измеряемого. Эти люксметры не точны и зависят от контрастности и чувствительности глаза испытателя.

Объективные люксметры точные и основаны на применении фотоэлементов. Применяют люксметры типа Ю-16, Ю-116, Ю-117, ТКА-ЛЮКС и т.п. .

Фотоэлектрический люксметр типа Ю-116 (рисунок 3) предназначен для измерения освещенности от 5 до 100000 лк.

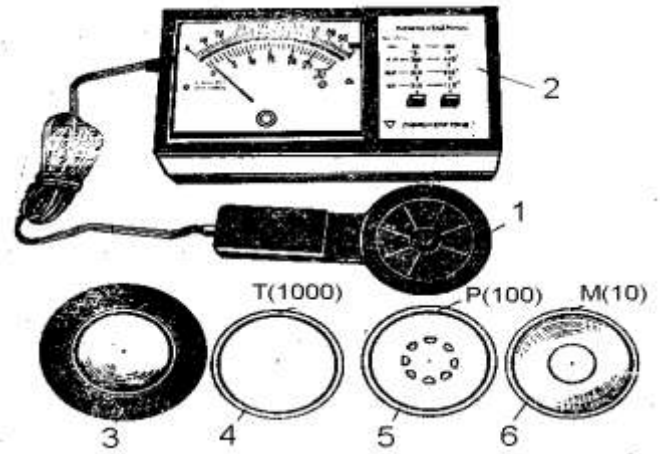



Рисунок 3 - Люксметр Ю-116: 1- фотоэлемент с поглотителем из выпуклого матового оргстекла; 2- гальванометр; 3- светопоглощающие фильтры.

Принцип действия люксметра основан на преобразовании светового потока в электрический ток. Воспринимающая часть селеновый фотоэлектрический элемент. На фотоэлемент могут устанавливаться светопоглощающие фильтры (с коэффициентом 10, 100, 1000), позволяющие расширить пределы измерения люксметра.

Фотоэлемент соединяется с гальванометром, шкала которого отградуирована в люксах. Измерение освещенности могут быть выполнены в двух диапазонах; по верхней шкале - от 0 до 100, по нижней от 0 до 30 лк.

При измерениях освещенности на интересующей поверхности рабочего места, фотоэлемент и гальванометр устанавливается горизонтально. Нужный диапазон измерения устанавливается кнопочным переключателем. Для малых уровней освещенности светофильтры не используются.

Наибольшую погрешность измерений прибор дает при малых отклонениях стрелки гальванометра. Поэтому, на каждый шкале точкой обозначено допустимое начало измерения. На шкале 0...100 эта точка находится над отметкой 20 лк, а на шкале 0...30 лк - над отметкой 5 лк.

Перед измерением освещенности, с целью предохранения гальванометра от поломки, которая может произойти при резком зашкаливании его стрелки необходимо установить на фотоэлемент поглотительную насадку с коэффициентом светопоглощения 1000, установить выпуклый малый поглотитель (полусферическую насадку), нажать правую клавишу прибора для работы по шкале от 0 до 100 лк. При наличии показаний менее 20 лк нажимают левую клавиша для работы по шкале от 0 до 30 лк, при наличии показаний менее 5 лк на нижней шкале - отключают прибор и меняют поглотительную насадку на насадку имеющую меньший коэффициент светопоглощения и повторяют операции работы, начиная со шкалы 0...100 лк.

Надо помнить, что полусферическая насадка применяется только совместно со свтопоглотительными фильтрами на 1000,100 и 10.

Показания прибора при использовании насадок умножают на соответствующий коэффициент ослабления.

***4. Порядок выполнения работы***

4.1. Перед проведением исследования естественного освещения необходимо выключить в лаборатории искусственное освещение, измерить естественную освещенность и определить коэффициент естественной освещенности в пяти точках лаборатории по ее оси.

Первое измерение провести на расстоянии 1 м от стены, следующие - на расстоянии 1 - 2 м друг от друга. Освещенность определяется на высоте рабочих столов (0,8 м от пола).

Для определения КЕО в любой точке лаборатории необходимо одновременно измерить освещенности на улице (Енар) и в исследуемой точке внутри лаборатории (Евн). Занести в таблицу 7. Руководствуясь нормами СНиП 23 - 05 - 95 определить для

выполняемого Вами вида работ наименьший размер объекта различения, разряд зрительной работы и соответствие определенного значения emin нормируемому значению.

4.2.Рассчитать необходимую площадь световых проемов лаборатории при одностороннем боковом освещении (исходные данные согласовать с преподавателем).

4.3. Результаты оформить в таблицу, сделать выводы и дать рекомендации по результатам проводимых исследований.

Таблица 7 - Результаты исследования естественной освещенности

| № п/п | Расстояние от окна, м | Евн, лк | Енар, лк | КЕО | Нормируемое значение КЕО | Допустимый разряд работы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

**2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 (2 часа).**

**Тема: «Исследование производственного шума»**

**2.5.1 Цель работы:** изучить производственный шум и его влияние на организм человека.

**2.5.2 Задачи работы:**

1. Научиться измерять интенсивность и частотный спектр шума для критической оценки его при решении практических задач по защите человека от воздействия шума;

2. Освоить гигиеническое нормирование, сделать соответствующие выводы и предложить рекомендации по борьбе с шумом.

**2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Справочные материалы.

2. Прибор ВШВ-003.

**2.5.4 Описание (ход) работы:**

***1. Общие сведения.***

Производства, где используются технические средства с повышенными энергетическими и скоростными показателями, машины вибрационного и виброударного действия, концентрация техники, средств наземного и воздушного сообщения, увеличение плотности населения и т. п. постоянно повышают шумовые нагрузки на человека

Неблагоприятное воздействие шума на человека, его работоспособность происходит даже при небольшой его интенсивности. Поэтому возникла необходимость его серьезного исследования инженерами, физиками, медиками, психологами и юристами. Согласно ГОСТ 12.1.003-83 (8) на всех предприятиях и учреждениях постоянно должен обеспечиваться контроль уровней шума на рабочих местах, чтобы исключить их превышения над допустимыми.

Настоящие методические указания помогут специалистам сельскохозяйственного производства получить основные сведения о шуме и мерах защиты от него.

Действие шума на организм человека.

Шум - это беспорядочное сочетание различной частоты и интенсивности звуков, неблагоприятно действующих на человека и мешающих его деятельности.

Длительное воздействие шума на организм человека приводит к головной боли, бессоннице, ослаблению внимания, расстройству центральной нервной и сердечно - сосудистой систем, снижению функций зрительных и слуховых анализаторов, пищеварения и т. п..

Шум, особенно прерывистый, импульсивный, ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации, мышление.

Повышенный уровень шума, кроме того, приводит к утомлению и снижению работоспособности, а заглушенные предупредительные сигналы, могут явиться косвенной причиной несчастного случая. Все это наносит громадный ущерб производству.

Поэтому снижение уровня шума, путем осуществления надежных защитных мероприятий - очень важная задача.

Общие сведения о шуме.

С физической точки зрения звук представляет собой волнообразно распределяющиеся колебательное движение частиц упругой среды.

С физиологической точки зрения звук - специфическое ощущение, вызываемое действием звуковой энергии на слуховые органы.

Слуховой аппарат человеческого организма воспринимает звук как слышимый, если он распространяется с частотой от 16 до 20000 Гц;

наиболее чувствительно ухо человека к колебаниям в области средних частот: от 1000 до 4000 Гц. Звуки частот ниже 16 Гц. называются инфразвуками, а выше 20000 Гц. - ультразвуками. Инфразвуки и ультразвуки также могут оказывать воздействие на организм человека, но слуховым ощущением они не сопровождаются.

Субъективное отношение человека к звуковому явлению и его вредное влияние на здоровье зависят от силы звука, длительности его действия, спектра частот, времени возникновения и др. факторов (физическое и психическое состояние человека, его отношение к источнику звука и т. д.).

Органы слуха человека воспринимают диапазон звуковых колебаний только при определенных значениях их интенсивности. Минимальное и максимальное значения интенсивности колебаний, воспринимаемых человеком как звук, называются пороговыми. В частности, интенсивность звука, соответствующая нижнему порогу слышимости при частоте колебаний 1000 Гц, равна $10^{-12}$ Вт/м$^2$, а верхнему - 10 Вт/м$^2$ . При интенсивности звука больше верхнего порогового значения в органах слуха человека вместо звукового возникает болевое ощущение.

В качестве единицы измерения силы звука принят "бел" (Б). Один бел соответствует увеличению энергии звука в 10 раз. Один бел равен десяти децибелам (дБ) и, следовательно, одному децибелу соответствует увеличение звуковой энергии в $\sqrt[10]{10}$ =1,26 раза.

Для интервала от порога слышимости до порога болевого ощущения уровень интенсивности звука больше первоначального в $10^{13}$ раз, т.е. на 13 Б или на 130 дБ.

В зависимости от причин возникновения шумы делятся на механические, ударные, аэродинамические и гидравлические; каждому виду шума соответствуют определенные спектры частот.

По характеру спектра шумы подразделяют на широкополосные, непрерывный спектр которых шире одной октавы, и тональные, когда в его спектре слышны дискретные (разделенные) тона.

По временным характеристикам шумы подразделяют на постоянные и непостоянные; если уровень их звука за восьмичасовой рабочий день (при измерениях на временной характеристике "медленно" шумомера по ГОСТ 17187- 71) изменяется не более чем на 5 дБА, шум считают постоянным, при изменениях не менее чем на 5дБА непостоянным.

Непостоянные шумы могут быть: колеблющимися во времени (уровень звука которых непрерывно изменяется во времени), прерывистыми (когда его уровень превышает фоновый шум 1 с и более) и импульсными (состоящими из одного или нескольких звуковых сигналов каждый длительностью менее 1с).

Постоянный шум характеризуется уровнями звуковых давлений в дБ (в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125,250, 500, 1000,2000,4000 и 8000 Гц), определяемыми по формуле:

$$L=201gP/P_o,$$

где P - среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

$P_o = 2\text{-}10^{-5}$ - пороговая величина среднеквадратичного звукового давления. Па;

Примечание: Для ориентировочной оценки (например, при проверке органами надзора, выявлении необходимости принятия мер по шумопоглощению др.) допускается за

характеристику постоянного шума на рабочем месте принимать уровень звука в дБА, измеряемый по шкале "А" шумомера по ГОСТ 17187 - 71 и определяемый по формуле:

$$La=201gP_a/P_o,$$

где $P_a$ - среднеквадратичная величина звукового давления с учетом коррекции "А" шумомера. Па;

Непостоянный шум характеризуется эквивалентными (по энергии) уровнями звука в дБА, определяемыми по ГОСТ 200445-75.

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука в дБА на рабочих местах определяется:

для широкополосного шума - по табл. 1. Допустимые уровни звукового давления (извлечение из ГОСТ 12.1.003-76).

Для тонального и импульсивного шума, измеренного шумомером на характеристике "медленно", - на 5 дБ меньше значений, указанных в табл. 1;

для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления - на 5 дБ меньше значений, указанных в табл. 1, или фактических уровней шума в этих помещениях, если последние не превышают значений табл. 1 (поправку для тонального и импульсного шума в этом случае принимать не следует).

С целью защиты человека от шумовых воздействий, превышающих допустимые, борьба с шумом осуществляется:

Таблица 1 - Допустимые уровни звукового давления(извлечение из ГОСТ 12.1.003 – 76)

| Рабочие места | Уровни звукового давления в дБ октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| 1. Помещения конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, лабораторий для теоретических работ и обработки экспериментальных данных, приема больных в здравпункта | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 | 50 |
| 2. Помещения управления, рабочие комнаты | 79 | 70 | 68 | 58 | 55 | 52 | 50 | 49 | 60 |
| 3. Кабины наблюдений и дистанционного управления: | | | | | | | | | |
| а) без речевой связи по телефону | 94 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 70 | 80 |
| б) с речевой связью по телефону | 83 | 74 | 68 | 63 | 60 | 57 | 55 | 54 | 65 |
| 4. Помещения и участки точной сборки, машинописные бюро | 83 | 74 | 68 | 63 | 60 | 57 | 55 | 54 | 67 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5. Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, помещения для размещения шумных агрегатов вычислительных машин | 94 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 70 | 80 |
| 6. Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий | 99 | 92 | 86 | 83 | 80 | 78 | 76 | 74 | 85 |
| 7. Рабочие места водителя и обслуживающего персонала | 99 | 92 | 86 | 83 | 80 | 78 | 76 | 74 | 85 |

Тракторы, самоходные шасси, самоходные прицепы и навесные сельскохозяйственные машины, строительно-дорожные, землеройно-транспортные, мелиоративные и др. аналогичные виды машин, грузовой автотранспорт.

техническими средствами (уменьшение шума в источнике его возникновения, заменой шумных процессов бесшумными, устранением вибрации машин, применением звукопоглощающих материалов и др.);

строительно-акустическими мероприятиями (устройством резонансных поглотителей или экранов, применением демпферов, глушителей, фильтров и т.п.);

применением дистанционного управления;

организационными мероприятиями.

Если же уровень шума после применения всех способов защиты остается выше допустимого, то применяют индивидуальные средства защиты.

Изучить защитные средства от шума и ознакомиться с шумопоглощающими устройствами можно в литературе и др.

Зоны с уровнем звука выше 85 дБА должны быть обозначены знаками безопасности. Работающих в этих зонах администрация обязана снабжать средствами индивидуальной защиты.

Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с уровнями звукового давления выше 135 дБ в любой октавной полосе.

Для измерения и анализа шума применяют шумомеры, анализаторы спектра шума, магнитофоны, осциллографы и др. приборы. Вид, тип и число приборов в измерительном тракте определяются экспериментаторами в зависимости от поставленной цели исследования, условий проведения измерений и способа их регистрации.

Существует два метода измерения шума: инспекторский и инженерный. Инспекторский - служит для замера уровней производственных, транспортных и бытовых шумов и их приведения в соответствие с требованиями системы стандартов безопасности труда. Инженерный метод направлен на исследование источников шума, анализ причин его возникновения и разработку средств шумопоглощения.

Измерение шума на рабочих местах следует проводить:

в производственных помещениях - ГОСТ 20445-75;

для сельскохозяйственных самоходных машин - по ГОСТ 16529-70 для автомобилей, автопоездов, автобусов и мотоциклов - по ГОСТ 19358-74;

Методика выполнения измерений для определения шумовых характеристик - ГОСТ 8.055-73.

Характеристика, устройство и принципы работы измерителя ВШВ-003.

Измеритель ВШВ-003 предназначен для измерения и частотного анализа параметров шума и вибрации в ходе научных работ при исследовании, испытаниях и в целях борьбы с постоянным шумом в жилых и производственных помещениях.

Пределы измерения:

• динамический диапазон от 25дБ до 140 дБ;

• частотный диапазон от 10 до 20000 Гц.

Прибор рассчитан для эксплуатации в условиях:

- температура окружающего воздуха от -10 до +50 С;

- оптимальная влажность воздуха 90% (при температуре +30 С) атмосферное давление от 70 до 106,7 кП (537-800 мм рт. ст.).

***Комплектность прибора***

В состав комплекта входит:

Прибор измерительный ВШВ - 003.....…..... 1 шт.

Предусилитель микрофонный ..... 1 шт.

Капсюль микрофонный конденсаторный..... 1 шт.

Преобразователь пьезоэлектрический виброизмерительный.2 шт.

Переходник. .....…….... I шт.

Кабель..... .....…….... 1 шт.

Ветрозащита к микрофону.....…….... 1 шт.

Прибор включает оценочные фильтры с частотными характеристиками А, В, С, ЛИН с нижними пределами динамического диапазона соответственно 25, 30 и 35дБ и с общим верхним пределом 140 ДБ.

Измерение пределов измерения - ступенчатое (через 10 дБ).

Шкала стрелочного указателя (нижняя) отградуирована от минус 10 до плюс 10 дБ.

Встроенный в прибор измерительный комплект октавных фильтров со средними геометрическими частотами 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. соответствует 2 классу (ГОСТ 17168-82). Основная погрешность прибора не превышает + /- 0,5дБ в диапазоне от 20 до 8000 Гц. , +/- 1 дБ в диапазоне от 8000 до 12500 Гц. и +/- 1,5дБ - от 12500 до 20000 Гц. Дополнительная погрешность измерителя ВШВ -003 не более +/- 0,2дБ.

Усилитель прибора имеет дополнительный выход (гнездо с правой стороны прибора), рассчитанный для записывающих устройств с выходным сопротивлением не менее 10 кОм.

Измеритель ВШВ - 003 имеет временные характеристики F (быстро) и S (медленно). Калибровка прибора электрическая (от предусилителя ВПМ - 101), при величине сигнала 94 дБ (переключатели прибора в положении: Делитель ,dB 1- 40; Делитель dB 2- 50; фильтры - ЛИН; Род работы - F).

Микрофон имеет кабель длиной 5 м.

***Конструкция прибора.***

При использовании измерителя ВШВ -003 с помощью переключателей включают:

• калибровку - кнопкой "калибр "

• контроль напряжения батарей - меткой "-//-"

• оценочные фильтры А, В, С, ЛИН - соответствующими кнопками.

• временные характеристики F или S - меткой "F"u"S"

• пределы измерения от 25 до 140 дБ (переключателями делителя d в 1,2)

Показания прибора складываются из показания пределов измерения на светодиодных индикаторах (десятки децибел и показания по шкале стрелочного указателя (единицы децибел).

На передней панели размещен регулятор для плавного регулирования пределов измерения. Переключение октавных фильтров (для измерения уровня шума разных частот) производится переключателем "фильтры октавные" при нажатой кнопке в том же секторе.

При нажатой кнопке 1 кHz (для включения фильтра нижних частот) верхняя частота измерительного тракта ограничена до 1 кHz, при отжатой - до 20 кHz .

Принцип работы прибора по измерению шума следующий. При воздействии звуковой волны на мембрану микрофона возникает переменное напряжение, пропорциональное звуковому давлению. Это переменное напряжение подается на вход усилителя.

Усиленное и корректированное, соответствующим образом, по частоте напряжения сигнала с одного из выходов окончательного усиления поступает на измерительный выпрямитель со стрелочным указателем уровня шума. Другой выход конечного усилителя подключен к гнезду "Вых.".

При работе от сети переменного тока 220 в, необходимо вынуть элементы из отсека и вставить источник питания 5Ф2.087.064 и закрыть крышку заднего отсека.

Заземлить прибор измерительный, соединив гнездо 1 с заземленной шиной.

Механическим корректором нуля показывающего прибора установить стрелку показывающего прибора на деление 0 шкалы 0-10.

Производить включение прибора измерительного переключателем «РОД РАБОТЫ».

О наличии питания должна указывать стрелка показывающего прибора в пределах от 7 до 10 шкалы - «+10d», а также сигнализирующее свечение одного из фондов переключателя «Делитель, dB 1,2».

Установить переключатель «РОД РАБОТЫ» в положение F или S. Измерение уровней звука проводить в диапазоне частот от 10 до 20000 Гц. капсюлем М l 01.

Регуляторы обеспечивают включение пределов измерений прибора (табл.2.)

Электрическую калибровку измерителя ВШВ-003 производится перед началом работы.

При проведении измерений необходимо иметь в виду, что отражения звуковых волн от крупных предметов или тела экспериментатора, расположенного вблизи микрофона, могут обусловить большие погрешности в результатах измерений. Поэтому микрофон располагать на высоте не менее 1,5 м от поверхности земли (пола) и не менее 1м от крупногабаритных предметов и стен, или в месте расположения уха оператора. Микрофон следует ориентировать в направлении максимальных показателей прибора (по направлению к источнику звука).

При измерении акустических шумов в условиях ветра до 8м/с необходимо использовать ветрозащиту.

Таблица 2. - Положение регуляторов в зависимости от уровня шума

| Уровень шума dB | Регулятор 1 | Регулятор II |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 20 | 20 | 0 |
| 30 | 30 | 0 |
| 40 | 40 | 0 |
| 50 | 50 | 0 |
| 60 | 60 | 0 |
| 70 | 70 | 0 |
| 80 | 80 | 0 |
| 1 | 2 | 3 |
| 90 | 80 | 10 |
| 100 | 80 | 20 |
| 110 | 80 | 30 |

| | | |
|---|---|---|
| 120 | 80 | 40 |
| 130 | 80 | 50 |

Для выполнения данной работы необходимо иметь: прибор ВШВ - 003 в комплекте; источник шума - электрический звонок или электросигнал автомобильный; защитные колпаки для закрытия источника шума (из различных материалов - гофрированный картон, прессованная резина; поролон); рулетку (10м).

Проведение измерений выполнять с преподавателем или лаборантом.

***2. Порядок работы***

2.1. Подготовить прибор ВШВ - 003 к работе согласно п. 4.;

2.2. Произвести измерения уровней шума в зависимости от расстояния до источника шума и наличия перегородок в последовательности, предусмотренной таблице или указываемой преподавателем.

Таблица 3. - Показатели уровня шума по оценочному фильтру «А» шумомера (La), дБА

| Материал защитных перегородок | Расстояние от источника шума (в), м | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 5,0 | 8,0 |
| Без защитных перегородок | | | | | | |
| Гофрированный картон | | | | | | |
| Прессованная резина | | | | | | |
| Поролон | | | | | | |

Источник шума _____

Показатели измеряемого уровня шума снимаются не менее трех раз. При этом необходимо строго выполнять п. 4

2.3. На основании данных табл. 3 построить графики измерения интенсивности шума в зависимости от расстояния до источника шума в координатах. L (дБА.), 1 (м);

2.4. Сравнив полученные результаты с допустимыми нормами уровней шума по ГОСТ 12.1.003 - 83, данными в табл.1, сделать выводы о применении шумопоглощающих устройств, защитных средств и т.д.;

2.5. На основании сделанных выводов предложить конкретные рекомендации по борьбе с шумом (о выборе шумопоглощающих материалов, конструктивных решениях соответствующих устройств т.д.).

**2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 (2 часа).**

**Тема: «Расчет частот электромагнитного поля, используемых в производственных условиях. защита от воздействия ЭМИ»**

**2.6.1 Цель работы:** изучение способов защиты от воздействия ЭМИ.

**2.6.2 Задачи работы:**

1. Исследование частот электромагнитного поля.
2. Оценка средств защиты от ЭМИ.

**2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Справочные материалы.

**2.6.4 Описание (ход) работы:**

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

В настоящее время произошел огромный скачек в развитии технических средств. Большинство населения фактически живет в весьма сложном электромагнитном поле (ЭМП),

которое становится все труднее и труднее характеризовать: интенсивность этого поля в миллионы раз превосходит уровень планетарного магнитного поля и резко отличается по своим характеристикам от полей естественного происхождения.

Особенно резко напряженность полей возрастает вблизи линий электропередач (ЛЭП), радио-и телестанций, средств радиолокации и радиосвязи (в том числе мобильной и спутниковой), различных энергетических и энергоемких установок, городского транспорта. В бытовых условиях повышение электромагнитных полей вызывается применением электроприборов, видеодисплейных терминалов, сотовых телефонов, пейджеров, которые излучают ЭМП самой различной частоты, модуляции и интенсивности.

Масштабы электромагнитного загрязнения среды стали столь существенными, что Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) включила эту проблему в число наиболее актуальных в этом столетии для здоровья человека.

В настоящее время установлено влияние электромагнитных полей и излучений на все органы человеческого организма. Отрицательное воздействие ЭМП на человека и на те или иные компоненты экосистем прямо пропорциональны мощности поля и времени облучения. Длительное воздействие сильных ЭМП вызывает у человека нарушения эндокринной системы, обменных процессов, функции головного и спинного мозга, повышает склонность к депрессиям и даже самоубийству и увеличивает вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний и раковых опухолей.

Электромагнитное поле – это совокупность двух неразрывно связанных между собой переменных полей, характеризующихся напряженностью электрической (*E, В/м*) и магнитной (*H, А/м*) составляющих. Изменение этого поля в пространстве происходит с той же частотой (*f, Гц*), с которой пульсирует ток в проводнике.

Расстояние, на которое распространяется электромагнитная волна за один период, называется длиной волны $\lambda=c/f$, где *c* – скорость света, *м/с*.

Пространство вокруг источника ЭМП можно разделить на три зоны:

– *зону индукции* – формирования волны, которая находится на расстоянии $R<\lambda/2\pi$;

– *зону интерференции*, которая характеризуется наличием максимумов и минимумов потока энергии и находится на расстоянии *R* от источника: $\lambda/2\pi < R <2\pi\lambda;$

– *зону излучения на расстоянии* $R >2\pi\lambda$.

При распространении ЭМП происходит перенос энергии, величина которой определяется вектором Умова-Пойтинга. Величина этого вектора измеряется в $Вт/м^2$ и называется интенсивностью *I* или плотностью потока энергии (*ППЭ*).

В первой зоне характеристическими критериями ЭМП являются отдельно напряженности электрической *E* и магнитной *H* составляющих, в зонах интерференции и излучения – комплексная величина ППЭ *I*.

В табл. 1. приведена классификация ЭМП в зависимости от диапазона радиочастот.

*Таблица 1. Классификация ЭМП в зависимости от диапазона радиочастот*

| Диапазон радиочастот | f ,Гц | λ , м | Нормируемые величины. |
|---|---|---|---|
| Высокие -ВЧ | 30 кГц…3МГц ($3\cdot10^4…3\cdot10^6$ Гц) | 10 000…100 | E, H<br>$ЭН_E$, $ЭН_H$ |
| Ультравысокие - УВЧ | 3МГц…300МГц ($3\cdot10^6…3\cdot10^8$ Гц) | 100…1 | То же |
| Сверхвысокие - СВЧ | 300МГц…300ГГц ($3\cdot10^8…3\cdot10^{11}$ Гц) | 1…0,001 | *I*, $ЭН_{ППЭ}$ |

В ВЧ- диапазоне электромагнитного поля длина волны намного больше размеров тела человека. диэлектрические процессы, происходящие под воздействием ЭМП этого диапазона, выражены слабо. В результате происходит сокращение мышц, разогрев организма, страдает нервная система, повышается утомляемость.

На более высоких частотах в УВЧ- и СВЧ- диапазонах длина волны становится соизмерима с размерами человека и его отдельными органами, в тканях начинают преобладать диэлектрические потери, в электролитах (крови и лимфе) наводятся ионные вихревые токи. Энергия ЭМП поглощается организмом, превращаясь в тепловую энергию, нарушаются обменные процессы в клетках. До значения плотности потока поля $I \leq 10$ *Вт/м*$^2$, называемого тепловым порогом, механизмы терморегуляции организма справляются с подводимым теплом. При большой интенсивности может повыситься температура. Особенно страдают органы со слабовыраженным механизмом терморегуляции: мозг, глаза, желчный и мочевой пузырь, нервная система. Облучение глаз может привести к помутнению кристаллика (катаракте), возможны ожоги роговицы. Наблюдаются трофические явления в организме, старение и шелушение кожи, выпадение волос, ломкость ногтей.

В зависимости от интенсивности и времени воздействия изменения в организме могут быть обратимыми и необратимыми. Доказана наибольшая биологическая активность микроволнового СВЧ- поля в сравнении с ВЧ и УВЧ.

Таким образом, если не принять мер защиты, то излучаемая электромагнитная энергия может оказать вредное влияние на организм человека.

Нормирование ведется в соответствии с Санитарными правилами и нормами (СанПиН) и документами системы безопасности труда (ССБТ).

Нормирование полей промышленной частоты *50 Гц* в условиях производства:

- осуществляется по напряженности электрической составляющей поля $E_Д \leq 5$ *кВ/м* – при нахождении в контролируемой зоне работника в течение всего рабочего дня,
- при напряженности *5 – 20 кВ/м* допустимое время нахождения рассчитывается по специальной формуле ($T_Д = (50/E_{изм}) – 2$, где $E_{изм}$ – измеренная величина напряженности).

Предельно допустимый уровень напряженности для производства *25 кВ/м*. для жилого сектора напряженность от линии электропередач не должна превышать:

- на территории жилой застройки *1кВ/м;*
- внутри жилых зданий *0,5 кВ/м.*

Нормирование полей радиочастотного диапазона (данные приведены в таблице 8.2.).

Для бытовых источников ЭМП массового использования, таких как сотовые телефоны и микроволновые печи, существуют специальные нормы.

1. Гигиенические нормативы ГН 2.1.8./2.2.4.019 – 94. Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системой сотовой связи. В работе этих систем используется следующий принцип: территория города и района делится на небольшие зоны (соты) радиусом *0,5 – 2 км*, в центре каждой зоны располагается базовая станция. Системы сотовой радиосвязи работают в интервале *400 МГц – 1,2 ГГц*, т.е. в СВЧ-диапазоне. Максимальная мощность передатчиков базовых станций не превышает *100 Вт*, коэффициент усиления антенны *10 – 16 дБ*. Мощность передатчиков автомобильных станций *8 – 20 Вт*, ручных радиотелефонов *0,8 – 5 Вт*. Лица, профессионально связанные с источниками ЭМП, подвергаются его воздействию в течение рабочего дня, население, проживающее в непосредственной близости от базовых станций, - до 24 ч в сутки, пользователи – только во время телефонных разговоров. Временно допустимые уровни (ВДУ) облучения:

– *профессиональное воздействие* – предельно допустимое значение $I_{ПД} = 2/t$, *Вт/м*$^2$, $I_{ПДмакс} \leq 10$ *Вт/м*$^2$;

– *непрофессиональное воздействие* – облучение населения, проживающего вблизи антенн базовых станций - $I_{ПД} \leq 0,1$ *Вт/м*$^2$; облучение пользователей радиотелефонов - $I_{ПД} \leq 1$ *Вт/м*$^2$ ;

2. Предельно допустимые уровни плотности потока энергии, создаваемой микроволновыми печами в бытовых условиях – до *0,1 Вт/м*$^2$ на расстоянии 50 ± 5 см от любой точки микроволновой печи.

Для защиты от ЭПМ РЧ используются следующие методы:

– уменьшение излучения в источнике;

– изменение направленности излучения;
– уменьшение времени воздействия;
– увеличение расстояния до источника излучения;
– защитное экранирование;
– применение средств индивидуальной защиты.

## 2. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, ЧАСТО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

### 2.1. ОЦЕНКА УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ (ЭСП)

В соответствии с выданным преподавателем заданием оценка уровня воздействия производится в следующей последовательности:

1. Произведите расчет предельно допустимого уровня напряженности электростатического поля при воздействии на персонал более одного часа за смену по формуле:

$$E_{ПДУ} = 60 / \sqrt{t},$$

где $E_{ПДУ}$ – предельно допустимый уровень напряженности поля, *кВ/м*; $t$ – время воздействия, *ч.*

Предельно допустимый уровень (ПДУ) напряженности электростатического поля ($E_{ПДУ}$) устанавливается равным 60 *кВ/м* в течение *1* часа [23].

2. Определите допустимое время пребывания в ЭСП по формуле:

$$t_{доп} = (60 / E_{факт.}),$$

где $E_{факт}$ – фактическое значение напряженности ЭСП, *кВ/м*.

При напряженности ЭСП, превышающей 60 *кВ/м*, работа без применения средств защиты не допускается, а при напряженности менее 20 *кВ/м* время пребывания не регламентируется.

3. По полученным расчетам сделайте вывод о времени работы персонала в ЭСП, в том числе с использованием средств защиты.

### 2.2. ОЦЕНКА УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ (ЭМП) РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНОВ ЧАСТОТ

Оценка ЭМП различного диапазона частот осуществляется раздельно по напряженностям электрического поля (*Е, кВ/м*) и магнитного поля (*Н, А/м*) или индукции магнитного поля (*В, мкТл*), в диапазоне частот 300 *МГц* – 300 *ГГц* по плотности потока энергии (*ППЭ, Вт/м*$^2$), в диапазоне частот 30 *кГц* – 300 *ГГц*– по величине энергетической экспозиции.

#### 2.2.1. ЭМП ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 *кВ/м* [21].

Оценка и нормирование ЭМП промышленной частоты на рабочих местах персонала проводится дифференцированно в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле.

1. Произведите расчет допустимого времени пребывания персонала (в соответствии с вариантом задания) в ЭП при напряженностях от *5 до 20 кВ/м* по формуле:

$$T = (50 / E) - 2,$$

где $E$ – напряженность электрического поля в контролируемой зоне ($E_1$, $E_2$, $E_3$), *кВ/м*; $T$ – допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, *ч.*

При напряженности ЭП от *20* до *25 кВ/м* допустимое время пребывания составляет *10 мин*. Пребывание в ЭП с напряженностью более *25 кВ/м* без средств защиты не допускается.

2. Рассчитайте время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП по формуле:

$$T_{пр.} = 8 \cdot ( t_{E1}/T_{E1} + t_{E2}/T_{E2} + t_{E3}/T_{E3} + t_{En}/T_{En} ),$$

где $T_{пр}$ – приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребывания в ЭП нижней границы нормируемой напряженности, *ч*; $t_{E1}$, $t_{E2}$ , $t_{E4}$ , $t_{En}$ – время пребывания в контролируемых зонах напряженностями $E_1$, $E_2$, $E_3$, $E_n$, *ч*; $T_{E1}$ , $T_{E2}$ , $T_{E3}$ , $T_{En}$ – допустимое время пребывания для соответствующих зон, *ч.*

Проведенное время не должно превышать *8 ч*. Различие в уровнях напряженности ЭП контролируемых зон устанавливается в *1 кВ/м*.

Требования действительны при условии, что проведение работ не связано с подъемом на высоту, исключена возможность воздействия электрических разрядов на персонал, а также при условиях защитного заземления всех изолированных от земли предметов, конструкций, частей оборудования, машин, механизмов, к которым возможно прикосновение работающих в зонах влияния ЭП.

### 2.2.2. ЭМП ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 30 КГЦ – 300 ГГЦ

Оценка и нормирование ЭМП осуществляется по величине энергетической экспозиции (*ЭЭ*). Энергетическая экспозиция ЭМП определяется как произведение квадрата напряженности электрического или магнитного поля на время воздействия на человека

1. Рассчитайте энергетическую экспозицию в диапазоне частот *30 кГц – 300 МГц* (в соответствии с заданием) по формулам:

$$ЭЭ_е = E^2 \cdot T,$$

$$ЭЭ_н = H^2 \cdot T,$$

где $E$ – напряженность электрического поля, *В/м;* $H$ – напряженность магнитного поля, *А/м*; $T$ – время воздействия на рабочем месте за смену, *ч.*

2. Рассчитайте энергетическую экспозицию по плотности потока энергии в диапазоне частот 300 *МГц* – 300 *ГГц* по формуле:

$$ЭЭ_{ППЭ} = ППЭ \cdot T,$$

где *ППЭ* – плотность потока энергии (*мкВт/см*$^2$).

Предельно допустимые уровни энергетических экспозиций (ЭЭПДУ) на рабочих местах персонала за смену приведены в табл. 2.

*Таблица 2. ПДУ энергетических экспозиций ЭМП диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц*

| Параметр | $ЭЭ_{ПДУ}$ в диапазонах частот, МГц | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,03 – 3,0 | 3,0 – 30,0 | 30,0 – 50,0 | 50,0 – 300,0 | 300,0 – 300 000,0 |
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
| $ЭЭ_E$, $(В/м)^2 \cdot ч$ | 20 000 | 7000 | 800 | 800 | - |
| $ЭЭ_H$ $(А/м)^2 \cdot ч$ | 200 | - | 0,72 | - | - |
| $ЭЭ_{ППЭ}$ $(мкВ/см)^2 \cdot ч$ | - | - | - | - | 200 |

Максимальные допустимые уровни напряженности электрического и магнитного полей, плотности потока энергии ЭМП не должны превышать значений, представленных в табл. 3.

*Таблица 3. Максимальные ПДУ напряженности и плотности потока энергии ЭМП диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц*

| Параметр | $ЭЭ_{ПДУ}$ в диапазонах частот, МГц | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,03 – 3,0 | 3,0 – 30,0 | 30,0 – 50,0 | 50,0 – 300,0 | 300,0 – 300 000,0 |
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
| E, $(В/м)^2$ | 500 | 295 | 80 | 80 | - |
| H, $(А/м)^2$ | 50 | - | 3,0 | - | - |
| ППЭ, $мкВ/см^2$ | - | - | - | - | 1000 – 5000* |

*Для условий локального облучения кистей рук.

Предельно допустимые уровни ЭМП диапазона частот *30 кГц – 300 ГГц* для населения отражены в табл. 4.

3. Определите предельно допустимый уровень ЭМП для средств связи и телевизионного вещания по формуле:

$$E_{пду} = 21 \cdot f^{-0,37},$$

где $E_{ПДУ}$ – значение предельно допустимого уровня напряженности электрического поля, *В/м*;

*f* – частота, *МГц*.

4. Рассчитайте предельно допустимый уровень плотности потока энергии при локальном облучении кистей рук при работе с микрополосовыми устройствами по формуле:

$$ППЭ_{ППД} = (К \cdot ЭЭ_{ППЭпду}) / Т ,$$

где $ЭЭ_{ППЭпду}$ – предельно допустимый уровень энергетической экспозиции потока энергии, равная
*200 мкВт/см²* (табл. 2.); *К* –коэффициент ослабления биологической эффективности, равный *12,5*;
*Т* – время пребывания в зоне облучения за рабочий день (рабочую смену), *ч.*

*Таблица 4. Предельно допустимые уровни ЭМП диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц для населения*

| Диапазон частот | 30-300 кГц | 0,3 – 3 МГц | 3 – 30 МГц | 30 – 300 МГц | 0,3 – 300 ГГц |
|---|---|---|---|---|---|
| Нормируемый параметр | Напряженность электрического поля Е, В/м | | | | Плотность потока энергии ППЭ, мкВт/см$^2$ |
| Предельно допустимый уровень | 25 | 15 | 10 | 3* | 1000 – 2500** |

* кроме средств радио- и телевизионного вещания (диапазончастот 48,5–108; 174–230 *МГц*).

** для случаев облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования.

Во всех случаях максимальное значение $ППЭ_{ПДУ}$ не должно превышать 50 *Вт/м$^2$* (5000 *мкВт/см$^2$*).

5. Рассчитайте предельно допустимую плотность потока энергии при облучении лиц от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования с частотой не более 1 кГц и скважностью не менее *20* по формуле:

$$ППЭ_{ПДУ} = К \cdot (ЭЭ_{ППЭ\ пду} / Т),$$

где *К* –коэффициент ослабления биологической активности прерывистых воздействий, равный *10*.

При этом плотность потока энергии не должна превышать для диапазона частот 300 *МГц* – 300 *ГГц* - 10 *Вт/м$^2$* (1000 *мкВт/см$^2$*).

6. Определите предельно допустимое значение интенсивности ЭМИ в диапазоне 60 *кГц* – 300 *МГц* ($Е_{ПДУ}$, $Н_{ПДУ}$, $ППЭ_{ПДУ}$) в зависимости от времени воздействия в течение рабочего дня (рабочей смены) по формулам:

$$Е_{ПДУ} = (ЭЭ_{Епду} / Т)^{1/2}$$

$$Н_{ПДУ} = (ЭЭ_{Нпду} / Т)^{1/2}$$

$$ППЭ_{ПДУ} = ЭЭ_{ППЭ\ пду} / Т ,$$

где $Е_{ПДУ}$, $Н_{ПДУ}$ и $ППЭ_{ПДУ}$ – предельно допустимые уровни напряженности электрического, магнитного поля и плотность потока энергии; $ЭЭ_Е$ , $ЭЭ_Н$ , и $ЭЭ_{ППЭ\ пду}$ – предельно допустимые уровни энергетической экспозиции в течение рабочего дня (рабочей смены), указанные в табл. 2.

Значения предельно допустимых уровней напряженности электрической ($Е_{ПДУ}$), магнитной ($Н_{ПДУ}$) составляющих и плотности потока энергии ($ППЭ_{ПДУ}$) в зависимости от продолжительности воздействия ЭМИ радиочастот приведены в табл. 1.5., 1.6.

ПДУ напряженности электрического и магнитного поля диапазона частот *10–30 кГц* при воздействии в течение всего рабочего дня (рабочей смены) составляют *500 В/м* и *50 А/м*, а при работе до двух часов за смену – *1000 В/м* и *100 А/м* соответственно.

В диапазонах частот 30 *кГц* – 3 *МГц* и 30 – 50 *МГц* учитывается ЭЭ создаваемые как электрическим ($ЭЭ_E$), таки магнитными ($ЭЭ_H$) полями:

$$(ЭЭ_E / ЭЭ_{E\ ПДУ}) + (ЭЭН / ЭЭ_{H\ ПДУ}) \leq 1$$

При облучении от нескольких источников ЭМП, работающих в частотных диапазонах, для которых установлены различные ПДУ, должны соблюдаться следующие условия:

$$(ЭЭ_{E\ 1} / ЭЭ_{E\ ПДУ\ 1}) + (ЭЭ_{E\ 2} / ЭЭ_{E\ ПДУ\ 2}) + (ЭЭ_{E\ n} / ЭЭ_{E\ ПДУ\ n}) + \ldots + \leq 1$$

*Таблица 5. Предельно допустимые уровни напряженности электрической и магнитной составляющих в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц в зависимости от продолжительности воздействия*

| Продолжительность воздействия Т, ч | $Е_{ПДУ}$, В/м | | | $Н_{ПДУ}$, А/м | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,03 – 3 МГц | 3 – 30 МГц | 30 – 300 МГц | 0,3 – 3 МГц | 30 – 50 МГц |
| 8,0 и более | 50 | 30 | 10 | 5,0 | 0,30 |
| 7,5 | 52 | 31 | 10 | 5,0 | 0,31 |
| 7,0 | 53 | 32 | 11 | 5,3 | 0,32 |
| 6,5 | 55 | 33 | 11 | 5,5 | 0,33 |
| 6,0 | 58 | 34 | 12 | 58 | 0,34 |
| 5,5 | 60 | 36 | 12 | 6,0 | 0,36 |
| 5,0 | 63 | 37 | 13 | 6,3 | 0,38 |
| 4,5 | 67 | 39 | 13 | 6,7 | 040 |
| 4,0 | 71 | 42 | 14 | 7,1 | 0,42 |
| 3,5 | 76 | 45 | 15 | 7,6 | 0,45 |
| 3,0 | 82 | 48 | 16 | 8,2 | 0,49 |
| 2,5 | 89 | 52 | 18 | 8,9 | 0,54 |
| 2,0 | 100 | 59 | 20 | 19,0 | 0,60 |
| 1,5 | 115 | 68 | 23 | 1,5 | 0,69 |
| 1,0 | 141 | 84 | 28 | 14,2 | 0,85 |
| 90,5 | 200 | 118 | 40 | 20,0 | 1,20 |
| 0,25 | 283 | 168 | 57 | 28,3 | 1,70 |
| 0,125 | 400 | 236 | 80 | 40,0 | 2,40 |
| 0,08 и менее | 500 | 296 | 80 | 50,0 | 3,00 |

Примечание. При продолжительности воздействия менее 0,08*ч* дальнейшее повышение интенсивности не допускается.

При одновременном или последовательном облучении персонала от источников, работающих в непрерывном режиме, и от антенн, излучающих в режиме кругового обзора и сканирования, суммарная ЭЭ рассчитывается по формуле:

$$ЭЭ_{ППЭ\ сум} = ЭЭ_{ППЭ\ н}\ ЭЭ_{ППЭ\ пр},$$

где $ЭЭ_{ППЭ\ сум}$ – суммарная *ЭЭ*, которая не должна превышать *200 мкВт/см*$^2$*ч*; $ЭЭ_{ППЭн}$ – *ЭЭ*, создаваемая непрерывным излучением; $ЭЭ_{ППЭпр}$ – *ЭЭ*, создаваемая прерывистым излучением вращающихся или сканирующих антенн, равная $(0{,}1 \cdot ППЭ_{пр} \cdot T_{пр})$.

*Таблица 6. Предельно допустимые уровни плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия*

| Продолжительность воздействия Т,ч | ППЭ $_{ПДУ}$, мкВт/см2 |
|---|---|
| 8,0 и более | 25 |
| 7,5 | 27 |
| 7,0 | 29 |
| 6,5 | 31 |
| 6,0 | 33 |
| 5,5 | 36 |
| 5,0 | 40,0 |
| 4,5 | 44 |
| 4,0 | 50 |
| 3,5 | 57 |
| 3,0 | 67 |
| 2,5 | 80 |
| 2,0 | 100 |
| 1,5 | 133 |
| 1,0 | 200 |
| 90,5 | 400 |
| 0,25 | 800 |
| 0,2 и менее | 1000 |

Примечание. При продолжительности воздействия менее *0,2* часа дальнейшее повышение интенсивности воздействия не допускается.

В данной лабораторной работе мы не рассматриваем импульсные электромагнитные поля радио технических объектов (ИЭМП).

## 2.3. ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Защита от излучений и электромагнитных полей в нашей республике регламентируется Законом ПМР «Об охране окружающей среды», а также рядом нормативных документов (ГОСТы, СанПиНы, СНиП др.).

В целях предупреждения неблагоприятного влияния на состояние здоровья производственного персонала объектов и населения ЭМП используют комплекс мер, включающий в себя проведение организационных, инженерно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.

Основной способ защиты населения от возможного вредного воздействия ЭМП ЛЭП – создание охранных зон шириной от *15* до *30 м* в зависимости от напряжения линий электропередачи. На открытой местности применяют тросовые экраны, железобетонные заборы, высаживают деревья высотой более
*2 м*.

Организационные мероприятия включают:

– выделение зон воздействия ЭМП (с уровнем, превышающим ПДУ с ограждением и обозначением соответствующими предупредительными знаками);

– выбор рациональных режимов работы оборудования;

– расположение рабочих мест и маршрутов передвижения обслуживающего персонала на расстояниях от источников ЭМП, обеспечивающих соблюдение ПДУ;

– ремонт оборудования, являющегося источником ЭМП, следует проводить по возможности вне зоны влияния полей от других источников;

– организацией системы оповещения о работе источников ИЭМП;

– разработка инструкции по безопасным условиям труда при работе с источником ИЭМП;

– соблюдение правил безопасной эксплуатации источников ЭМП.

Инженерно-технические мероприятия включают:

– рациональное размещение оборудования;

– организация дистанционного управления аппаратурой;

– заземление всех изолированных от земли крупногабаритных объектов, включая машины и механизмы, металлические трубы отопления, водоснабжения и т. д., а также вентиляционные устройства;

– использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала (поглотители мощности, экранирование отдельных блоков или всей излучающей аппаратуры, рабочего места, использование минимальной необходимой мощности генератора, покрытие стен, пола и потолка помещений радиопоглощающими материалами);

– применение средств коллективной и индивидуальной защиты (защитные очки, щитки, шлемы; защитная одежда – комбинезоны и костюмы с капюшонами, изготовленные из специальной электропроводящей, радиоотражающей или радиопоглощающей ткани; рукавицы или перчатки, обувь). Все части защитной одежды должны иметь между собой электрический контакт.

Лечебно-профилактические мероприятия:

– все лица, профессионально связанные с обслуживанием и эксплуатацией источников ЭМП, в том числе импульсных, должны проходить предварительный при поступлении на работу (отбор для лиц для работы с импульсными источниками) и периодические профилактические медосмотры в соответствии с действующим законодательством;

– лица, не достигшие 18-летнего возраста и беременные женщины допускаются к работе в условиях возникновения ЭМП только в случаях, когда интенсивность ЭМП на рабочих метах не превышает ПДУ, установленный для населения;

– контроль за условиями труда, за соблюдением санитарно эпидемиологических правил и нормативов на рабочих местах;

## 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

3.1. Выбрать вариант

3.2. Ознакомится с методикой расчета.

3.3. В соответствии с данными варианта дать оценку уровня воздействия электростатического поля (ЭСП), определить допустимое время пребывания в ЭСП. По полученным расчетам сделайте вывод о времени работы персонала в ЭСП, в том числе с использованием средств защиты.

3.4. Дать оценку уровня воздействия электромагнитных полей (ЭМП) различных диапазонов промышленных частот согласно данным варианта:

3.4.1.ЭМП ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ. Рассчитать время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП.

3.4.2. ЭМП ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 30 КГЦ – 300 ГГЦ. Рассчитать энергетическую экспозицию в диапазоне частот *30 кГц – 300 МГц* (в соответствии с заданием). Рассчитать энергетическую экспозицию по плотности потока энергии в диапазоне частот *300 МГц – 300 ГГц*. Определить предельно допустимый уровень ЭМП для средств связи и телевизионного вещания. Рассчитать предельно допустимый уровень плотности потока энергии при локальном облучении кистей рук при работе с микрополосовыми устройствами. Рассчитать предельно допустимую плотность потока энергии при облучении лиц от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования. Определить предельно допустимое значение

интенсивности ЭМИ в диапазоне *60 кГц – 300 МГц* ($E_{ПДУ}$, $H_{ПДУ}$, $ППЭ_{ПДУ}$) в зависимости от времени воздействия в течение рабочего дня (рабочей смены).

3.5. Пописать отчет и сдать преподавателю.

## 2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 (2 часа).

**Тема: «Исследование эффективности методов и средств защиты от вибрации»**

**2.7.1 Цель работы:** изучение принципов гигиенического нормирования и санитарно-гигиенической оценки параметров вибрации.

**2.7.2. Задачи работы:**

1. Исследование параметров вибрации производственного оборудования.
2. Оценка эффективности средств защиты от вибрации.

**2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе**:

1. Справочные материалы.
2. Прибор ВШВ-003.

**2.7.4 Описание (ход) работы:**

1. Общие сведения

1.1. Классификация вибрации

Под вибрацией понимают механические колебания упругих тел, характеризующиеся периодичностью изменения параметров. Вибрация возникает при неправильной балансировке валов, шкивов в машинах и станках, воздействии динамических нагрузок, при работе машин и механизмов ударного действия.

Производственную вибрацию, в основном, классифицируют:

по способу передачи вибрации;

по направлению действия вибрации;

по временной характеристике вибрации;

по характеру спектра вибрации.

По способу передачи вибрации на человека различают:

общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;

локальную вибрацию, передающуюся через руки человека или отдельные участки тела, контактирующие с вибрирующим инструментом.

По направлению действия вибрацию подразделяют в соответствии с направлением осей ортогональной системы координат:

локальную вибрацию подразделяют на действующую вдоль осей ортогональной системы координат $X_л, Y_л, Z_л$, где ось $X_л$ параллельна оси места охвата источника вибрации (рукоятки, ложемента, рулевого колеса, рычага управления, удерживаемого в руках обрабатываемого изделия и т.п.), ось $Y_л$ перпендикулярна ладони, а ось $Z_л$ лежит в плоскости, образованной осью $X_л$ и направлением подачи или приложения силы (или осью предплечья, когда сила не прикладывается);

общую вибрацию подразделяют на горизонтальную, действующую вдоль осей ортогональной системы координат $X_o, Y_o, Z_o$, где $X_o$ (от спины к груди) и $Y_o$ (от правого плеча к левому) – горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям; вертикальную $Z_o$, действующую по вертикальной оси, перпендикулярной опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом и т.п.

По временным характеристикам вибрации выделяют:

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 мин 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, каждый длительностью менее 1 с.
По характеру спектра вибрации выделяют:
узкополосные вибрации, у которых контролируемые параметры в одной 1/3 октавной полосе частот более чем на 15 дБ превышают значения в соседних 1/3 октавных полосах;
широкополосные вибрации – с непрерывным спектром шириной более одной октавы.
По источнику возникновения локальных вибраций различают:
локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного механизированного инструмента (с двигателями), органов ручного управления машинами и оборудованием;
локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного немеханизированного инструмента (без двигателей), например, рихтовочных молотков разных моделей и обрабатываемых деталей.
По источнику возникновения общая вибрация подразделяется на следующие категории:
1 категория - транспортная вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности и дорогам (в том числе при их строительстве). К источникам транспортной вибрации относят: тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные сельскохозяйственные машины (в том числе комбайны); автомобили грузовые (в том числе тягачи, скреперы, грейдеры, катки и т.д.); снегоочистители, самоходный горно-шахтный рельсовый транспорт;
2 категория - транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах машин с ограниченной зоной перемещения 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, машины для загрузки (завалочные) мартеновских печей в металлургическом производстве; горные комбайны, шахтные погрузочные машины, самоходные бурильные каретки; путевые машины, бетоноукладчики, напольный производственный транспорт;
3 категория - технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин и технологического оборудования или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, стационарные электрические установки, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование для бурения скважин, буровые станки, машины для животноводства, очистки и сортировки зерна, оборудование промышленности стройматериалов (кроме бетоноукладчиков), установки химической и нефтехимической промышленности и др.
Общая вибрация категории 3 по месту действия подразделяется на следующие типы:
а) на постоянных рабочих местах производственных помещений;
б) на рабочих местах складов, столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;
в) на рабочих местах помещений заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, ЭВМ и др. помещений для работников умственного труда.
1.2. Основные характеристики и нормирование вибрации

Основными физическими характеристиками вибрации являются:
амплитудные значения виброперемещения X,
колебательная скорость V ;
колебательное ускорение a;
частота f (Гц) колебаний.
К нормируемым показателям вибрации относятся средние квадратичные значения виброскорости и/или виброускорения, а также их логарифмические уровни в дБ.
Виброскорость определяется по формуле:
$V = 2\pi . f .A;$
где f – частота, Гц;
A – амплитуда, м.

Логарифмические уровни виброскорости Lv , дБ определяют по формуле:

$$L_V = 20\lg\left(\frac{V}{5\cdot 10^{-8}}\right);$$

где V – среднее квадратичное значение виброскорости, м /с.
Логарифмические уровни виброускорения La , дБ определяют по формуле:

$$L_a = 20\lg\left(\frac{a}{10^{-6}}\right)$$

где a – среднее квадратичное значение виброускорения, м/с2.
Нормирование вибрации осуществляется по санитарным нормам СН 2.2.4/2.1.8.566-96.
Гигиеническая оценка постоянной и непостоянной вибрации, воздействующей на человека, производится следующими методами:
частотным (спектральным) анализом нормируемого параметра;
интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра;
интегральной оценкой с учетом времени вибрационного воздействия по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра.
Нормируемый диапазон частот устанавливается:
для локальной вибрации в виде октавных полос со среднегеометрическими частотами: 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;
для общей вибрации в виде октавных или 1/3 октавных полос со среднегеометрическими частотами: 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц.
Нормы установлены для продолжительности рабочей смены в 8 часов.

1.3. Обеспечение вибробезопасных условий труда

Для обеспечения вибрационной безопасности труда применяется комплекс мероприятий и средств защиты.
Комплекс защитных мероприятий состоит из:
- технических методов и средств защиты от вибраций;
- организационных мероприятий, направленных на снижение последствий вибрации на организм человека.
Основные технические методы и средства защиты включают:
снижение виброактивности машин и механизмов;
вибродемпфирование (вибропоглощение);
использование дополнительных устройств, встраиваемых в конструкцию машины и в строительные конструкции (виброизоляция, динамическое вибропоглощение);
изменение конструктивных элементов машин и строительных конструкций (повышение жесткости).
В данной работе исследуется один из самых распространенных технических методов, снижающих вибрацию, - виброизоляция.

Метод виброизоляции заключается в установлении источника колебаний на амортизаторы (виброизоляторы), снижающие передачу колебательной энергии защищаемому объекту. Амортизаторы могут быть выполнены из металлических пружин, упругих прокладок из резины, войлока, пробки, резино-металлических конструкций и т.п.

Эффективность виброизоляции оценивается величиной коэффициента передачи.

Коэффициент передачи (КП) характеризует величину динамического воздействия источника колебаний на защищаемый объект и равен отношению амплитуды виброперемещения, виброскорости, виброускорения защищаемого объекта или действующей на него силы к соответствующему параметру источника вибрации:

$$КП = F_{об} / F_{ист}.$$

Коэффициент передачи в системах, где можно пренебречь трением, может быть рассчитан по формуле

$$КП = 1 / \left[ f / f_0 \right]^2 - 1,$$

где f - частота вынужденных колебаний;

f0 - собственная частота виброизолированной системы.

Собственная частота виброизолированной системы

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{g / X_{cm}},$$

где Хст - статическая осадка системы на виброизоляторах под давлением собственной массы Хст=mg/c;

mg - сила тяжести машины;

c - коэффициент жесткости системы.

Зависимость коэффициента передачи от частоты возмущающей силы представлена на рис.6.2.

Из рис.7.1 видно: при f = f0 - КП максимален (случай резонанса);

при f < f0 - величина КП приближается к единице (эффективность амортизаторов минимальна);

при f / f0 > √2 - амортизаторы начинают приносить эффект.

Существует оптимальное соотношение между частотой возбуждения и собственной частотой колебаний системы. Оно составляет f/f0 =3..4, что соответствует КП = 1/8…1/15.

Снижение значений КП при известных значениях частоты возмущающей силы может достигаться снижением частоты собственных колебаний источника, установленного на амортизаторах, для чего нужно снизить жесткость амортизаторов либо увеличить массу источника колебаний.

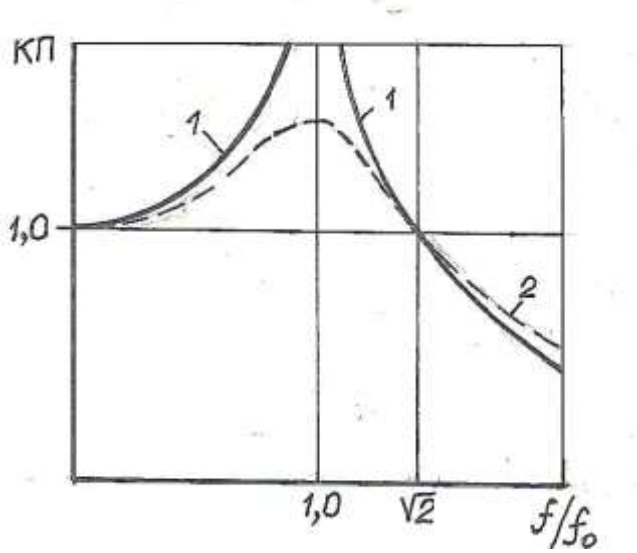


Рис.6.1. Зависимость коэффициента передачи (КП) от частоты возмущающей силы:
1 – без учета затухания колебаний в амортизаторах; 2 – с учетом затухания.

Эффективность виброизоляции в дБ можно определить по формуле

$$\Delta L = 20\lg\frac{1}{КП} = 20\lg\left[\left(\frac{f}{f_0}\right)^2 - 1\right], \text{ дБ.}$$

2. Описание лабораторной установки

Внешний вид установки представлен на рис.2.

Лабораторная установка включает в свой состав: вибростенд 1, генератор сигналов 2, измеритель вибрации 3, объект виброизоляции 4 с вибродатчиком, набор 5 сменных виброзащитных модулей для изучения влияния общей и локальной вибрации.

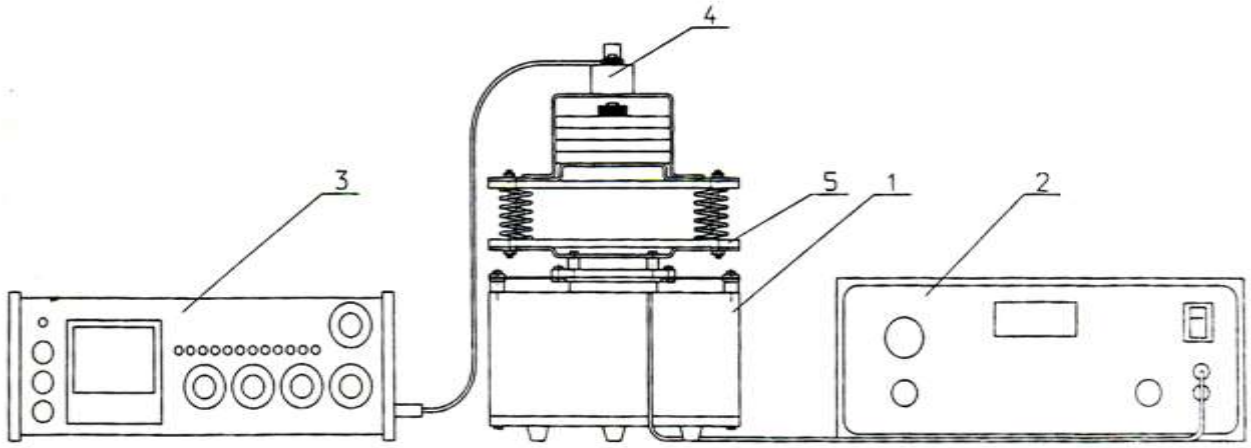



Рис.2. Установка «Вибростенд»

Устройство вибростенда показано на рис.3.

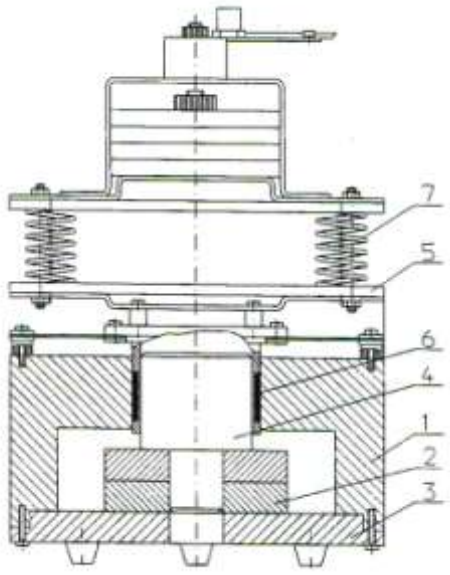



Рис.3. Схема устройства вибростенда

Вибростенд имеет электромагнитную систему возбуждения вибраций и смонтирован в магнитопроводящем корпусе 1. Постоянный магнит 2 тороидального типа прикрепляется с помощью клея на основании 3 из магнитопроводящей стали. На противоположном полюсе постоянного магнита с помощью клея закрепляется сердечник 4, который входит в цилиндрическое отверстие магнитопроводящего корпуса. Вибростол 5 установлен на катушке возбуждения 6, которая закрепляется с помощью четырех плоских пружин 7 на магнитопроводящем корпусе. Токоподводы от катушки возбуждения выведены на клеммы.

Направление воздействия вибрации осуществляется только в вертикальном направлении.

Объект виброизоляции представляет собой устройство, которое обеспечивает установку пластины с вибродатчиком. Также можно изменять массу объекта виброизоляции за счет установки на нем дополнительных металлических пластин, входящих в его состав.

Виброзащитный модуль представляет собой устройство, состоящее из двух параллельных пластин, между которыми установлены виброизоляторы. В качестве виброизоляторов

применяются витые пружины с различным диаметром проволоки, плоские пружины и пластины различной массы. В качестве виброизолирующей прокладки используется пенополиуретан.

3. Приборы для измерения параметров вибрации

Для измерения параметров вибрации используется Измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2 и Цифровой измеритель вибрации АТТ-9002.

Измеритель ВШВ-003-М2 кроме измерения параметров шума предназначен также для измерения средних квадратических значений виброскорости и виброускорения и их логарифмических уровней как общей, так и локальной вибрации в стандартных октавных и третьоктавных частотных полосах в диапазоне 0…140 дБ.

Лицевая панель прибора показана на рис. 4.

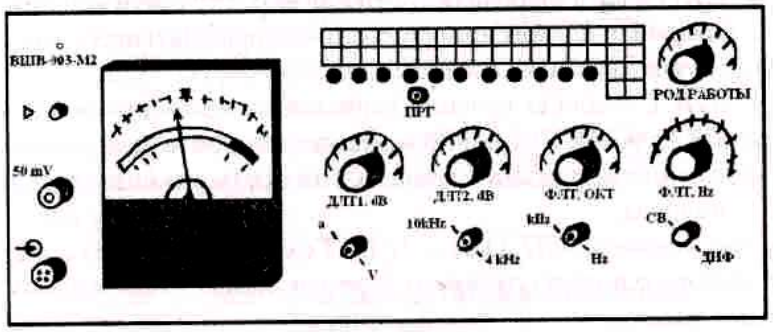



Рис. 4. Измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2 (лицевая панель)

На лицевую панель прибора выведены следующие органы управления, регулирования и индикации:

переключатель РОД РАБОТЫ с положениями:

«О» - для включения измерителя;

« .» - для контроля состояния батарей

« » - для включения измерителя в режим блокировки;

F, S, 10S – для включения измерителя в режим измерения с постоянной времени F (быстро), S (медленно), 10S (10 с);

стрелочный прибор – для отсчета измеряемой величины и контроля напряжения питания;

переключатели ДЛТ1, dБ, ДЛТ2, dБ и единичные индикаторы 20, 30…130 dБ;

3 . 10-3, 0,01… 10 3 m. S –2;

0,03; 0,1 … 10 4 mm. S –1,

предназначенные для выбора пределов измерений звукового давления, виброускорения и виброскорости соответственно;

индикатор «ПРГ» - для индикации перегрузки измерительного тракта;

кнопка «a/V» - для выбора режима измерения виброускорения или виброскорости;

переключатель ФЛТ, Hz с положениями:

1; 10 – для включения ФВЧ 1; 10 Гц, ограничивающего частотный диапазон при измерении виброускорения и виброскорости;

ЛИН – для включения ФНЧ 20 кГц, ограничивающего частотный диапазон при измерении уровня звукового давления по характеристике ЛИН;

A, B, C – для включения корректирующих фильтров A, B, C;

ОКТ, 1/3 ОКТ – для включения измерителя в режим частотного анализа в октавных или третьоктавных частотных полосах;

переключатель ФЛТ, ОКТ с кнопкой kHz, Hz для выбора одной из октавных (третьоктавных) стандартных частотных полос;

кнопка «10 kHz / 4 kHz» - для включения ФНЧ 10 кГц или 4 кГц, ограничивающего частотный диапазон при измерении виброускорения и виброскорости;

кнопка «СВ/ДИФ» - для измерений в режиме свободного или диффузного поля;
гнезда: «50 mV» - выход с калибровочного генератора;
« .» - для подсоединения предусилителя ВПМ-101.
Калибровка измерителя
Калибровку измерителя необходимо производить каждый раз перед началом измерений в следующей последовательности.
Соединить выход эквивалента вибропреобразователя с входом предусилителя ВПМ-101, выход которого подсоединить к гнезду «→» измерителя.
Гнездо «50 mV» измерителя соединить кабелем 5Ф6.644.368 (входит в состав комплекта прибора) с входом эквивалента вибропреобразователя.
Переключатель измерителя РОД РАБОТЫ установить в положение «►». Резистором «►» установить указатель стрелочного прибора измерителя на отметку шкалы 0,5 (диапазон шкалы 0...1), что учитывает действительное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя (датчика ДН-4).
От гнезда «50 mV» измерителя отсоединить кабель 5Ф6.644.368 и присоединить его к датчику ДН-4.
Прибор готов к работе.
Измерение виброускорения и виброскорости
При измерении виброускорения переключатели измерителя установить в положение:
РОД РАБОТЫ -F;
ДЛТ1,dB-80;
ДЛТ2, dB-50;
ФЛТ, Hz-ОКТ('/3ОКТ);
все кнопки отжаты.
При этом должен светиться индикатор 130 дБ.
В зависимости от частотного диапазона измерения переключатель ФЛТ Hz установить в положение I или 10, а кнопка «10 kHz/4 kHz» нажата или отжата:
при измерении общей вибрации - переключатель ФЛТ Hz в положении 1, кнопка «10 kHz/4 kHz» нажата;
при измерении локальной вибрации - переключатель ФЛТ Hz в положении 10, кнопка «10 kHz/4 kHz отжата.
Переключатель РОД РАБОТЫ установить в положения F, S или 10S; если при измерениях низкочастотных составляющих возникают флуктуации (колебания) стрелки измерителя, то переключатель РОД РАБОТЫ следует перевести из положения F в положение S.
Произвести измерения, при необходимости изменяя положение переключателей ДЛТ1, dB и ДЛТ2, dB.
Если при измерении указатель стрелочного прибора измерителя находится в начале шкалы, то её следует вывести правее цифры 4 (верхняя шкала) или цифры 10 (средняя шкала) переключателем ДЛТ1, dB. Если периодически загорается индикатор «ПРГ», то
переключатель ДЛТ1, dB следует переключить на более высокий уровень (влево), пока не погаснет индикатор, а затем использовать аналогично переключатель ДЛТ2, dB.
Произвести отсчёт показаний прибора (сумма показаний по шкале стрелочного прибора и переключателей ДЛТ1, dB и ДЛТ2, dB). При работе с вибропреобразователем ДН-4 показания прибора необходимо умножить на 10.
При измерении виброскорости необходимо нажать кнопку «a/V» и повторить последовательность операций при измерении виброускорения.
При измерении виброускорения (виброскорости) в октавных (третьоктавных) стандартных полосах частот переключатель ФЛТ, Hz устанавливается в положение ОКТ (1/3 ОКТ), а переключателем ФЛТ, ОКТ (1/3 ОКТ) - необходимый октавный (третьоктавный) фильтр (кнопка «kHz/Hz» при низких частотах нажата, а начиная с 1000 Гц - отжата). Последовательность измерений та же, что и в предыдущих случаях.

Определение результата измерения в логарифмических уровнях виброскорости и виброускорения (Lv, La, дБ) производится суммированием показания, соответствующего светящемуся индикатору в дБ, и показания стрелочного прибора в дБ. Затем к результатам измерения прибавить следующие значения:
при измерении уровня виброскорости - 46 дБ;
при измерении уровня виброускорения - 60 дБ.
Цифровой измеритель вибрации АТТ-9002
Цифровой портативный измеритель вибрации АТТ-9002 предназначен для измерения скорости и ускорения вибрации. Диапазоны измерения виброскорости – 0…200 мм/с; виброускорения – 0…200 м/с2. Внешний вид и органы управления показаны на рис. 7.5.

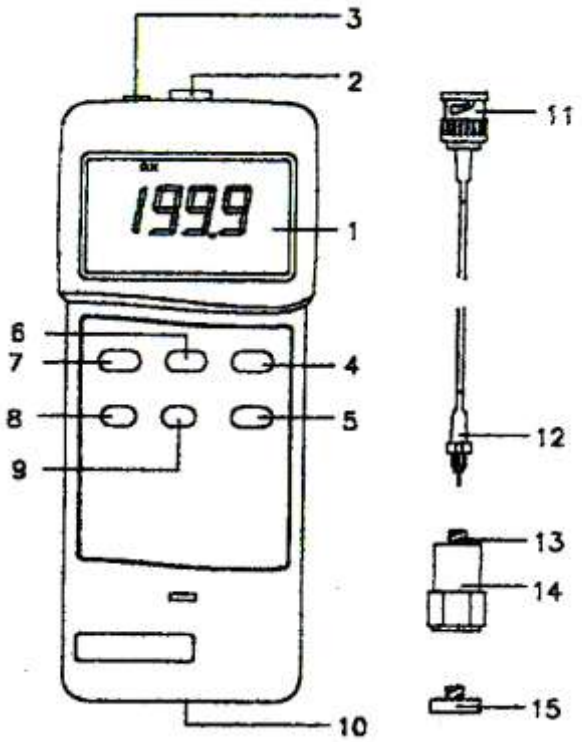



Рис. 5. Внешний вид измерителя вибрации АТТ-9002Дисплей
Входное гнездо для измерительного зонда
Выход для интерфейса RS-232
Переключатель RMS/PEAK (среднеквадратическое/пиковое)
Переключатель ACC/VEL (ускорение/скорость)
Кнопка фиксации данных
Кнопка «Вкл./Выкл.»
Кнопка памяти «Запись»
Кнопка памяти «Вызов»
Батарейный отсек, крышка батарейного отсека
BNC разъем кабеля датчика
Мини-разъем кабеля датчика
Входное гнездо датчика вибрации
Датчик вибрации
Магнитное основание

4. Порядок выполнения работы
4.1. Меры безопасности при проведении лабораторной работы
4.1.1. К работе со стендом допускаются лица, ознакомленные с его устройством, принципом действия и мерами безопасности в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем разделе.
4.1.2. При смене виброизолирующих модулей на вибростоле вибростенда или изменении положения вибростенда относительно основания выключить генератор низкочастотных сигналов.
4.1.3. При эксплуатации и ремонте генератора возможна опасность поражения персонала электрическим током напряжением 220 В, частотой 50 Гц.
В связи с этим при работе с генератором и измерителем необходимо выполнять следующие требования:
заземлять генератор и измеритель с помощью клемм защитного заземления на корпусах приборов;
вставки плавкие в приборах должны быть исправными;
запрещается эксплуатация генератора и измерителя при снятых крышках;
запрещается производить ремонтные работы в генераторе под напряжением;
при ремонте и регулировании приборов необходимо использовать ручной инструмент с диэлектрическими рукоятками.
4.1.4. Перед включением генератора убедиться в надежности крепления сменных элементов на вибростоле.

4.2. Порядок выполнения работы
4.2.1. Закрепить объект виброизоляции на вибростоле.
4.2.2. Подключить генератор к сети 220 В. Соединить выходные гнезда генератора с нагрузкой, включить тумблер «сеть» и дать прогреться генератору в течение 10 мин. Генератор готов к работе.
4.2.3. Вначале установить с помощью множителя (поз. 1 , рис.6.1) диапазон х1, далее ручкой плавного регулирования частоты (поз.8, рис. 6.1) установить значение октавной частоты возбуждения 2 Гц, контролируя это значение на индикаторе частоты (поз.2, рис. 6.1). Значение амплитуды вибрации (коэффициента усиления), устанавливаемой на генераторе (поз.7, рис.6.1) задается преподавателем.
ВНИМАНИЕ. При возникновении перегрузки на лицевой панели генератора загорается светодиод «ПЕРЕГРУЗКА» (поз.4, рис.6.6). Необходимо выключить сетевое питание тумблером (поз.5 рис.6.6). Повторное включение сетевого питания возможно только после погасания светодиода нагрузки.
4.2.4. Подготовить измерительный прибор АТТ-9002 к работе, подключив измерительный зонд к входному разъему прибора.
4.2.5. Приложите измерительный зонд измерительного прибора АТТ-9002 магнитной поверхностью к поверхности измеряемого объекта в направлении оси Z.

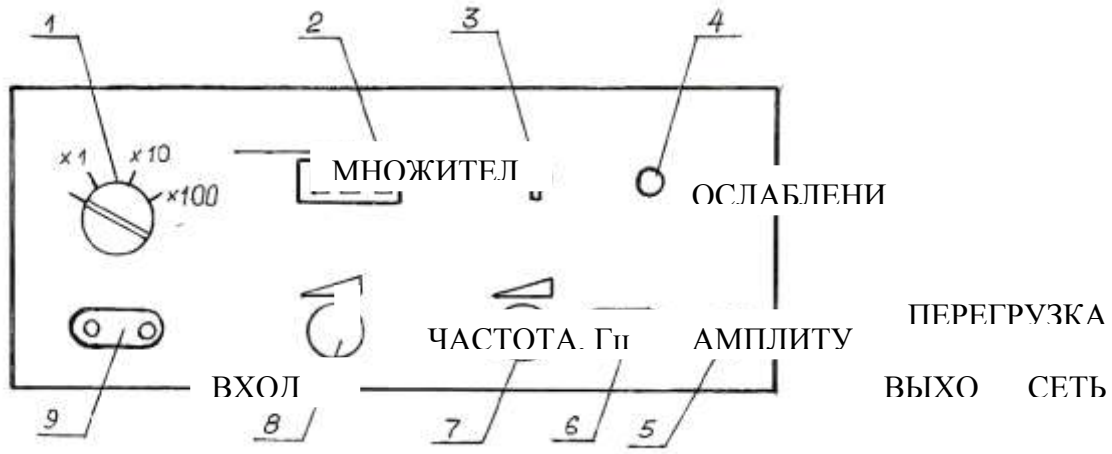


Рис. 6. Лицевая панель генератора низкочастотных сигналов

Если поверхность измеряемого объекта из немагнитного материала, необходимо держать датчик в руке, касаясь поверхности измеряемого объекта.
4.2.6. Включите прибор однократным нажатием кнопки «Вкл./Выкл.».
4.2.7. Установите переключатель ACC/VEL в положение ACC.
Произведите измерения виброускорения объекта вибрации в направлении Z для общей или локальной вибрации во всем диапазоне частот, изменяя частоту вибрации с помощью множителя и ручкой плавного регулирования генератора. Результаты измерений занести в таблицу отчета о работе.
4.2.8. Установите переключатель ACC/VEL измерительного прибора АТТ-9002 в положение VEL.
Произведите измерения виброскорости объекта вибрации в направлении Z для общей или локальной вибрации во всем диапазоне частот, изменяя частоту вибрации с помощью множителя и ручкой плавного регулирования генератора. Результаты измерений занести в таблицу отчета.
4.2.9. Выключить генератор. Снять объект виброизоляции с вибростола, присоединить к нему виброзащитный модуль и в сборе установить на вибростоле стенда. Включить генератор.
4.2.10. Приложите измерительный зонд измерительного прибора АТТ-9002 магнитной поверхностью к поверхности измеряемого объекта в направлении оси Z. Произведите

измерения виброускорения согласно п. 4.2.7. Результаты измерений занесите в таблицу отчета.

4.2.11. Аналогичные измерения (п.п. 4.2.9, 4.2.10) произвести с различными виброзащитными модулями по заданию преподавателя.

4.2.12. После выполнения лабораторной работы отключить генератор и измеритель.

4.2.13. По результатам измерений произвести расчеты уровней виброскорости и уровней виброускорения по формулам 6.2, 6.3.

4.2.14. По приложению 1 определить санитарные нормы виброускорения для общей и локальной вибрации категории 3. Внести в таблицу отчета.

4.2.15. Сопоставить полученные экспериментально значения уровней виброускорения с нормируемыми значениями и сделать выводы.

4.2.16. Рассчитать коэффициенты передачи для каждого испытуемого виброзащитного модуля по замерам виброускорения на всех частотах:

КП = аоб/аист = Vоб/Vист

где аоб ,Vоб - виброускорение (виброскорость) объекта с виброзащитным модулем;

аист,Vист - виброускорение (виброскорость) объекта вибрации без виброзащиты.

4.2.17. Определить эффективность виброизоляции по формуле 6.7.

4.2.18. Построить спектр вибрации по виброускорению (виброскорости) лабораторной установки без виброизоляции, с виброизоляцией и по санитарным нормам.

ФОРМА ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

«ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ВИБРАЦИИ»

Цель работы:_____

_____

Таблица 1 - Результаты измерений виброскорости и виброускорения при общей вибрации

| Показатель вибрации | Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 8 | 16 | 31,5 | 63 |
| Виброускорение а , м/с2 | | | | | | |
| Виброскорость V, м/с. 10-2 | | | | | | |
| Уровень виброускорения, La, дБ | | | | | | |
| Уровень виброскорости, LV , дБ | | | | | | |
| Допустимые значения уровня виброускорения, Lдоп, дБ | | | | | | |

Таблица 2 - Результаты измерений виброскорости и виброускорения при локальной вибрации

| Показатель вибрации | Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | 16 | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 |
| Виброускорение а , м/с2 | | | | | | | | |
| Виброскорость V, м/с. 10-2 | | | | | | | | |
| Уровень виброускорения, La, дБ | | | | | | | | |
| Уровень виброскорости, LV , дБ | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Допустимые значения уровня виброускорения, Lдоп, дБ | | | | | | | | |

Таблица 3 - Расчет эффективности средств виброизоляции при общей вибрации по уровню виброускорения/виброскорости

| Условия измерений | Уровень виброускорения/виброскорости La/ Lv, дБ по среднегеометрическим частотам октавных полос, Гц | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 8 | 16 | 31,5 | 63 |
| Без средств виброизоляции | | | | | | |
| Виброзащитный модуль 1 | | | | | | |
| КП (модуль 1) | | | | | | |
| Виброзащитный модуль 2 | | | | | | |
| КП (модуль 2) | | | | | | |
| Виброзащитный модуль 3 | | | | | | |
| КП (модуль 3) | | | | | | |
| Виброзащитный модуль с прокладкой (4) | | | | | | |
| КП (модуль 4) | | | | | | |
| Эффективность виброизоляции с модулем 1 ΔL, дБ | | | | | | |
| Эффективность виброизоляции с модулем 2 ΔL, дБ | | | | | | |
| Эффективность виброизоляции с модулем 3 ΔL, дБ | | | | | | |
| Эффективность виброизоляции с модулем 4 ΔL, дБ | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора

Локальная вибрация

| Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц | Нормативные значения по осям Хл, Yл, Zл | | | |
|---|---|---|---|---|
| | виброускорения | | виброскорости | |
| | м/ .с 2 | дБ | (м/с) 10 -2 | 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 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора

Общая вибрация, категория 3, тип «а»

| Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц | Нормативные значения в направлениях Хо, Yo | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | виброускорения | | | | виброскорости | | | |
| | м/ .с 2 | | дБ | | (м/с) 10 -2 | | дБ | |
| | в 1/3 окт. | в 1/1 окт. | в 1/3 окт. | в 1/1 окт. | в 1/3 окт. | в 1/1 окт. | в 1/3 окт. | в 1/1 окт. |
| 1,6<br>2,0<br>2,5 | 0,09<br>0,08<br>0,071 | 0,14 | 99<br>98<br>97 | 103 | 0,9<br>0,64<br>0,46 | 1,3 | 105<br>102<br>99 | 108 |
| 3,15<br>4,0<br>5,0 | 0,063<br>0,056<br>0,056 | 0,1 | 96<br>95<br>95 | 100 | 0,32<br>0,23<br>0,18 | 0,45 | 96<br>93<br>91 | 99 |
| 6,3<br>8,0<br>10,0 | 0,056<br>0,056<br>0,071 | 0,11 | 95<br>95<br>97 | 101 | 0,14<br>0,12<br>0,12 | 0,22 | 89<br>87<br>87 | 93 |
| 12,5<br>16,0<br>20,0 | 0,09<br>0,112<br>0,140 | 0,20 | 99<br>101<br>103 | 106 | 0,12<br>0,12<br>0,12 | 0,20 | 87<br>87<br>87 | 92 |
| 25,0<br>31,5<br>40,0 | 0,18<br>0,22<br>0,285 | 0,40 | 105<br>107<br>109 | 112 | 0,12<br>0,12<br>0,12 | 0,20 | 87<br>87<br>87 | 92 |
| 50,0<br>63,0<br>80,0 | 0,355<br>0,445<br>0,56 | 0,80 | 111<br>113<br>115 | 118 | 0,12<br>0,12<br>0,12 | 0,20 | 87<br>87<br>87 | 92 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора

Общая вибрация, категория 3, тип «в»

| Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц | Нормативные значения в направлениях Хо, Yo | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | виброускорения | | | | виброскорости | | | |
| | м/ .с 2 | | дБ | | (м/с) 10 -2 | | дБ | |
| | в 1/3 окт. | в 1/1 окт. | в 1/3 окт. | в 1/1 окт. | в 1/3 окт. | в 1/1 окт. | в 1/3 окт. | в 1/1 окт. |
| 1,6<br>2,0<br>2,5 | 0,015<br>0,012<br>0,01 | 0,02 | 82<br>81<br>80 | 86 | 0,13<br>0,09<br>0,063 | 0,18 | 88<br>85<br>82 | 91 |
| 3,15<br>4,0<br>5,0 | 0,009<br>0,008<br>0,008 | 0,014 | 79<br>78<br>78 | 83 | 0,045<br>0,032<br>0,025 | 0,063 | 79<br>76<br>74 | 82 |
| 6,3<br>8,0<br>10,0 | 0,008<br>0,008<br>0,01 | 0,014 | 78<br>78<br>80 | 83 | 0,02<br>0,016<br>0,016 | 0,032 | 72<br>70<br>70 | 75 |
| 12,5<br>16,0<br>20,0 | 0,015<br>0,016<br>0,02 | 0,028 | 82<br>84<br>86 | 89 | 0,016<br>0,016<br>0,016 | 0,028 | 70<br>70<br>70 | 75 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25,0<br>31,5<br>40,0 | 0,025<br>0,032<br>0,04 | 0,056 | 88<br>90<br>92 | 95 | 0,016<br>0,016<br>0,016 | 0,028 | 70<br>70<br>70 | 75 |
| 50,0<br>63,0<br>80,0 | 0,05<br>0,063<br>0,08 | 0,112 | 94<br>96<br>98 | 101 | 0,016<br>0,016<br>0,016 | 0,028 | 70<br>70<br>70 | 75 |

**2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 (2 часа).**

**Тема: «Исследование эффективности средств защиты от тепловых излучений»**

**2.7.1 Цель работы:** ознакомиться с мерами безопасности, краткими теоретическими сведениями и ходом выполнения лабораторной работы;

**2.7.2 Задачи работы:**

- произвести замеры интенсивности тепловых излучений с помощью актинометра;
- исследовать эффективность защиты различных экранов;

**2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Методические и справочные материалы

**2.7.4 Описание (ход) работы:**

Значительное влияние на микроклимат производственных помещений, имеющих нагретые или раскаленные поверхности, оказывает тепловое излучение. К таким помещениям относятся котельные, кузнечные и литейные производства, мартеновские и доменные печи, хлебопекарни, цеха консервных заводов и т. д.

Тепловыми (инфракрасными) излучениями называют невидимые тепловые лучи, распространяющиеся в пространстве в виде электромагнитных волн длиной от 0,76 до 100 мкм. При поглощении этих лучей телом человека возникает тепловое облучение, величина которого зависит от следующих факторов: длины волны; интенсивности, прерывности, угла падения потока излучений; площади облучаемой поверхности организма; защитных свойств одежды и температуры воздушной среды.

Наибольшей проникающей способностью обладают короткие инфракрасные лучи с длиной волны до 1,5 мкм. Эти лучи мало поглощаются кожным покровом и глубоко проникают в ткани организма. Длинные инфракрасные лучи поглощаются поверхностью кожи. При длительном повторяющемся облучении глаз происходит помутнение хрусталика (профессиональная катаракта). Инфракрасное излучение вызывает биохимические сдвиги – образуются специфические биологически активные вещества типа цистамина, хомина, повышается уровень фосфора и натрия в крови. Усиливается секреторная деятельность желудка, поджелудочной и слюнной желез. В центральной нервной системе развиваются тормозные процессы, уменьшается нервно-мышечная возбудимость, понижается общий обмен веществ.

Важнейшим фактором инфракрасного облучения организма является *интенсивность теплового излучения*, измеряемая в Вт/м$^2$ или в кал/(см$^2$×мин), (1 кал/(см$^2$×мин) = 700 Вт/м$^2$).

Измерение интенсивности теплового излучения производится актинометром. Принцип действия актинометра основан на использовании неодинаковой лучепоглощающей способности зачерненных и блестящих полосок алюминиевой пластинки, прикрепленной через электроизолятор к спаям термобатареи. В термобатарее возникает электрический ток, пропорциональный разности температур спаев и величине тепловой радиации. Величина тока измеряется гальванометром, шкала которого проградуирована в кал/(см$^2$×мин).

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работников от источников, нагретых до темного свечения (материалы, изделия и др.), должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 1.

Таблица 1

Допустимые величины интенсивности теплового облучения $P_н$ поверхности тела работающих от производственных источников, нагретых до темного свечения

| Облучаемая поверхность тела, % | Интенсивность теплового облучения, не более | |
|---|---|---|
| | кал/(см$^2$×мин) | Вт/м$^2$ |
| 50 и более | 0,05 | 35 |
| 25–50 | 0,1 | 70 |
| Не более 25 | 0,14 | 100 |

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих от источников излучения, нагретых до белого и красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и др.), не могут превышать 140 Вт/м$^2$. При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

В производственных помещениях, в которых допустимые величины показателей микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной нецелесообразности, условия микроклимата следует рассматривать как вредные и опасные.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата необходимо использовать следующие защитные мероприятия:

- устранение источника тепловыделений путем изменения технологии;
- механизацию и дистанционное управление процессом;
- теплоизоляцию горячих поверхностей;
- водяные и воздушные завесы;
- механическую вентиляцию, в том числе системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование (при интенсивности инфракрасного излучения свыше 350 Вт/м$^2$);
- спецодежду и другие средства индивидуальной защиты;
- регламентацию времени работы, в частности перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы;
- соблюдение питьевого режима.

Для теплоизоляции поверхностей применяют: пенобетон, кирпич, минеральную и стеклянную вату, асбест, войлок. Защитные от тепловых излучений экраны подразделяют на теплоотражающие (например, из листов алюминия с воздушной прослойкой), теплопоглощающие (металлические щиты, облицованные огнеупорным и теплоизоляционным кирпичом, вермикулитовыми или перлитовыми плитами), теплоотводящие (металлические конструкции, охлаждаемые водой). Для защиты от инфракрасных излучений используют спецодежду из сукна с накладками из асбеста, металлизированной ткани; термостойкие спецобувь и рукавицы, широкополые войлочные шляпы; очки со светофильтрами, спектральное поглощение которых соответствует спектру лучистого потока. Существуют также спецкомбинезоны, под которые подается воздух от сети сжатого воздуха.

### 2.2. Порядок выполнения работы

Ознакомиться с применяемой аппаратурой. Лабораторная установка состоит из рефлектора, который служит источником инфракрасных излучений; трех защитных металлических экранов: № 1 – с крупной сеткой; № 2 – с мелкой сеткой; № 3 – сплошного из фольги и актинометра.

При выполнении данной лабораторной работы для предотвращения травмирования и поломки оборудования необходимо соблюдать следующие правила и меры предосторожности:

- при работе возле рефлектора во избежание возгорания следить, чтобы одежда и волосы не касались его спирали;

- для предотвращения ожогов не прикасаться к спирали, корпусу рефлектора и нагретым экранам;

- в промежутках между замерами крышка актинометра должна быть закрыта (во время замеров открытая крышка предохраняет руку от ожогов);

- для избежания поломки актинометра нельзя дотрагиваться до его приемника;

- продолжительность каждого замера должна быть не более 2–3 с, так как при длительном нагреве температура спаев несколько выравнивается, и прибор будет давать искаженные показания.

Включить рефлектор в электрическую сеть, дать ему прогреться.

Измерить интенсивность теплового излучения на расстояниях 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70 см от источника излучений. При выполнении замеров актинометр необходимо устанавливать по горизонтальной оси рефлектора над соответствующим делением линейки. Плоскость приемника актинометра должна быть перпендикулярна лучистому потоку.

Аналогично измерить интенсивность теплового излучения на различных расстояниях с применением поочередно трех защитных экранов, предварительно прогрев их. результаты измерений занести в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерения и расчетов

| Расстояниеот источника излучения $\ell$, см | Интенсивность теплового излучения $P$, кал/(см$^2$×мин) | | | | Эффективность защиты экрана $\gamma$, % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_o$ без экрана | $P_x$ с экраном | | | № 1 | № 2 | № 3 |
| | | № 1 | № 2 | № 3 | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | |
| 70 | | | | | | | |

Выключить рефлектор и уложить актинометр в футляр.

Определить эффективность защиты экранов по формуле, %,

$$\gamma = \frac{P_o - P_x}{P_o} 100$$

где $P_o$ и $P_x$ – интенсивность излучения соответственно без защитного экрана и с применением экранов, кал/(см$^2$×мин).

полученные результаты занести в табл. 2.

По результатам выполненных исследований построить графические зависимости в следующих координатах: по вертикали – интенсивность теплового излучения, по горизонтали – расстояние от приемника актинометра до рефлектора. В указанных координатах построить зависимости для трех экранов и без них.

По заданному преподавателем типу нагретого источника и проценту облучаемой поверхности тела работника выбрать допустимую величину интенсивности теплового облучения $P_н$ в соответствии с табл. 1. Нанести на график линию $P = P_н$.

По результатам работы следует:

- определить наиболее эффективный экран;

- по построенному графику установить минимальное расстояние от источника тепла до рабочего места с допустимой интенсивностью инфракрасных излучений (для разных экранов и без них);

- для интенсивности тепловых излучений, превышающей допустимую величину, указать класс условий труда в соответствии с табл. 3 и предусмотреть комплекс защитных мероприятий.

Таблица 3

Классификация условий труда по интенсивности теплового излучения для производственных помещений

| Единица измерения | Класс | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | вредный | | | | опасный |
| | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 4 |
| Вт/м$^2$ | 1001-1500 | 1501-2000 | 2001-2500 | 2501-2800 | >2800 |
| кал/(см$^2$×мин) | 1,43-2,14 | 2,15-2,85 | 2,86-3,57 | 3,58-4 | >4 |

**2.9 Лабораторная работа № ЛР-9 (2 часа).**

**Тема: «Устройство и проверка изолирующих защитных средств используемых в электроустановках»**

**2.9.1 Цель работы:** ознакомиться с конструкцией, правилами использования изолирующих защитных средств, их осмотра.

**2.9.2 Задачи работы:**

1. Ознакомиться с методикой испытания их повышенным напряжением.

**2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Справочные материалы.
2. Табличные данные.

**2.9.4 Описание (ход) работы:**

1. Общие сведения

Знакомясь с конструкцией и применением изолирующих защитных средств , следует иметь в виду, что в электроустановках используют и другие защитные средства: защитные очки, предохранительные пояса, переносные заземляющие проводники из медного гибкого провода площадью сечения не менее 16 мм$^2$ с напаянными наконечниками или струбцинами. К электротехническим защитным средствам относят также плакаты и знаки безопасности. Все защитные средства могут быть индивидуальными (очки, диэлектрические перчатки) либо группового пользования (переносные заземляющие проводники).

Изолирующие защитные средства и указатели напряжения при приемке в эксплуатацию независимо от заводских испытаний испытывают повышенным напряжением переменного тока частотой 50 Гц. Затем это испытание периодически повторяют в следующие сроки: диэлектрические перчатки и изолирующие средства для ремонтов под напряжением испытывают раз в 6 месяцев, диэлектрические боты - раз в три года; изолирующие клещи для смены высоковольтных предохранителей и различные изолирующие штанги, кроме измерительных, раз в 2 года; измерительные штанги в сезон измерений - раз в 3 месяца, но не реже одного раза в год; диэлектрические галоши, указатели напряжения, токоизмерительные клещи и монтерский инструмент с изолирующими рукоятками - раз в год.

Для испытания инструмента с изолирующими рукоятками, а также изолирующих и токоизмерительных клещей в установках с номинальным напряжением до 1000 В принято повышенное напряжение 2 кВ, а для клещей, любых штанг и изолирующей части указателя напряжения в установках номинальным напряжением 1...35 кВ принято трехкратное линейное напряжение, но не менее 40 кВ.

Диэлектрические резиновые перчатки испытывают напряжением 6 кВ. Диэлектрические боты испытывают напряжением 15 кВ, галоши - 3,5 кВ. Изоляцию корпусов или соединительного провода, указателей напряжения для установок до 500 В, работающих на принципе протекания активных токов, испытывают напряжением 1 кВ.

При испытании бакелитовых штанг, клещей и держателя (изолирующей части) указателя напряжения на напряжение выше 1000 В испытательное напряжение выдерживают 5 мин, а при испытании указателей для установок напряжением до 500 В и всех диэлектрических резиновых защитных средств - 1 мин.

При испытании указателей напряжения до 1000 В и диэлектрических резиновых защитных средств обращают внимание на ток утечки через них. У однополюсных указателей ток через них не должен превышать 0,6 мА, а у двухполюсных - 4 мА. У исправной перчатки ток утечки должен быть не более 6 мА, у галоши - 2 мА, у бот - 7,5 мА (на штуку). Резиновые защитные средства признаются не выдержавшими испытаний не только при пробое или превышении током утечки допустимого значения, но и при резких колебаниях тока утечки.

Кроме испытаний повышенным напряжением, исправность индивидуальных изолирующих защитных средств, кроме ковриков и изолирующих подставок, следует проверять осмотром перед каждым использованием. Целость неоновой лампочки в указателях на напряжение выше 1000 В проверяют перед использованием путем прикосновения указателя к токоведущим частям, заведомо находящимся под соответствующим напряжением, а если их нет поблизости, то к свечам работающего автомобильного двигателя. Можно также воспользоваться мегаомметром, провода от которого присоединяют к крючку и к гайке, соединяющей указатель с держателем. Постоянное напряжение от мегаомметра пульсирует, и это обеспечивает свечение указателя, работающего от емкостного тока.

В отсутствии проколов или порезов в перчатке можно убедиться, скатывая ее в рулон от отверстия к пальцам поперек плоскости ненадутой перчатки. Надувшаяся перчатка не спускает воздух, если проколов нет.

При осмотре обращают внимание на целость защитного стекла вокруг неоновой лампочки в указателе высокого напряжения и на наличие или отсутствие трещин или продольных царапин на лаковом покрове бакелитовых штанг, клещей и указателя напряжения. Если суммарная длина этих царапин больше 20 % длины изолирующей части, то эту штангу, клещи или держатель надо сдать в ремонт во избежание проникновения влаги под лаковый слой и перекрытия по поверхности защитного средства во время его использования под напряжением.

Диэлектрические перчатки, боты и галоши для испытаний повышенным напряжением погружают в сосуд с обычной водопроводной водой, которую заливают и внутрь них. Уровень воды и снаружи и внутри должен не доходить на 5 см до краев бот или перчаток (для галош на 2 см), причем эти части перчатки должны быть сухими. Один электрод опускают в воду внутри перчатки, а второй - снаружи. На электроды подают испытательное напряжение и контролируют ток утечки.

При испытании инструмента с изолированными рукоятками его опускают в сосуд с водой ручками вниз так, чтобы над водой оставались сухими части изолированных ручек длиной приблизительно 1 см, напряжение подают на инструмент и на электрод, опущенный в воду. Пробой изоляции определяют по отключению автомата.

В учебной лаборатории испытания можно проводить не по типовой схеме, приведенной в учебнике, а по несколько измененной (рис. 14.1), причем в качестве источника напряжения служит аппарат для испытания трансформаторного масла АМИ-60 (обведен пунктиром) с небольшими переделками: в его заднюю стенку вставлен проходной

изолятор *E2* и через него выведен провод от одного из выводов повышающего трансформатора *TV*, средняя точка которого заземлена на корпус.

Ток утечки измеряют астатическим миллиамперметром на 25 мА, включенным между сосудом с водой, который изолирован от земли, и заземлением, к которому присоединена средняя точка вторичной обмотки испытательного трансформатора. Заземлено и сетчатое ограждение места испытаний.

Кроме общих правил безопасности, указанных в инструкции (прил. П-1), техника безопасности при испытании перчаток требует соблюдения следующих правил:

1) все операций при испытании выполнять в присутствии преподавателя;

2) для защиты от напряжения прикосновения в случае повреждения изоляции не разрешается касаться корпуса АМИ-60 или ограждения без диэлектрических перчаток, когда включен магнитный пускатель, подающий питание на АМИ-60, и горит сигнальная лампа на нем;

3) студентам запрещено входить внутрь ограждения, так как перчатка уже укреплена в испытательной установке и провода к ней присоединены.

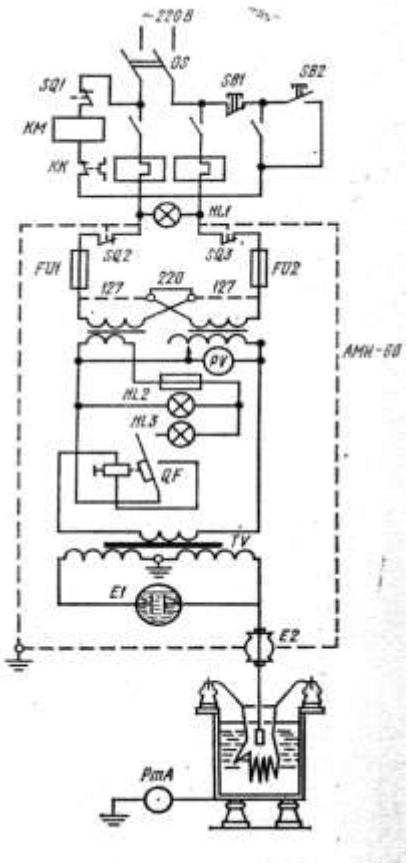



Рис. 1. Схема установки для учебного испытания изолирующих защитных средств повышенным напряжением:

TV - повышающий трансформатор в схеме АМИ-60; QF - автоматический выключатель; SB1 и SB2 - кнопки управления магнитным пускателем KM;

SQ1 - блок- контакт двери в ограждении; SQ2 и SQ3 - блок-контакты крышки сосуда с диэлектриком в схеме АМИ-60.

Для предотвращения подачи напряжения внутрь ограждения, когда там находятся люди, в цепь катушки магнитного пускателя включен блок-контакт SQ1 (рис. 14.1) двери в ограждении. Закрывать дверь при входе внутрь не разрешается.

В схеме АМИ-60 есть еще 2 блок-контакта SQ2 *и SQ3* крышки для вынимания сосуда с испытываемым маслом.

Для электрического испытания штанг, клещей и держателей указателя напряжения присоединяют один полюс испытательного трансформатора к металлической рабочей части штанги или к гайке держателя, а другой полюс - к границе захвата рукой, где для испытаний создается металлический контакт в виде проволочного кольца [10]. Испытуемое защитное средство бракуется, если будет пробито (это будет видно по снижению показаний киловольтметра, по отключению автомата) или, если будут замечены поверхностные разряды, перекрытия или обнаружен местный нагрев (сразу после отключения и заземления трансформатора штангу ощупывают рукой).

При испытании указателей напряжения на 1.. .35 кВ проверяют напряжение отчетливо видимого свечения лампочки, которое должно быть не более 25 % наименьшего

номинального напряжения установки, где указатель может применяться. При испытании указателя напряжения на 500 В (с двумя рукоятками) неоновая лампочка должна начать светиться при напряжении между щупами в этих рукоятках не более 90 В, а при соприкосновении одного щупа с фазой, находящейся под напряжением 500 В, когда другой щуп никуда не присоединен, свечения лампочки не должно быть. После испытания на каждый вид защитных средств, принадлежащих посторонней организации, составляют протокол по специальной форме (прил. ), а кроме того, все испытанные средства лаборатория регистрирует у себя в журналах по форме, приведенной в приложениях На каждом изолирующем защитном средстве, выдержавшем испытания, кроме инструмента с изолированными рукоятками, ставят штамп с указанием даты следующего испытания и наибольшего номинального напряжения установки, для которой пригодно это защитное средство, а также название испытательной лаборатории. Штамп должен быть нанесен несмываемой краской или наклеен выше границы захвата рукой. На забракованных защитных средствах все предыдущие штампы перечеркивают крест-накрест красной краской. Кроме указанного штампа, на каждом защитном средстве должен быть регистрационный номер в пределах данной электростанции или предприятия (защитные средства нумеруют по каждому виду отдельно).

У всех изолирующих защитных средств надо перед употреблением стереть пыль сухой тряпкой и проверить по штампу испытательной лаборатории, допущено ли оно к использованию при данном напряжении и не прошел ли срок до очередных испытаний повышенным напряжением. Если прошел, пользоваться защитным средством запрещается.

**2. Порядок выполнения работы**

2.1. Ознакомиться с устройством и практическим использованием штанг, указателей напряжения и других защитных средств, а также с проверкой их исправности осмотром.

2.2.Изучить сроки и нормы испытания изолирующих средств повышенным напряжением.

2.3. Изучить устройство установки для испытания повышенным напряжением защитных средств из диэлектрической резины.

2.4. Испытать на установке диэлектрические перчатки.

2.5. Зарегистрировать результаты испытаний.

*Содержание отчета.* Схема испытательной установки; результаты испытания диэлектрического защитного средства.

**2.10 Лабораторная работа № ЛР-10 (2 часа).**

**Тема: «Проверка измерениями и расчет эффективности действия зануления»**

**2.10.1 Цель работы:** освоить методы расчета зануления.

**2.10.2 Задачи работы:**

1. Освоить методы проверки эффективности действия зануления путем измерений полного сопротивления цепи, состоящей из фазного и нулевого проводов (петли «фаза - нуль»).

**2.10.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Справочные материалы.
2. Табличные данные.

**2.10.4 Описание (ход) работы:**

***1. Общие сведения***

Занулением называется преднамеренное гальваническое соединение металлических частей электроустановок, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтральной точкой трехфазного генератора или трансфортатора, а в сетях однофазного или

постоянного тока - с заземленной точкой источника тока. Эта точка обычно называется нулевой. Как правило, разрешается занулять оборудование, например корпуса электродвигателей, путем присоединения к нулевому рабочему проводу сети, который используется для питания однофазных электроприемников. Тогда он одновременно является нулевым защитным проводником.

При повреждении изоляции внутри электрооборудования и замыкании на зануленный корпус фазного проводника получается металлическое однофазное короткое замыкание с большим аварийным током, который вызывает достаточно быстрое срабатывание защиты поврежденного электроприемника или участка электропроводки. До отключения значительно снижается напряжение на поврежденном оборудовании, благодаря его металлическому соединению с заземленной нейтральной точкой, а также повторным и грозозащитным заземлениям нулевого провода.

Расчет зануления, то есть расчетную проверку эффективности его действия, выполняют при проектировании новой установки или ее реконструкции (присоединение новых линий, удлинение старых, присоединение дополнительных электроприемников к существующим линиям). Проверку путем измерений выполняют перед вводом в эксплуатацию новой или реконструированной установки, а также при капитальных ремонтах электроприемников или участков сети, которая их питает, но не реже одного раза в 5 лет.

Как расчетная, так и опытная проверка зануления сводятся к проверке, обеспечивается ли надежное и достаточно быстрое отключение защитой от однофазных коротких замыканий данного участка проводки, воздушной линии или отдельного электроприемника при металлическом коротком замыкании одной фазы на зануленные части в конце защищаемого участка.

О надежности и быстроте срабатывания защиты от однофазных коротких замыканий как составной части защитного мероприятия - зануления, судят по отношению тока металлического однофазного короткого замыкания в конце рассматриваемого участка проводки Iк(1) к току, характеризующему защиту этого участка, например к номинальному току плавкой вставки предохранителя Iв или теплового расцепителя установочного автоматического выключателя Iн.т.р. Согласно ПУЭ, в обычных помещениях или на открытом воздухе должны быть соблюдены соотношения: Iк(1)/Iв≥3 или Iк(1)/Iн.т.р≥3. Для автоматов с часовыми механизмами у расцепителей или с комбинированными расцепителями (и тепловой и электромагнитный мгновенного действия) требования те же, что и при тепловом расцепителе, а для автоматов только с мгновенными расцепителями, имеющими ток срабатывания Iср, должно быть обеспечено условие Iк(1)/Iср≥1,4 при номинальном токе автомата в целом до 100 А или Iк(1)/Iср≥ 1,25 при большем номинальном токе. Для проверки этих соотношений ток короткого замыкания вычисляют по формуле

$$I_к = \frac{U_{н.ф}}{Z_{ф.н} + Z_T^{(1)}/3}$$

Здесь Uн.ф - номинальное фазное напряжение сети (в сельских условиях 220 В); Zф.н - сопротивление цепи проводов «фаза - нуль», для проводов из цветного металла

$$z_{ф.н} = \sum_{i=1}^{m} \sqrt{l_i \left| R_{iф.у} + R_{iн.у} \right|^2 + r_к^2 + \left| X_{in.у} l_i \right|^2}$$

li - длина i-го участка линии, км; Ri.ф.у и Ri.н.у - активные удельные сопротивления соответственно фазного и нулевого проводов на i-м участке, Ом/км; Xi п.у - индуктивное удельное сопротивление цепи (петли) «фаза - нуль» на i-м участке, Ом/км; его можно принимать приближенно равным 0,6 Ом/км для воздушных линий, 0,5 Ом/км для проводки на изоляторах (на якорях) внутри помещений, 0,4 Ом/км для проводки на роликах (каждая фаза на отдельном ряду роликов), 0,15 Ом/км для проводки в трубах и кабелей; rк - суммарное сопротивление контактов в линии, зависящее от ее длины:

| длина ВЛ, м | 200 | 200...500 | Более 500 |
|---|---|---|---|

значение rл Ом 0,02 0,025 0,03

ZT(1)/3 - сопротивление фазы питающего трансформатора. (или генератора) току однофазного короткого замыкания, которое определяют по таблицам или для трехфазных трансформаторов по приближенным формулам, зависящим от схемы соединений; для схемы «звезда-звезда с нулем» ZT(1>/3=26/Se.t, для схемы «звезда- зигзаг с нулем» Zt(1)/3=7,5/Sh.t; Sh.t - номинальная мощность трансформатора, кВА.

Если в качестве нулевого проводника используется одна из жил кабеля или его алюминиевая оболочка, то в четырехпроводной сети можно принимать Xin.y=0. Для воздушных линий, особенно при разных площадях сечения фазных и нулевого проводов, иногда принимают Xin.y приблизительно равным сумме удельных значений индуктивных сопротивлений при трехфазном режиме, то есть сопротивлений прямой последовательности для фазного и нулевого проводов отдельно: Xi п.у = Xi ф.у+ X i ф.н.

При экспериментальной проверке значение Zф.н измеряют, а все остальные элементы проверки остаются теми же, что и при проектировании. Выпускается прибор для измерения сопротивления петли «фаза - нуль: типа М-417, а при его отсутствии можно использовать метод амперметра и вольтметра или метод ЮВэнергочермета.

Принципиальная электрическая схема соединений для измерения по методу амперметра и вольтметра показана на рисунке 1. Источник питания сети в рабочей схеме - силовой трансформатор TV1 на время измерений должен быть отключен от сети автоматом QF. Значение ZT(1)/3 измеряют отдельно, принимают по таблицам или рассчитывают. Схема измерений питается о вспомогательного понижающего трансформатора TV 2, например, сварочного. Его первичная обмотка может питаться от зажимов вторичной обмотки трансформатора TV1 до автомата. Если в лаборатории в качестве TV1 Применен трансформатор 380/38 В, то TV2 можно питать от напряжения сети (220 В). У электроприемника, зануление которого проверяется, например у электродвигателя М, на время измерений должна быть замкнута на корпус фаза, на которую включена вторичная обмотка TV2, а индивидуальный выключатель этого электроприемника (контактор КМ или рубильник QS) должен быть включен. Измерения делают по очереди для всех трех фаз. На рисунке 18.1 показан путь тока при измерении ZФ.Н для фазы С.

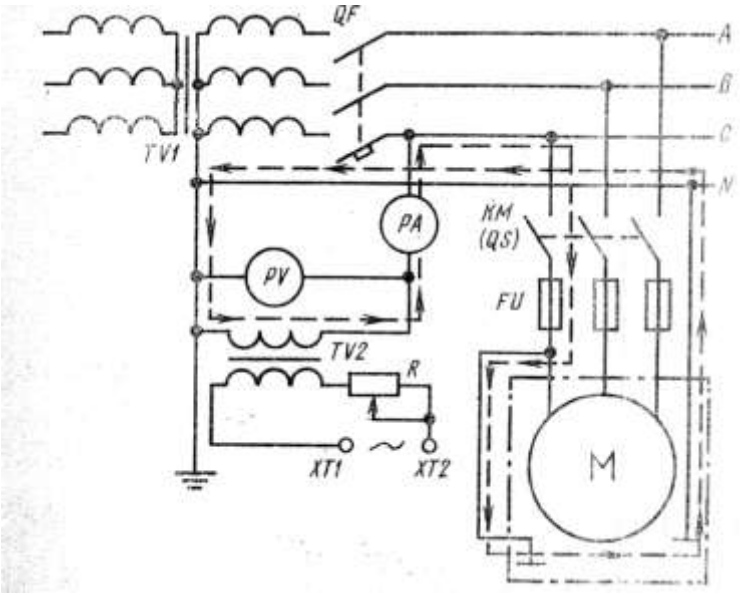



Рис. 1. Схема измерения сопротивления петли проводников «фаза - нуль» по методу амперметра и вольтметра

Установив реостатом R ток по амперметру PA, максимальное допустимое значение которого укажет преподаватель, записывают показания вольтметра PV и амперметра PA, а затем определяют значение Zф.Н=U/ 1.

Метод ЮВэнергочермета рассмотрен в учебнике .

Специальный прибор для измерения Zф.н в сети напряжением 380/220 В типа М-417 измеряет падение напряжения на известном активном сопротивлении резистора, находящегося в приборе. Это падение напряжения представляет собой разность между фазным; напряжением и падением напряжения в цепи из фазного и нулевого проводников, то есть при неизменных значениях активного сопротивления в приборе и фазного напряжения падение напряжения на резисторе в приборе зависит от сопротивления цепи «фаза - нуль» Zф.Н. Поэтому стрелочный прибор можно проградуировать в омах.

Перед измерением прибор калибруют, чтобы учесть возможные колебания напряжения сети. Это позволяет не опасаться таких колебаний из-за изменения рабочего режима (потребляемого тока) электроприемника М, то есть не отключать нагрузку во время измерений в отличие от методов амперметра и вольтметра и ЮВэнергочермета. На передней панели прибора расположены зажимы, присоединяемые к фазе и зачищенному от краски месту на корпусе электроприемника, до которого проверяют зануление. Для этого к прибору прилагаются провода с пружинными зажимами на концах. На время присоединения к фазе напряжение с нее должно быть снято. При проверке зануления до зануляющего гнезда штепсельной розетки (как в лаборатории) можно применять соединительные провода со штепсельной вилкой на конце. После присоединения прибора загорается сигнальная лампа «Z≠∞», свидетельствующая о целости нулевого и фазного проводников. Затем вращают рукоятку «Калибровка» против часовой стрелки до упора и нажимают кнопку «Проверка калибровки». Рукояткой «Калибровка» добиваются установки стрелки на нуль шкалы, отпускают кнопку «Проверка калибровки» и нажимают кнопку «Измерение», считывая показания прибора. Если оно оказывается более 2 Ом, что возможно при слишком большом сопротивлении защитного нулевого проводника, измерительная цепь прибора автоматически отключается от корпуса электроприемника, на который при таком значении Zф.h могло бы попадать напряжение более 65 В, опасное для рабочего, эксплуатирующего этот электроприемник в момент измерения. Загорается сигнальная лампа «Z>2 Ом». Электрическая схема прибора и объяснение ее работы приведены в учебнике.

Когда необходимые по ПУЭ минимальные значения отношения Iк/I не обеспечиваются, можно добиться эффективности зануления различными путями .

Пример 18.1. Определить, будет ли эффективно действовать зануление в конце воздушной линии, состоящей из двух участков длиной l1 = 200 м и l2=180 м, выполненных алюминиевыми проводами 4хАп35 и Ап25 соответственно и защищенной на ТП установочным автоматом А3134 с номинальным током катушки комбинированного расцепителя Iн.р=120 А. Трансформатор на ТП 10/04 кВ мощностью SH.T=100 кВ·А со схемой соединений «звезда - зигзаг с нулем».

Решение. Находим по справочнику удельные омические сопротивления алюминиевых проводов постоянному току, которые можно приравнять активным удельным сопротивлениям при переменном токе промышленной частоты для Ап35 и Ап25 соответственно: Rф.у=Rн.у = 0,83 Ом/км и 1,14 Ом/км. rк=0,025 Ом, так как общая длина линии 200+180=380 м, то есть менее 500 м. rт~rк2~0,025/2= 0,0125 Ом.

Сопротивление трансформатора ZT(1>/3=7,5/100 = 0,075 Ом. Сопротивление петли проводов «фазный - нулевой» на первом уча стке

$$z_{П1} = \sqrt{l_1 \left(R_{1ф.у} + R_{1н.у}\right)^2 + r_{к1}^2 + l_1 X_{1п.у}^2} =$$

$$\sqrt{0{,}2\,(0{,}83 + 0{,}83)^2 + 0{,}0125^2 + (0{,}2 \cdot 0{,}6)^2} = 0{,}365 Ом$$

На втором участке

$$z_{П1} = \sqrt{(0{,}18 \cdot 1{,}14 \cdot 2 + 0{,}0125)^2 + (0{,}18 \cdot 0{,}6)^2} = 0{,}44 Ом$$

Ток короткого замыкания Iк(1), = Uф.н/(Zп1 + ZП2+Zт(1)/3) = 220/(0,365+0,44 + 0,075) =250 А. Ik(1)/Iн.р = 250/120=2,08<3. Зануление не эффективно.

Для многократного определения Zn (при дипломном проектировании) можно пользоваться программируемым микрокалькулятором.

Пример 18.2. От конечной точки первого участка линии, рассмотренной в предыдущем примере, питается производственный объект, внутри которого имеются два участка проводки, из которых один (второй от ТП длиной l2=50 м) выполнен четырехжильным кабелем с алюминиевыми жилами 3хА25+АхА16, а другой (третий от ТП) длиной l3=30 м - четырьмя проводами АПР16 на роликах. Последний участок защищен автоматом А3114/1 с Iн.р=40 А. Данные питающего трансформатора и первого участка линии (кроме значения rKi) те же, что в предыдущем примере. Проверить, эффективно ли зануление при коротком замыкании в конце третьего участка.

Решение. Находим по справочнику для алюминиевой жилы провода или кабеля площадью сечения 16 мм2 Ry=1,8 Ом/км, а при площади сечения 25 мм2 Ry = 1,14 Ом/км, rk1 = 0,025/3= = 0,008 Ом.

Определяем Zn по участкам:

$$z_{П1} = \sqrt{0{,}2\ 0{,}83\cdot 2 + 0{,}008^2 + 0{,}2\cdot 0{,}6^2} = 0{,}380 Ом$$

$$z_{П1} = \sqrt{0{,}05\ 1{,}14 + 1{,}8^2 + 0{,}008^2 + 0{,}05\cdot 0^2} = 0{,}155 Ом$$

$$z_{П1} = \sqrt{0{,}03\cdot 1{,}8\cdot 2 + 0{,}008^2 + 0{,}03\cdot 0{,}4^2} = 0{,}117 Ом$$

$$I_k^{(1)} = 220/\ 0{,}380 + 0{,}155 + 0{,}117 + 0{,}075 = 311\ A$$

$I_k^{(1)} / I_{н.р} = 311/40 = 7{,}77 \succ 3$ Зануление эффективно.

***2. Порядок выполнения работы.***

2.1. Проверить эффективность работы зануления путем измерения сопротивления цепи «фаза - нуль» по методу амперметра и вольтметра на модели сети напряжением 380/220 В.

2.2. Выполнить такую же проверку измерениями по методу ЮВэнергочермет на той же модели.

2.3 Измерить сопротивление петли «фаза - нуль» от подстанции, питающей институт, до одной из штепсельных розеток при помощи прибора М-417.

2.4. Рассчитать зануление для заданного варианта исходных данных Собрать схему для измерения сопротивления цепи «фазный - нулевой провод» по методу амперметра и вольтметра для фазы А, установить реостатом R ток, не превышающий указанного преподавателем значения, и записать показания и вычисления в таблицу 18.1.

2.5.Повторить измерения для фаз В и С. При этом использовать приборы и значения Zt(1)/3, которые укажет преподаватель, а кратности Iк(1)/Iн.Р вычислить для двух случаев: IН.Р1 = 6А и IН.Р2=60А. Сделать заключение об эффективности зануления в каждом из них.

2.6. Собрать схему для измерения сопротивления цепи «фаза - нуль» по методу ЮВэнергочермета и, выполнив действия, указанные в учебнике при описании метода, записать показания приборов и вычисления в таблицу 2.

Таблица 1 - Результаты измерений и вычислений для метода амперметра и вольтметра

| Фаза | U, В | I, А | Zф.н, Ом | Zф.н+Zт(1)/3 | Ik(1), А | Ik(1)/Iн.р | Ik(1)/Iн.р2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| А | | | | | | | |
| В | | | | | | | |
| С | | | | | | | |

Таблица 2. - Результаты измерений и вычислений для метода Ю Вэнергочермета

| Фаза | Uф, В | UR, В | IR, А | UL, В | IL, А | ΔUR | ΔUL | ΣR, Ом | ΣX, Ом | Zф.н+Zт(1)/3 | Ik(1), А | Ik(1)/Iн.р |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | | | | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | | | | |

2.7. Сделать заключение об эффективном зануления при Iн.Р = 6 А и 60 А.

2.8. Измерить прибором М-417 сопротивление Zф.н+Zт(1)/3 до одной из штепсельных розеток в лаборатории, вычислить Iк (при Uф = 220 В) и наибольшее допустимое значение IНр, при котором обеспечивается условие Ik(1)/Iн.р ≥3

2.9. Выполнить расчет зануления для своего варианта исходных данных по таблице 18.3. При этом можно вое пользоваться программируемым калькулятором в соответствии с приложением П-19. Сделать вывод об эффективности зануления в заданном случае.

Содержание отчета. Схемы измерений, по рисунку 18.1 и по методу ЮВэнергочермета, результаты измерений по этим методам и прибором М-417, таблицы 18.1 и 18.2 с результатами вычислений, вычисления к результату измерения прибором М-417 и заключение об эффективности или неэффективности зануления для всех рассмотренных случаев; расчет зануления для своего варианта исходных данных и заключение об эффективности зануления при заданных условиях.

Таблица 3. - Варианты исходных данных к расчету зануления

| Номера вариантов | Схема соединений питающего трансформатора (с нулем у вторичной обмотки во всех вариантах) | Номинальная мощность трансформатора $S_{н.т}$, кВ·А | Длины участков линии до точки к. з., км | | | Удельные сопротивления проводов по участкам, Ом/км | | | | | | Номинальный ток расцепителя $I_{н.р}$, А | Автомат расположен в начале участка № |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | активные (фазного и нулевого) | | | реактивные (петли) | | | | |
| | | | $l_1$ | $l_2$ | $l_3$ | $R_{ф.у1}=R_{н.у1}$ | $R_{ф.у2}=R_{н.у2}$ | $R_{ф.у3}=R_{н.у3}$ | $X_{п.у1}$ | $X_{п.у2}$ | $X_{п.у3}$ | | |
| 1 | Звезда — звезда | 100 | 0,35 | 0 | 0 | 0,576 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 100 | 1 |
| 2 | Звезда — зигзаг | 60 | 0,15 | 0,20 | 0 | 1,14 | 1,80 | 0 | 0,6 | 0,6 | 0 | 80 | 1 |
| 3 | Звезда — зигзаг | 2×100 | 0,25 | 0,05 | 0 | 0,412 | 1,80 | 0 | 0,6 | 0,5 | 0 | 60 | 1 |
| 4 | Звезда — зигзаг | 160 | 0,15 | 0,08 | 0,004 | 0,576 | 1,14 | 1,8 | 0 | 0 | 0,15 | 80 | 3 |
| 5 | Звезда — звезда | 250 | 0,2 | 0,4 | 0 | 0,412 | 0,83 | 0 | 0,6 | 0,6 | 0 | 50 | 1 |
| 6 | Звезда — зигзаг | 40 | 0,1 | 0,1 | 0,088 | 0,83 | 1,14 | 1,8 | 0,6 | 0 | 0,15 | 30 | 3 |

## 2.11 Лабораторная работа № ЛР-11 (2 часа).

**Тема: «Исследование эффективности методов и средств защиты от электромагниных излучений»**

**2.11.1 Цель работы:** изучить влияние воздушных линий электропередач на окружающую среду.

**2.11.2 Задачи работы**:

1. Рассчитать напряжённость электрического поля и шум, создаваемые воздушными линиями электропередач.
2. Определить допустимые значения.

**2.11.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Справочные материалы.
2. Табличные данные.

**2.11.4 Описание (ход) работы:**

1. Общие сведения

Влияние воздушных линий электропередач на окружающую среду

Высокие темпы электрофикации страны приводят к быстрому росту протяжённости воздушных линий электропередач и повышению их номинальных напряжений – 220 кВ, 330 кВ, 500 кВ, 750 кВ.

По характеру воздействия на окружающую среду влияние высоковольтных линий (ВЛ) можно разделить на механическое и электромагнитное, необходимо также учитывать химическое загрязнение воздуха продуктами, возникающими при коронных разрядах, радио и телевизионные помехи, шум.

Просеки, подъездные пути, опоры ВЛ оказывают влияние на функционирование элементов экологических систем, изменяя ландшафтные, микроклиматические условия. Просека шириной более 200 м нередко становится непреодолимым препятствием для перемещения животных. В период миграции на просеках кормятся и отдыхают большие скопления птиц, но в местах массового перелета воздушные линии могут служить механической преградой.

Сооружение линий электропередач связано с отчуждением земель, что сказывается на сельском хозяйстве. Неупорядоченное расположение ВЛ нарушает целостность полей и кормовых угодий. Создаются помехи для обработки полей с воздуха, ограничивается применение агротехники. Воздушные линии проходят также и через лесные массивы, ценность которых определяется запасами древесины, лекарственных растений, охотопромысловых животных, ягод, грибов.

Основным специфическим фактором влияния ВЛ на окружающую среду является электромагнитное поле ( ЭМП ). Воздействие ЭМП на почву зависит от концентрации соединений железа и гумуса в самой почве. Электрическое поле вызывает поляризацию и структурную перестройку элементов почвы, влияет на процесс почвообразования. ЭМП может оказывать стимулирующее действие на интенсивность роста зелёных растений на начальной стадии развития, затем действие ЭМП становится угнетающим.

Протяжённость ВЛ велика, и почти каждая из них пересекает ряд крупных и мелких рек и озёр. ЭМП оказывает отпугивающее действие на рыб, создавая электромагнитные плотины на пути миграции рыб и препятствуя нерестовому ходу.

При длительном пребывании человека в ЭМП (Е 10 кв/м) могут возникнуть неблагоприятные физиологические изменения, связанные с воздействием на нервную и сердечно-сосудистую систему ( изменения давления, пульса, аритмия и т.д. ). Эти явления исчезают через некоторое время после прекращения воздействия ЭМП.

Разработанные нормы, ограничивающие напряжённость электрического поля под воздушными линиями, приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Допустимая напряжённость электрического поля под ВЛ

| Вид местности | Допустимая напряженность, кв/м |
|---|---|
| Труднодоступная местность (болота, горы ) | 20 |
| Ненаселённая местность | 15 |
| Пересечения с дорогами | 10 |
| Населённая местность | 5 |
| Жилые дома | 1,5 |

Таблица 2 - Расстояния от крайних проводов ВЛ до ближайших зданий (санитарно - охранная зона)

| Напряжение, кВ | Санитарно – охранная зона, м |
|---|---|
| 220 | 25 |
| 330 | 30 |
| 500 | 30 |
| 750 | 40 |

Шум ВЛ вызывается коронным разрядом на проводах. Провода выбирают таким образом, чтобы напряжённость на поверхности провода не превосходила начальной напряжённости коронного разряда. Однако неровности на поверхности провода из-за механических повреждений (заусенцы, царапины), загрязнения (капли смазки, твёрдые частицы), осадки (капли дождя, росы, снега, и т.д.) приводят к местному увеличению напряжённости электрического поля. В результате коронный разряд возникает на проводах ВЛ при напряжении меньшем, чем напряжение самостоятельного разряда на чистых неповреждённых проводах. Поэтому шум воздушных линий можно слышать и в хорошую погоду, но особенно он усиливается при дожде.

2. Методика расчета

2.1 Расчет электрического поля воздушных линий

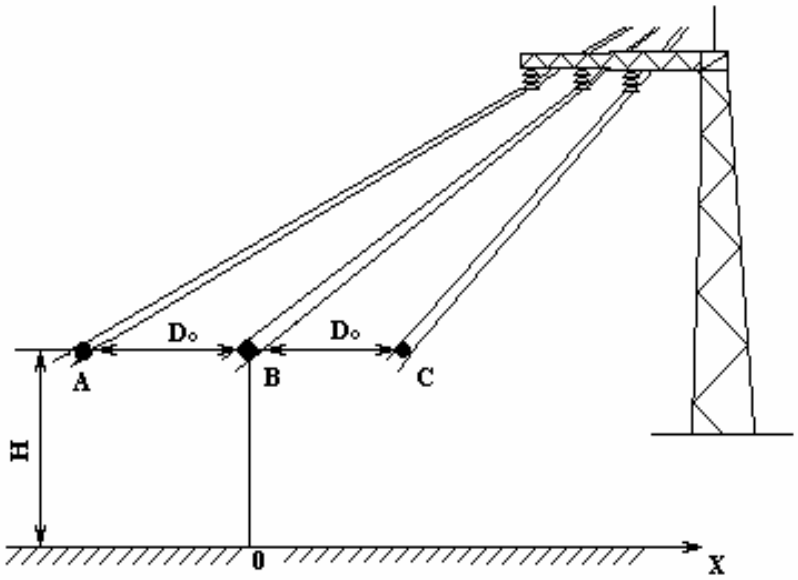



Рис.1 Расчётная схема электрического поля воздушных линий, где А, В, С – провода воздушной линии соответственно фаз А, В, С.

Напряжённость электрического поля, создаваемого воздушными линиями на поверхности земли ( рис.1 ) определяется по формуле 1:

$$E = \frac{C*U}{2*\sqrt{3}*\pi*\varepsilon_o} * \left[ \frac{2*H}{\sqrt{X - D_o^2 + H^2}} - \frac{H}{\sqrt{X^2 + H^2}} - \frac{H}{\sqrt{X + D_o^2 + H^2}} \right] \quad (1)$$

E – напряжённость электрического поля, кв/м,
C – ёмкость единицы длины линии, ф/м,
U – номинальное напряжение, кв,
$\varepsilon_o = 8{,}85 * 10^{-12}$ кл*н/м
H – высота подвеса провода, м,
$D_o$ - расстояние между проводами, м,
X – расстояние до расчётной точки, м.
Ёмкость единицы длины определяется по формуле:

$$C = \frac{24 * 10^{-12}}{\lg\left(\frac{2 * D_o}{d}\right)} \quad (2)$$

d – диаметр провода, м.
2.2 Расчёт шума воздушных линий
Допустимый уровень шума на территории, непосредственно прилегающей к жилым домам, составляет 45 дБА (СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки).
Уровень звука на расстояние 100 м от крайней фазы в зависимости от напряжения поля на проводах определяется по формуле:

$$L = 20 + 0{,}0111 * E_{max} + 900 * r + 15 * \lg n - 20 * \lg B \quad (3)$$

L – уровень звука, дБА,
Emax - действующее значение максимальной напряжённости на поверхности провода, кв/м,
r – радиус провода, м,
n – число проводов в фазе,
B – расстояние от крайней фазы, (B=100м).
Максимальная напряжённость на поверхности провода определяется по формуле:

$$E_{max} = \frac{C * U}{2 * \sqrt{3} * \pi * \varepsilon_o * r} \quad (4)$$

3.Порядок выполнения работы
3.1 Рассчитать для заданного варианта напряжённость электрического поля, создаваемого воздушной линией электропередач в точках с координатами X=0, 10, 20, 30, 40, 50м. Сравнить полученные значения с допустимыми величинами (таблица 1).
Определить в какой местности можно продолжить данную линию электропередач. Построить график E=f(x).
3.2 Рассчитать шум на расстоянии 100 м от крайней фазы воздушной линии.
Сделать вывод о возможности прокладки ВЛ вблизи жилых зданий, для которых допустимый уровень шума составляет 45 дБА (СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.)
3.3. Оформить отчет и сдать преподавателю.

**2.12 Лабораторная работа №12 ( 2 часа).**

**Тема: «Расчет и проектирование искусственного освещения производственных помещений»**

**2.**12.1 Цель работы: Изучить методику расчета электрического освещения производственных и служебных помещений

2.12.2 Задачи работы:

1. Произвести расчет электрического освещения производственных и служебных помещений

**2.12.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Справочные материалы.
2. Табличные данные.

**2.12.4 Описание (ход) работы:**

В настоящее время 90 % информации человек получает с помощью органов зрения. Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы, производительность, качество труда и безопасность в производственных условиях в значительной мере зависят от условий освещения. Нерациональное освещение на рабочем месте в цехе, в лаборатории, помещении ВЦ, офисе, дома при чтении приводит к повышенной утомляемости, снижению работоспособности, перенапряжению органов зрения и снижению его остроты.

По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть двух систем: *общее* – осуществляемое расположением светильников на потолке помещения; *комбинированное* – совокупность общего освещения и местных светильников, расположенных непосредственно на рабочих местах. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается.

В качестве источников света в настоящее время применяются электрические лампы накаливания и газоразрядные лампы.

*Лампы накаливания* (рис. 1) относятся к источникам света теплового излучения. Они удобны в эксплуатации, легко монтируются, дешевы, работают в широком диапазоне температур окружающей среды, но обладают низкой световой отдачей *10-20 лм*/*Вт* (при идеальных условиях *1Вт* соответствует *683 лм*), сравнительно небольшим сроком службы до *2500 ч*; их спектральный состав сильно отличается от естественного света, нарушается правильная светопередача.

*Газоразрядные лампы* (рис. 2) – это приборы, в которых излучение света возникает в результате электрического разряда в атмосфере паров металлов (ртуть, натрий), галогенов (йод, фтор) и инертных газов, а также явления люминесценции. Наиболее широкое применение для целей освещения помещений и открытых площадок получили люминесцентные; ксеноновые лампы в форме светящихся трубок, а также лампы ДРЛ (дуговые, ртутные, люминесцентные) и натриевые, по форме напоминающие вытянутые лампы накаливания.

Основные преимущества газоразрядных ламп: высокая светоотдача (ДРЛ – до *65 лм*/*Вт*, люминесцентные – до *90 лм*/*Вт*, ксеноновые и натриевые – до *110 - 200 лм*/*Вт*); большой срок службы *5000 - 20 000 ч*, близкий к естественному, солнечному спектру вид излучения. К недостаткам газоразрядных ламп следует отнести наличие вредных для биосферы и человека паров ртути и натрия при их разгерметизации, радиопомехи; сложную и дорогостоящую пускорегулирующую аппаратуру, включающую в некоторых случаях стартер, дроссели, конденсаторы; длительный период выхода отдельных типов ламп на номинальный режим (для ламп ДРЛ 3 – 5 минут), невозможность быстрого вторичного включения лампы при кратковременном отключении питающего напряжения.

Основным существенным недостатком всех газоразрядных ламп является пульсация светового потока, т.е. непостоянство во времени, излучение света, вызванное переменным током в питающей сети и малой инерционностью процессов, сопровождающих работу этих ламп.

Электропромышленность изготавливает ЛЛ, отличающиеся цветностью излучения светового потока: белого света (ЛБ), холодно-белого света (ЛХБ), тепло-белого света (ЛТБ), дневного света (ЛД). Для высококачественной цветопередачи выпускают лампы с маркировкой Ц: ЛДЦ, ЛТБЦ, ЛХБЦ или ЛЕЦ. Их применяют тогда, когда при искусственном освещении требуется точное различение цветов и оттенков.

Для зажигания ЛЛ и нормальной работы требуется стартер (зажигатель), дроссель, конденсаторы:

– стартер служит для автоматического включения и выключения предварительного накала электродов и представляет собой тепловое реле;

– дроссель облегчает зажигание лампы, ограничивает ток и обеспечивает ее устойчивую работу.

– для повышения коэффициента мощности в схеме ЛЛ предусматривается конденсатор.

Для оценки искусственного освещения в соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП) предусмотрены светотехнические параметры количественного и качественного характера.

*Рис. 1. Некоторые типы светильников:*
*а — лампы накаливания; б — люминесцентные лампы*

*К количественным параметрам* относится освещенность *Е* в люксах (*лк*) на рабочем месте, которая легко рассчитывается или измеряется с помощью люксметра.

*К качественным параметрам* относится коэффициент пульсации *КП* в %, измеряемый с помощью прибора пульсометра. Эти параметры для действующих осветительных установок должны соответствовать значениям, указанным в нормах.

Принято раздельное нормирование параметров освещения в зависимости от применяемых источников света и системы освещения. Величина параметров устанавливается согласно характеру зрительной работы, который зависит от размеров объектов различения, характеристики фона и контраста объекта с фоном.

*Объект различения* в *мм* – размер наименьшего элемента, который необходимо увидеть в процессе работы (точка на экране ПЭВМ, самая тонкая линия на чертеже или приборной шкале и т.п.).

*Фон* – поверхность, на которой рассматривается объект различения, характеризуется коэффициентом отражения $\rho$. При $\rho$ менее *0,2* фон считается темным, от *0,2* до *0,4* – средним и более *0,4* – светлым.

*Контраст объекта с фоном* – характеризует соотношение яркости рассматриваемого объекта и фона. При слабом различении объекта на фоне контраст считается малым, объект заметен на фоне – средним; четко различается на фоне – большим.

При выборе нормируемой освещенности размер объекта различения регламентирует выбор зрительного разряда от *1* до *7* в таблице норм (в данной лабораторной работе применяем разряды от *1* до *3*), которая содержит минимально допустимые значения освещенности на рабочих местах при использовании газоразрядных ламп.

При проектировании осветительных установок стремятся обеспечить требования норм при минимальных затратах электроэнергии с сохранением равномерного распределения яркостей в поле зрения, исключающих слепящее действие самих ламп. Для этого применяют светильники с рассеивающими экранами, матовыми стеклами, что приводит к частичной потере световой энергии (на *10 – 15%).*

По конструкции различают светильники прямого света, концентрирующие световой поток в нижнюю полусферу с помощью белого или зеркального отражателя; рассеянного

света (при равномерном распределении света в пространстве) и отраженного света (световой поток направлен в верхнюю полусферу).

Светлая окраска потолка, стен, мебели, оборудования способствует увеличению освещенности на рабочих местах за счет лучшего отражения и созданию более равномерного распределения яркостей в поле зрения.

Рациональное освещение должно быть спроектировано в соответствии с нормами, приведенными в СНиП 23-05-95 [26], а также рекомендациями, изложенными в литературе.

Задачей светотехнического расчета является определение светотехнических параметров осветительной остановки, необходимых для обеспечения нормируемых характеристик освещения. Обеспечение нормируемой освещенности осуществляется путем выбора количества источников света (кол-во светильников), необходимых для создания требуемого уровня освещенности.

Существуют три метода расчета освещенности: метод коэффициента использования, метод расчета по удельной мощности и точечный метод.

*Метод коэффициента использования* $K_u$ применяют при равномерном размещении светильников по потолку при большой плотности технологического оборудования и равномерном его расположении по площади цеха;

*Точечный метод* следует использовать при системе освещения при малой плотности технологического оборудования, при наличии высокого технологического оборудования или его концентрации в центре помещения. Этот метод позволяет определить освещенность в выбранных точках помещения.

*Метод расчета по удельной мощности* применим для приблизительной оценки правильности произведенного светотехнического расчета.

## 2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Учитывая заданные по варианту характеристики зрительной работы (наименьший размер объекта различения, характеристика фона и контраст объекта различения с фоном), с помощью табл. 1. определяют разряд и подразряд зрительной работы, а также нормируемый уровень минимальности освещённости на рабочем месте.

*Таблица 1. Нормы проектирования искусственного освещения*

| Характеристика зрительной работы | Наименьший размер объекта различения, мм | Разряд зрительной работы | Подразряд зрительной работы | Контраст объекта с фоном | Характеристика фона | Освещенность | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Комбинированное освещение | Общее освещение |
| Наивысшей точности | Менее 0,15 | I | А | Малый | Темный | 5000 | 1500 |
| | | | Б | « средний | Средний Темный | 4000 | 1250 |
| | | | В | малый средний большой | Светлый средний Темный | 2500 | 750 |
| | | | Г | средний большой « | Светлый « Средний | 1500 | 400 |
| Очень высокой точности | 0,15 –0,3 | II | А | Малый | Темный | 4000 | 1250 |
| | | | Б | « средний | Средний Темный | 3000 | 750 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | В<br><br><br><br>Г | малый<br>средний<br>большой<br><br>средний<br>большой<br>« | Светлый<br>средний<br>Темный<br><br>Светлый<br>«<br>средний | 2000<br><br><br>1000 | 500<br><br><br>300 |
| Высокой точности | 0,3 –0,5 | III | А<br><br>Б<br><br>В<br><br>Г | Малый<br><br>«<br>средний<br><br>малый<br>средний<br>большой<br><br>средний<br>большой<br>« | Темный<br><br>Средний<br>Темный<br><br>Светлый<br>средний<br>Темный<br><br>Светлый<br>«<br>средний | 2000<br><br>1000<br><br>750<br><br>400 | 500<br><br>300<br><br>300<br><br>200 |

Распределяют светильники и определяют их число.

Равномерное освещение горизонтальной рабочей поверхности достигается при определённых отношениях расстояния между центрами светильников L, *м* ($L = 1{,}75 \cdot H$) к высоте их подвеса над рабочей поверхностью $H_р$, *м*.

Число светильников с люминесцентными лампами (ЛЛ), которые приняты во всех вариантах в качестве источника света,

$$N = S / LM, \qquad (1.)$$

Где S – площадь помещения, $м^2$; M – расстояние между параллельными рядами, *м*.

В соответствии с рекомендациями

$$M \geq 0{,}6\, H_p \qquad (2.)$$

Оптимальное значение M = 2…3 *м*.

Для достижения равномерной горизонтальной освещённости светильники с ЛЛ рекомендуется располагать сплошными рядами, параллельными стенам с окнами или длинным сторонам помещения.

Для расчёта общего равномерного освещения горизонтальной рабочей поверхности используют метод светового потока, учитывающий световой поток, отражённый от потолка и стен.

Расчётный световой поток, лм, группы светильников с ЛЛ.

$$Ф_{л.\,расч.} = E_н \cdot S \cdot Z \cdot K / N \cdot \eta, \qquad (3.)$$

где $E_н$ – нормированная минимальная освещённость, *лк;* $Z$ – коэффициент минимальной освещённости; $Z = E_{ср} / E_{мин}$, для ЛЛ $Z = 1{,}1$; $K$ – коэффициент запаса; $\eta$ - коэффициент использования светового потока ламп.

Показатель помещения

$$i = A \cdot B / H_р \cdot (A+B), \qquad (4.)$$

где $A$ и $B$ – длина и ширина помещения, *м*.

Значения коэффициента запаса зависят от характеристики помещения: для помещений с большим выделением тепла *К = 2*, со средним *К = 1.8*, с малым *К = 1,5*.

Значения коэффициента использования светового потока приведены в табл. 2.

*Таблица 2. Значения коэффициента использования светового потока*

| Показатель помещения | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Коэффициент использования светового потока $\eta$ | 0,28…0,46 | 0,34…0,57 | 0,37…0,62 | 0,39…0,65 | 0,40…0,66 |

По полученному значению светового потока с помощью табл. 3. подбирают лампы, учитывая, что в светильнике с ЛЛ может быть больше одной лампы, т. е. *n* может быть равно *2* или *4*. В этом случае световой поток группы ЛЛ необходимо уменьшить в *2* или *4* раза.

*Таблица 3. Характеристика люминесцентных ламп*

| Тип лампы | Мощность, ВТ | Номинальный световой поток, лм |
|---|---|---|
| ЛБ 20 | 20 | 1200 |
| ЛХБ 20 | 20 | 935 |
| ЛТБ 20 | 20 | 975 |
| ЛД 20 | 20 | 920 |
| ЛДЦ 20 | 20 | 820 |
| ЛЕЦ 20 | 20 | 865 |
| ЛБ 30 | 30 | 2100 |
| ЛХБ 30 | 30 | 1720 |
| ЛТБ 30 | 30 | 1720 |
| ЛД 30 | 30 | 1640 |
| ЛДЦ 30 | 30 | 1450 |
| ЛЕЦ 30 | 30 | 1400 |
| ЛБ 40 | 40 | 3200 |
| ЛБ 36 | 36 | 3050 |
| ЛХБ 40 | 40 | 2600 |
| ЛТБ 40 | 40 | 2580 |
| ЛД 40 | 40 | 2340 |
| ЛДЦ 40 | 40 | 2200 |
| ЛДЦ 36 | 36 | 2200 |
| ЛЕЦ 40 | 40 | 2190 |
| ЛЕЦ 36 | 36 | 2150 |
| ЛБ 65 | 65 | 4800 |
| ЛХБ 65 | 65 | 3820 |
| ЛТБ 65 | 65 | 3980 |
| ЛД 65 | 65 | 3570 |
| ЛДЦ 65 | 65 | 3050 |
| ЛЕЦ 65 | 65 | 3400 |
| ЛБ 80 | 80 | 5220 |
| ЛХБ 80 | 80 | 440 |
| ЛТБ 80 | 80 | 4440 |

| | | |
|---|---|---|
| ЛД 80 | 80 | 4070 |
| ЛДЦ 80 | 80 | 3560 |

Световой поток выбранной лампы должен соответствовать соотношению

$$Ф_{л.расч.} = (0,9…1,2)\cdot Ф_{л..табл},, \quad (5.)$$

где $Ф_{л.расч.}$ – расчётный световой поток, *лм.;* $Ф_{л.табл.}$ – световой поток, определённый по табл. 6.3., *лм*.

Потребляемая мощность, *Вт*, осветительной установки

$$P = p\cdot N\cdot n, \quad (6.)$$

где $p$ – мощность лампы, *Вт*; $N$ – число светильников, *шт*; $n$ – число ламп в светильнике, для ЛЛ $n = 2, 4$.

1. Ознакомьтесь с методикой расчёта.
2. Определите разряд и подразряд зрительной работы, нормы освещённости на рабочем месте, используя данные варианта (табл. 4.) и нормы освещённости.
3. Рассчитайте число светильников.
4. Распределите светильники общего освещения с ЛЛ по площади производственного помещения.
5. Определите световой поток группы ламп в системе общего освещения, используя данные варианта и формулу (3.).
6. Подберите лампу по данным табл.3. и проверить выполнение условия соответствия $Ф_{л.расч.}$ и $Ф_{л. табл.}$
7. Определите мощность, потребляемую осветительной установкой.
8. Подпишите отчёт и сдайте преподавателю.

## 2.13 Лабораторная работа ЛР №13 ( 2 часа).

**Тема: «Расчет и проектирование вентиляции в производственных помещениях»**

**2.13.1 Цель работы:** произвести замеры интенсивности тепловых излучений с помощью актинометра.

**2.13.2 Задачи работы:**

1. Изучить методику расчета устройства для естественного вентилирования производственных помещений;

2. Изучить методику расчета производительности вентиляции, необходимой для воздухообмена в производственных помещениях.

**2.13.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Справочные материалы.

**2.13.4 Описание (ход) работы:**

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ВЕНТИЛИРОВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

В сельскохозяйственных производственных помещениях воздух загрязняется различными вредными веществами: пылью, газами, парами. Например, в животноводческих помещениях в воздухе содержатся продукты обмена веществ. Большое скопление животных в помещении повышает влажность и температуру воздуха, изменяет в нем процентное соотношение кислорода и углекислого газа;

Для каждого вида помещения установлены нормы физического состояния воздуха и предельно допустимые концентрации вредных примесей.

Чистота воздуха в помещении поддерживается вытяжкой из него загрязненного воздуха и притоком свежего, наружного. Такой воздухообмен возможен не только при механической, но и при естественной вентиляции.

## 2. КОНСТРУКЦИЯ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Естественная вентиляция представляет собой трубы прямоугольного или круглого сечения, проходящие через потолочное перекрытие и крышу здания. Нижний конец труб находится в помещении, а верхний несколько выше конька крыши. Приток чистого воздуха происходит через неплотности в дверях, окнах и стенах здания. В некоторых зданиях для более интенсивного воздухообмена делают приточные каналы в нижней части стен. Схема такой вентиляции показана на рисунке 1.

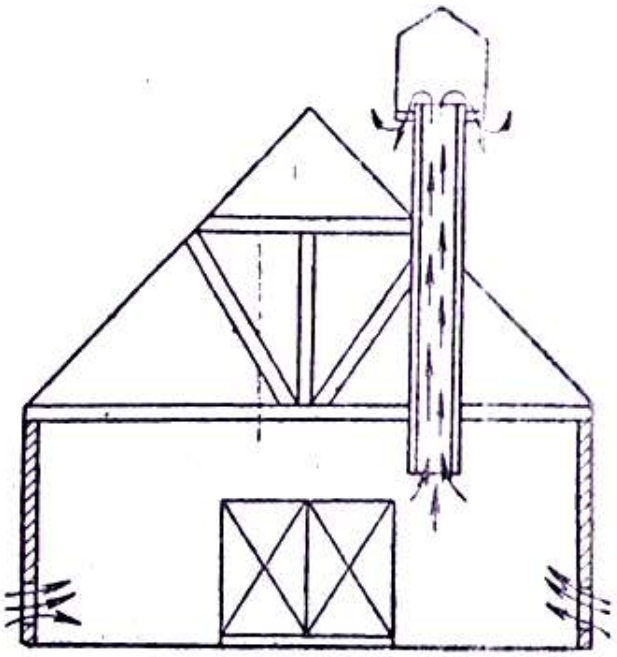


Рис. 1. Схема действия естественной вентиляции помещении

## 3. Методика расчета естественной вентиляции

Воздух перемещается по вытяжным трубам за счет разницы в плотности наружного и внутреннего воздуха. Вследствие этой разницы на входе и на выходе вытяжных труб создается разность давлений, которую можно определить по формуле:

$$\Delta H = h(\gamma_н - \gamma_в) кГ / м^3 \quad (1)$$

где h - высота открытой с обоих концов вентиляционной трубы, м;

γн - вес 1 м3 воздуха при наружной температуре;

γв - вес 1 м3 воздуха при внутренней температуре (табл. 4).

Плотность воздуха при заданной температуре можно определить по формуле:

$$\gamma_н = \frac{1{,}293}{1+\alpha t_н} кг / м^3$$

$$\gamma_в = \frac{1{,}293}{1+\alpha t_в} кг / м^3$$

где α - коэффициент объемного расширения газов = 1/273, число 1,293 - плотность воздуха при t = 0°.

Скорость движения воздуха в вытяжных трубах находят по формуле:

$$v = \sqrt{\frac{2g\Delta H}{\gamma_н}} м/сек. \quad (2)$$

где g - ускорение свободного падения, м/сек2.

При прохождении по трубе воздух будет встречать сопротивление, зависящее от формы и качества стенок трубы, поэтому действительная скорость будет меньше рассчитанной по формуле (17.2.). При расчете естественной вентиляции действительную скорость отыскивают по формуле:

$$v = 0{,}5 \cdot 4{,}427\sqrt{\frac{\Delta H}{\gamma_н}} м/сек. \quad (3.)$$

По скорости воздуха и производительности вентиляции находят суммарное сечение вытяжных труб из следующего выражения:

$$\sum F = \frac{L}{3600v} м^2 \quad (4.)$$

Пример 1

В свинарнике размещено 60 откормочных свиноматок живой массой по 100 кг и 40 - по 200 кг. Животные выделяют углекислоту, которую необходимо удалить естественным вентилированием помещения. Требуется рассчитать такую вентиляцию.

Пользуясь таблицей 10.8, найдем общее количество углекислоты, выделяемой всеми животными в 1 ч.

Р=60·43+40·57=4860 л/ч

Производительность вентиляции должна быть:

$$L = \frac{P}{P_1 - P_0} = \frac{4860}{2{,}5 - 0{,}3} = 2290 м^3/ч$$

Конструкция свинарника допускает установку вытяжных труб длиной l=4,2 м. Температура внутри свинарника +10° С. Наружную температуру находим по таблице 1. Для средней полосы европейской части РСФСР в зимние месяцы, когда свинарник закрыт, она равна - 10°С (январь).

Найдем разность давлений в воздуховоде, пользуясь таблицей 10.5 и формулой, при атмосферном давлении 760 мм рт. ст.

$$\Delta H = h(\gamma_н - \gamma_в) = 4{,}2(1{,}342 - 1{,}247) = 0{,}4 кГ/м^3$$

Таблица 1

Средняя температура воздуха по климатическим поясам и месяцам года, 0С

| Зона | Месяц года | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | январь | февраль | март | апрель | октябрь | ноябрь | декабрь |
| Омск | -19,6 | -17,6 | -11,2 | +0,4 | + 1,4 | -8,5 | -16,7 |
| Свердловск | -16,2 | -13,1 | -7,4 | +1,6 | +0.5' | -7,8 | -13,5 |
| Вологда | -12 | -10,3 | -5,9 | +2,1 | +2,5 | -4,2 | -9,5 |
| Москва | -10,8 | -9,1 | -4,8 | +3,4 | +3,5 | -2,8 | -8,0 |
| Харьков | -7,7 | -6 | -1,2 | +7 | +6,9 | +0,2 | -4,8 |

По формуле (5) найдем скорость воздуха

$$v = 0{,}5 \cdot 4{,}427\sqrt{\frac{\Delta H}{\gamma_н}} = 2{,}213\sqrt{\frac{0{,}4}{1{,}342}} = 1{,}217 м/сек.$$

Суммарное сечение труб находим по формуле:

$$\sum F = \frac{L}{3600v} = \frac{2290}{3600 \cdot 1{,}217} = 0{,}523 м^2$$

Проектируем шесть вентиляционных труб сечением 0,3х0,3=0,09 и с общим сечением 0,54 м2.

Пример 2

Определить суммарное сечение вытяжных труб естественной вентиляции для коровника вместимостью.

Расчет вентиляции, как видно из условия задачи, требуется вести на снижение влаги, выделяемой животными.

Производительность вентиляции для этой цели равна 10 - 580 м3/ч. Исходя из типовой конструкции коровника, примем длину вытяжных труб 1-6,5 м.

Определим разность давления воздуха на входе и на выходе из воздуховода по формуле:

$$\Delta H = 6{,}5(\gamma_н - \gamma_в) кг / м^2$$

Температура в коровнике должна быть +10°С; примем среднюю наружную температуру равной - 8°С.

При нормальном атмосферном давлении γн = 1,332 кг/м3, γв = 1,247 кг/м3 (см. табл. 17.5.).

Находим разность давлений:

$$\Delta H = 6{,}5(1{,}332 - 1{,}247) = 0{,}55 кг / м^2$$

А затем скорость воздуха

$$v = 0{,}5 \cdot 4{,}427\sqrt{\frac{\Delta H}{\gamma_н}} = 2{,}213\sqrt{\frac{0{,}55}{1{,}332}} = 1{,}42 м / сек.$$

Суммарную площадь вытяжных труб подсчитываем по формуле :

$$\sum F_T = \frac{10580}{3600 \cdot 1{,}42} = 2{,}06 м^2$$

Для проекта принимаем, что в коровнике нужно установить 13 труб сечением 0,4×0,4=0,16 м2.

Общая площадь сечения труб 2,08 м2.

Чтобы усилить вытяжку воздуха через вентиляционные трубы, на их верхней части монтируют дефлекторы. Конструкции дефлекторов различны. На рисунке 2. показан вертикальный разрез дефлектора ЦАГИ, а на рисунке 3 - устройство звездообразного дефлектора.

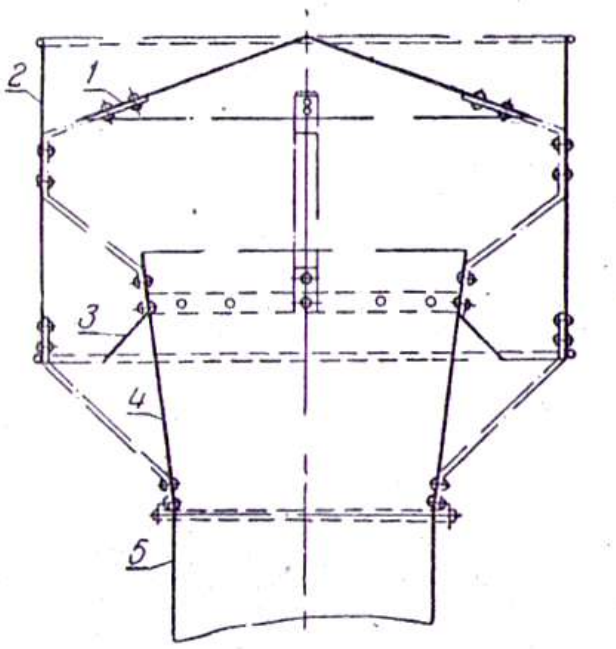



Рис. 2. Дифлектор ЦАГИ
1 – колпачек; 2- обечайка; 3- корпус; 4- диффузор; 5- шахта.

Дефлектор усиливает вытяжку воздуха через вентиляционную трубу за счет потока ветра, обдувающего его.

В дефлекторе ЦАГИ ветер, обтекая обечайку 2, создает на 5/7 его окружности разрежение. Вследствие этого воздух из помещения направляется по трубе и выходит наружу через кольцевые щели между обечайкой 2, колпаком 1 и конусом 3.

В звездообразном дефлекторе ветер, омывая вертикальные щели на наружной поверхности колпака, создает с подветренной стороны около щелей разрежение. Это способствует отсосу воздуха по трубе, на которой установлен дефлектор.

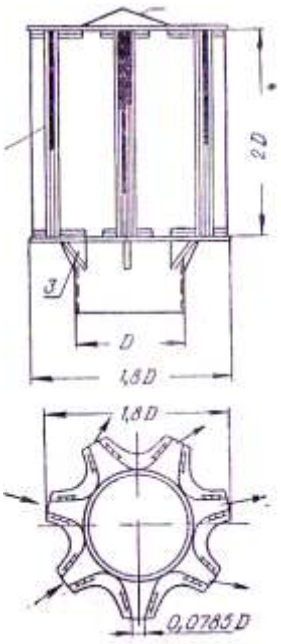



Рис. 3. Звездообразный дефлектор:
1 – колпак; 2 – корпус; 3 – косынка для крепления корпуса к трубе.

Производительность дефлектора находят по формуле

$$L_Д = \frac{k_Э v_B \pi d^2 3600}{4} = 2826 k_Э v_B \pi d^2, м^3/ч \quad (5.)$$

а из этого выражения определяют диаметр дефлектора

$$d = \frac{1}{53}\sqrt{\frac{L}{k_Э v_B}}, м \quad (6.)$$

где kЭ - коэффициент эффективности, выражающий отношение скорости воздуха в трубе vТ к скорости ветра vВ.

Отсюда

$$v_T = k_Э v_B \quad (7.)$$

Для дефлектора ЦАГИ kэ = 0,4, для звездообразного дефлектора kЭ = 0,42.

Дефлекторы устанавливают выше конька крыши и в таком месте, где нет каких-либо препятствий, тормозящих поток воздуха или изменяющих его направление.

## 4. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЕНТИЛЯТОРОВ ДЛЯ ОБЩЕОБМЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПО КОЭФФИЦИЕНТУ КРАТНОСТИ ВОЗДУХООБМЕНА.

Назначение вентиляции - поддерживать в производственных помещениях: воздушную среду, отвечающую санитарно-гигиеническим нормам.

Нормальные санитарно-гигиенические условия в помещении можно поддерживать удалением из него загрязненного или высоконагретого воздуха и заменой его чистым из наружной атмосферы.

Механическая вентиляция может быть общеобменной и местной. Общеобменной вентиляцией называют такую, при которой обменивается весь воздух в помещении. Местная вентиляция предназначена для удаления вредного воздуха непосредственно с места его образования.

По роду действия вентиляция разделяется на приточную, вытяжную и приточно-вытяжную.

При общеобменной вентиляции отношение объема засасываемого или удаляемого вентилятором воздуха в течение 1 ч к объему помещения называется кратностью воздухообмена. Зная установленную для данного производства кратность воздухообмена, можно рассчитать необходимую производительность вентилятора. Расчет ведут по формуле:

$$L = kV \quad м^3/ч \quad (8.)$$

где L - часовая производительность вентилятора, м3/ч;

k - кратность воздухообмена;

V - объем помещения, м3.

Ниже приведены значения k для различных отделений производственной мастерской:

Станочное отделение……..…2-3

Моторно-ремонтное отделение……..1,5-2

Медницко-заливочное отделение……..3-4

Сварочное отделение……4-6

Кузнеца……4-6

Отделение ремонта топливной аппаратуры……1,5-2

Отделение испытания двигателей……..2-3

Моечное отделение ……..2-3

Столярные мастерские ……2

Административно- конторский помещения……. 1,5

Залы заседания……..3
Курительные комнаты……..10

Пример 3

Определить необходимую производительность вентиляторов в медницком отделений ремонтной мастерской совхоза. Площадь помещения 42 м2, высота 4,5 м. Кратность воздухообмена k=4.

Производительность вентилятора:

L=kV=4(42 • 4,5) =756 м3.

5. Расчет производительности вентиляторов для снижения запыленности помещения

Если вентиляция предназначена для удаления из помещения пыли, ее производительность рассчитывают по формуле:

$$L = \frac{P}{P_1 - P_0} \, м^3 / ч \qquad (9.)$$

где Р - количество пыли, выделяющейся в помещении, мг/ч;

Р1 - допускаемое количество пыли в помещении, мг/м3 (табл. 2);

Р0 - содержание пыли в засасываемом чистом воздухе, мг/м3.

Таблица 2

Допускаемая концентрация пыли в помещениях

| Род пыли | Допускаемая концентрация, мг/м* |
|---|---|
| Пыль цемента, глин, минералов и их смесей, не содержащих свободной двуокиси кремния (Si02) | 6 |
| Пыль угольная, содержащая до 10% свободной Si02 | 4 |
| Пыль угольная, не содержащая свободной Si 02 | 10 |
| Пыль растительного и животного происхождения (мучная, зерновая, древесная и др.), содержащая до 10% свободной SiO2 | 4 |
| Пыль растительного и животного происхождения, содержащая 10% и более свободной Si02 | 2 |
| Пыль искусственных абразивов (корунд и карборунд) | 5 |
| Гексахлоран, (пары и аэрозоль) | 0,1 |
| Метафос (пары и аэрозоль) | 0,1 |
| ДДТ (дихлордивенилтрихлорэтан) (пары и аэрозоль) | 0,1 |
| Алдрин (пары и аэрозоль) | 0,01 |
| Тиофос | 0,05 |
| Меркуран (пары и аэрозоль) | 0,02 |
| Препарат М-81 -(пары и аэрозоль) | 0,1 |

Пример 4

В размолочном отделении кормоцеха выделяется в 1 ч 12 г мучной пыли. Рассчитать производительность вентилят необходимую для удаления излишков пыли.

Согласно таблице 1, допускаемая концентрация мучной пыли содержащей до 10% свободной двуокиси кремния, равна 4 мг/м3.

В наружном воздухе, поступающем в помещение взамен отсасываемого вентилятором, совсем не содержится мучной пыли (Ро = 0).

Подставляя эти данные в формулу, получим

$$L = \frac{P}{P_1 - P_0} = \frac{12000}{4-0} = 3000 м^3 / ч$$

Формулу можно применить при расчете производительности вентилятора, предназначенного для удаления из помещения выделяющихся вредных газов. Для этого случая буквенные обозначения будут следующими:

Р - количество газов, выделяющихся в помещении, мг/ч;

Р1 - допускаемое содержание вредных газов в воздухе, мг/м3;

Ро - содержание этих же газов в наружном воздухе, мг/м3.

Ниже приведены данные о допускаемой концентрации некоторых газов и паров жидкостей в производственных помещениях (мг/м3):

аммиак……20
ацетон…….200
бензин топливный (в пересчете на С)……100
бензин растворитель (в пересчете на С).....300
керосин (в пересчете на С)...……...300
окись углерода……..20
бензол…….20
хлор……1
метилацетат……...100
серная кислота……...1
сероводород……10
соляная кислота…….5

6. Расчет производительности вентиляторов для снижения содержащихся в помещении вредных газов

В некоторых производственных помещениях выделяется окись углерода СО, которая может оказаться причиной отравления людей. Окись углерода - газ, не имеющий цвета и запаха, поэтому обнаружить его своевременно невозможно. В таблице 3. приведены симптомы отравления людей окисью углерода.

Таблица 3

| Время пребывания под действием газа при его концентрации 135 мг/л | Симптомы |
|---|---|
| 30 мин<br>90 »<br>120 »<br>Более 120 » | Головная боль, усиленное сердцебиение<br>Легкое пошатывание, одышка, расстройство зрения и слуха<br>То же, и некоторое расстройство сознания<br>Увеличение расстройства сознания, потеря его, глубокое поражение дыхательных путей |

Пример 5

В гараже совхоза площадью 750 м2 и высотой 6 м размещается 30 автомобилей (ГАЗ-51 и ЗИЛ-150). В утренние, часы одновременно заводят 5 двигателей автомобилей ГАЗ-51. Средняя продолжительность их работы до выезда машины из гаража 3 мин. Требуется определить концентрацию окиси углерода в помещении гаража и найти необходимую производительность вентилятора для удаления ее излишков.

В продуктах сгорания, образующихся при сжигании бензина в двигателе, содержится 5% окиси углерода.

Подсчитаем весовое количество продуктов сгорания бензина при работе двигателя без нагрузки. Для такого расчета можно допустить, что двигатель развивает мощность не более 0,15% нормальной. Для автомобилей ГАЗ-51 нормальная мощность равна 70 л. с. Удельный расход бензина составляет 420 г/л. с. ч

Найдем общий расход горючего G1 всеми пятью двигателями за 3 минуты:

$$G_1 = 420 \cdot 5 \cdot 70 \cdot 0.15 \cdot \frac{3}{60} = 1116 г$$

Вес продуктов сгорания G2, образующихся при сжигании бензина, равен 15,9 кг/кг бензина, т. е.

G2 = G1·15,9 = 1116·15,9 = 17744 г.

По условию задачи вес окиси углерода (G3) составляет 5% веса продуктов сгорания, т.е.

G3 = 0,05·G2 = 0,05·17 744 = 887,2 г.

Концентрация окиси углерода в помещении гаража Рср составляет:

$$P_{ср} = \frac{G_3}{V} = \frac{887.2}{4500} \cdot 1000 = 197 мг / м^3$$

Найдем необходимую кратность воздухообмена:

$$k = \frac{P}{P_1} \frac{мг / м^3}{мг / м^3} = \frac{197}{20} \approx 10$$

Если предположить, что в течение 1 ч другие двигатели не будут заводить, то производительность вентилятора может быть найдена по формуле :

L = kV= 10·750·6 = 45 000 м3/ч.

Пример 6

В цехе ремонта топливной аппаратуры для производственной цели применяют бензин. Ежечасно 360 г этого бензина испаряется. Требуется рассчитать производительность вентилятора, необходимую для доведения концентрации паров бензина в помещении до допускаемой.

Примеряя ранее приведенную формулу и считая, что Р0= 0, Р1= 0,3 г/м3, получим:

$$L = \frac{P}{P_1 - P_0} = \frac{360}{0,3} = 1200 м^3 / ч$$

Пример 7

В литейном цехе (12×8×6 м) авторемонтного завода при разливке жидкого чугуна в 1 ч выделяется 80 г окиси углерода. Рассчитать производительность вентиляторов, необходимую; для поддержания в цехе атмосферы с нормальной концентрацией окиси углерода.

Без вентиляции концентрация окиси углерода в цехе

$$P_{ср} = \frac{P}{V} = \frac{80000}{12 \cdot 8 \cdot 6} = 138 мг / м^3$$

В соответствии с санитарно-гигиеническими нормами предельно допустимая концентрация окиси углерода в литейных цехах равна 20 мг/м3.

Исходя из этого, определим необходимую кратность воздухообмена:

k=138/20=6.9

Минимальная производительность вентилятора

L= kV = 12·8·6·6,9 = 3974 м3/ч

В помещениях с большим выделением тепла и влаги вентиляцию устраивают для поддержания нормальной температуры или нормальной влажности.

В таблице 17.4. приведены нормы температуры, влажности и допускаемой скорости передвижения воздуха в производственных помещениях.

Производительность вентилятора, предназначенного для поддержания в помещении нормальной температуры воздуха, рассчитывают по формуле:

$$L = \frac{Q_{изб}}{c\ t_в - t_н\ \gamma_н}$$

где Qизб - избыточное количество тепла, поступающего в помещение, ккал/ч (определяется теплотехническим расчетом);

с - средняя удельная теплоемкость воздуха; для практических расчетов весовая теплоемкость воздуха принимается равнрй 0,24 ккал/кг град;

tВ - температура воздуха, удаляемого из помещения, град;

tН - температура наружного воздуха, поступающего в помещение, град;

γН - плотность наружного воздуха, кг/м3.

Таблица 4

| Характеристика производственных помещений по условиям нагрева | Работа | На постоянных рабочих местах | | | | | | Допускаем температура воздуха на рабочих местах, °С |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | оптимальные | | | допустимые | | | |
| в холодные и переходные периоды (температура наружного воздуха ниже +10С) | | | | | | | | |
| Незначительный избыток тепла - менее 23,3 Вт/м3 (20 ккал/м3-ч) | Легкая | 18 - 21 | 60 - 40 | Не более 0,2 | 17 - 22 | Не более 80 | Не более 0,3 | 15 - 20 |
| | Средняя | 16 - 18 | 60 - 40 | Не более 0,3 | 15 - 17 | То же | Не более 0,5 | 13 - 15 |
| | Тяжелая | 14 - 16 | 60 - 40 | То же | 13-15 | » » | То же | 12 - 14 |
| Значительный избыток тепла - более 23,3 Вт/м3 (20 ккал/м3-ч) | Легкая | 18 - 21 | 60 - 40 | Не более 0,2 | 17-24 | » » | » » | 15-26 |
| | Средняя | 16 - 18 | 60 - 40 | Не более 0,3 | 17-22 | » » | » » | 15-24 |
| | Тяжелая | 14 - 16 | 60 - 40 | То же | 14-17 | » » | » » | 12-19 |
| Теплый период года (температура наружнего воздуха + 10 С и выше) | | | | | | | | |
| Незначительный избыток тепла - менее 23,3 Вт/м3 (20 ккал/м3-ч) | Легкая | 22 - 25 | 60 - 40 | Не более 0,3 | Не более чем на 3°С выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не более 28°С | При 28°С не более 55 При 27°С не более 60 При 26° С не более 65 Ниже 25° С не более 70 При 24° С не более 75 | Не более 0,5 | Не более чем на 3° выше средней температуры наружнго воздуха в 13 ч самого жаркого месяца |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | При 23° С и ниже не более 80 | | |
| | Средняя | 20 - 23 | 60 - 40 | Не более 0,3 | То же | То же | Не более 0,7 | То же |
| | Тяжелая | 17 - 20 | 60 - 40 | То же | » » | » » | Не более 1, но не менее 0,5 | » » |
| Значительный избы ток тепла - более 23,3 Вт/м3 (20 ккал/м3-ч) | Легкая | 22 - 25 | 60 - 40 | | Не более чем на 5°С выше средней темпер. наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не более 28°С | » » | Не более 0,7 | Не более чем на 5° выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца |
| | Средняя | 20 - 23 | 60 - 40 | Не более 0,3 | То же | То же | 0,7-1,0 | То же |
| | Тяжелая | 17 - 20 | 60 - 40 | То же | » » | » » | 1-1,5 но не менее 0,5 | » » |

Таблица 5.

| Темпе-ратура воздуха, 0С | Плотность воздуха γ {кг/м3) при различных температуре и барометрическом давлении (мм рт. ст.) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 725 | 730 | 735 | 740 | 745 | 750 | 755 | 760 | 765 | 770 |
| - 10 | 1,280 | 1,289 | 1,292 | 1,307 | 1,316 | 1,325 | 1,333 | 1,342 | 1,351 | 1,360 |
| - 8 | 1,271 | 1,280 | 1,288 | 1,297 | 1,306 | 1,315 | 1,323 | 1,332 | 1,341 | 1,350 |
| - 6 | 1,261 | 1,270 | 1,279 | 1,287 | 1,296 | 1,305 | 1,313 | 1,322 | 1,331 | 1,340 |
| - 4 | 1,252 | 1,261 | 1,269 | 1,278 | 1,286 | 1,295 | 1,304 | 1,312 | 1,321 | 1,330 |
| - 2 | 1,243 | 1,251 | 1,260 | 1,268 | 1,277 | 1,286 | 1,294 | 1,303 | 1,311 | 1,320 |
| 0 | 1,234 | 1,242 | 1,251 | 1,259 | 1,268 | 1,276 | 1,285 | 1,293 | 1,302 | 1,310 |
| + 2 | 1,225 | 1,233 | 1,242 | 1,250 | 1,258 | 1,267 | 1,276 | 1,284 | 1,298 | 1,301 |
| + 4 | 1,216 | 1,224 | 1,233 | 1,241 | 1,249 | 1,258 | 1,266 | 1,274 | 1,283 | 1,291 |
| + 6 | 1,207 | 1,215 | 1,224 | 1,232 | 1,240 | 1,249 | 1,257 | 1,265 | 1,274 | 1,282 |
| ,+ 8 | 1,198 | 1,207 | 1,215 | 1,223 | 1,232 | 1,240 | 1,248 | 1,256 | 1,265 | 1,273 |
| + 10 | 1,190 | 1,198 | 1,206 | 1,215 | 1,223 | 1,231 | 1,239 | 1,247 | 1,256 | 1,264 |
| + 12 | 1,182 | 1,190 | 1,198 | 1,206 | 1,214 | 1,222 | 1,231 | 1,239 | 1,247 | 1,255 |
| + 14 | 1,173 | 1,181 | 1,190 | 1,198 | 1,206 | 1,214 | 1,222 | 1,230 | 1,238 | 1,246 |
| + 16 | 1,165 | 1,173 | 1,181 | 1,197 | 1,205 | 1,197 | 1,213 | 1,222 | 1,230 | 1,238 |
| + 18 | 1,157 | 1,165 | 1,173 | 1,181 | 1,189 | 1,193 | 1,205 | 1,213 | 1,221 | 1,229 |
| +20 | 1,149 | 1,157 | 1,165 | 1,173 | 1,181 | 1,189 | 1,197 | 1,205 | 1,213 | 1,221 |

Чтобы отыскать γн при заданной температуре, но не указанном давлении, нужно брать графу с давлением 760 мм рт. ст., а для нахождения значения γн при температуре, не

указанной в таблице, например при +15° С, следует взять среднее арифметическое от значений при крайних границах t° С, в данном случае при +14° С и + 16° С.

$$\left( \frac{1,230+1,222}{2} = 1,226 кг / м^3 \right)$$

Пример 8

В термическом цехе авторемонтного завода установлены три электропечи типа ПН-15Г. Каждая печь отдает в атмосферу цеха 4500 кал/ч. Если нет вентиляции, то вследствие такого тепловыделения температура в цехе возрастет до +26° С. Нужно рассчитать производительность вентилятора, снижающего температуру воздуха в цехе, если наружный воздух нагрет до +15° С.

На основании формулы  и таблицы 10.5 найдем:

$$L = \frac{Q_{изб}}{c (t_в - t_н) \gamma_н} = \frac{4500 \cdot 3}{0,24 (26 - 15) 1,226} = 4179 м^3 / ч$$

В некоторых производственных помещениях выделяется большое количество водяных паров, в результате чего повышается влажность воздуха. Если отсасывать воздух из помещения вентилятором, то можно поддерживать влажность в пределах нормы.

Состояние воздуха характеризуется абсолютной и относительной влажностью.

Абсолютная влажность показывает, какое количество водяных паров в граммах содержится в 1 кг воздуха при заданной температуре. Максимально возможное содержание паров в воздухе приведено в таблице 10.6.

Относительная влажность φ - это процентное отношение фактического содержания паров воды в воздухе к максимально возможному (насыщенному) содержанию при той же температуре.

$$\varphi = \frac{q_ф}{q_m} 100\%$$

где φ - относительная влажность воздуха, %;

qф - количество паров, содержащихся в помещении при данной температуре, г/м3;

qm - максимально возможное содержание паров воды в воздухе при той же температуре, г/м3.

Таблица 6

| Темпе-ратура, 0С | Содержание водяного пара в воздухе при нормальном атмосферном давление г/кг воздуха в зависимости от относительной влажности, % | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 80 | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 35 |
| 1 | 3,3 | 3,1 | 2,9 | 2,6 | 2,4 | 2,2 | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,4 |
| 5 | 4,2 | 4,0 | 3,7 | 3,4 | 3,2 | 2,9 | 2,6 | 2,4 | 2,1 | 1,9 |
| 10 | 6,0 | 5,6 | 5,2 | 4,9 | 4,5 | 4,4 | 3,8 | 3,4 | 3,0 | 2,6 |
| 11 | 6,4 | 6,0 | 5,6 | 5,3 | 4,4 | 4,4 | 4,0 | 3,6 | 3,2 | 2,8 . |
| 12 | 6,9 | 6,5 | 6,0 | 5,6 | 5,2 | 4,7 | 4,3 | 3,9 | 3,4 | 3,0 |
| 13 | 7,4 | 6,9 | 6,5 | 6,0 | 5,5 | 5,4 | 4,6 | 4,4 | 3,7 | 3,2 |
| 14 | 7,8 | 7,4 | 6,9 | 6,4 | 5,9 | 5,4 | 4,9 | 4,4 | 3,9 | 3,4 |
| 15 | 8,4 | 7,9 | 7,4 | 6,9 | 6,3 | 5,8 | 5,2 | 4,7 | 4,2 | 3,7 |
| 16 | 9,0 | 8,4 | 7,8 | 7,3 | 6,7 | 6,2 | 5,6 | 5,0 | 4,5 | 3,8 |
| 17 | 9,5 | 8,9 | 8,3 | 7,7 | 7,2 | 6,5 | 5,9 | 5,3 | 4,8 | 4,2 |
| 18 | 10,2 | 9,5 | 8,9 | 8,3 | 7,6 | 7,0 | 6,4 | 5,7 | 5,1 | 4,4 |
| 19 | 10,8 | 10,2 | 9,5 | 8,7 | 8,2 | 7,4 | 6,7 | 6,1 | 5,4 | 4,7 |
| 20 | 11,5 | 10,8 | 10,1 | 9,4 | 8,7 | 7,9 | 7,2 | 6,5 | 5,8 | 5,0 |
| 21 | 12,3 | 11,5 | 10,7 | 10,0 | 9,2 | 8,4 | 7,6 | 6,9 | 6,1 | 5,4 |
| 22 | 13,0 | 12,3 | 11,4 | 10,6 | 9,8 | 8,9 | 8,2 | 7,4 | 6,5 | 5,7 |
| 23 | 13,8 | 13,0 | 12,2 | 11,3 | 10,4 | 9,5 | 8,6 | 7,8 | 6,9 | 6,0 |
| 24 | 14,8 | 13,8 | 12,9 | 12,0 | 11,0 | 10,2 | 9,2 | 8,3 | 7,4 | 6,4 |
| 25 | 15,6 | 14,6 | 13,7 | 12,7 | 11,7 | 10,8 | 9,7 | 8,8 | 7,8 | 6,8 |

Нормальная относительная влажность для производственных помещений составляет 40-60%.

Для расчета вентиляции, снижающей влажность воздуха в помещении, используют такое выражение

$$L = \frac{\sum m_i q_i}{(q_в - q_н)} \qquad (10)$$

где m - число источников образования водяных паров;

qi - количество водяных паров, выделяемых каждым источником;

qв - содержание паров в 1 кг воздуха помещения при относительной влажности этого воздуха φв, соответствующей температуре помещения tв, г;

qн - содержание паров воды в 1 кг воздуха, засасываемого в помещение, при его относительной влажности φн и температуре tн, г;

Для помещения с известной относительной влажностью производительность вентилятора рассчитывают по формуле

$$L = \frac{\sum m_i q_i}{(\frac{\varphi_B q_{m_в}}{100} - \frac{\varphi_н q_{m_н}}{100})} \qquad (11)$$

где qmв - максимально возможное количество водяных паров внутри помещения при tВ, г;

qmн -максимально возможное количество водяных паров в наружном воздухе при tн, г.

Значения qm приведены в таблице 7.

Таблица 7.

| Температура, °С | Содержание водяного пара при полном насыщении, г)кг | Температура, °С | Содержание водяного пара при полном насыщении, г/кг |
|---|---|---|---|
| -15 | 1,1 | 30 | 20,3 |
| -10 | 1,7 | 35 | 35,0 |
| -5 | 2,6 | 40 | 46,3 |
| 0 | 3,8 | 45 | 60,7 |
| 5 | 5,4 | 50 | 79,0 |
| 10 | 7,5 | 55 | 102,3 |
| 15 | 10,5 | 60 | 131,7 |
| 20 | 14,4 | 65 | 168,9 |
| 25 | 19,5 | 70 | 216,1 |

Примечание. Содержание водяного пара в воздухе определено при нормальном атмосферном давлении.

Пример 9

В моечном отделении ремонтного завода установлены .две ванны для выварки загрязненных деталей. Из них ежечасно испаряется 20 кг воды. Температура помещения +22° С. Температура наружного воздуха +15° С. При измерении влажности воздуха было найдено φв=75%, φн=40%. Требуется рассчитать производительность вентилятора для удаления излишних паров воды.

Применяя формулу, найдем:

$$L = \frac{20000}{(\frac{75}{100} \cdot 16{,}4 - \frac{40}{100} \cdot 10{,}5)} = 2470 м^3 / ч$$

Ту же величину можно отыскать по формуле, пользуясь таблицей

$$L = \frac{20000}{12{,}3 - 4{,}2} = 2470 м^3 / ч$$

Пример 10

Подобрать производительность вентилятора для удаления излишней влаги из коровника, в котором размещены 80 лактирующих коров массой по 300 кг, 40 коров массой по 400 кг и 40 коров массой по 600 кг. Внутренняя температура коровника +10° С, наружная - 5 С

По таблице 17.8. находим количество водяных паров, выделяемых животными. Коровы массой 300 кг выделяют 0,307×80=24,56 кг влаги в 1 ч; массой 400 кг - 0,367×40= 14,68 кг/ч и массой 600 кг - 0,431×40=17,24 кг/ч, т. е. 2 mq=56,48 кг/ч.

В коровнике относительная влажность должна быть не более 85%. Примем относительную влажность наружного воздуха 40%. По таблице 17.7. найдем максимальное содержание водяных паров при + 10°С и - 5°С.

Подставим полученные данные в формулу:

$$L = \frac{56480}{(\frac{85}{100} \cdot 7{,}5 - \frac{40}{100} \cdot 2{,}6)} = 10580 м^3 / ч$$

Таблица 8.

Количество углекислоты и водяного пара, выделяемое сельскохозяйственными животными (по данным Всесоюзного института животноводства)

| Группа животных | Масса животного, кг | Количество тепла, ккал | | Количество | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | общее | свободное | углекислоты, л/ч | водяных паров, г/ч |
| Коровы стельные (сухостойные) | 300 | 604 | 440 | 90 | 288 |
| | 400 | 739 | 550 | 110 | 350 |
| | 600 | 926 | 670 | 138 | 440 |
| Коровы лактирующие при уровне лактации 10 л | 300 | 644 | 450 | 96 | 307 |
| | 400 | 765 | 550 | 114 | 367 |
| | 600 | 906 | 650 | 135 | 431 |
| Коровы лактирующие при уровне лактации 30 л | 400 | 1174 | 850 | 175 | 560 |
| | 600 | 1342 | 970 | 200 | 642 |
| | 800 | 1509 | 1080 | 225 | 721 |
| Телята: до 1 месяца | 30 | 100 | 72 | 15 | 47 |
| | 40 | 141 | 102 | 21 | 67 |
| | 50 | 174 | 124 | 26 | 83 |
| от 1 до 3 месяцев | 40 | 147 | 106 | 22 | 70 |
| | 60 | 215 | 155 | 32 | 102 |
| | 100 | 282 | 204 | 42 | 135 |
| от 3 до 4 месяцев | 90 | 248 | 178 | 37 | 118 |
| | 120 | 369 | 268 | 55 | 176 |
| | 150 | 382 | 276 | 57 | * 183 |
| Молодняк: | 120 | 322 | 232 | 48 | 153 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| от 4 месяцев до 1 года | 180 | 476 | 349 | 71 | 227 |
| | 250 | 496 | 358 | 74 | 236 |
| от 1 года до 2 лет | 220 | 483 | 350 | 72 | 230 |
| | 320 | 631 | 455 | 94 | 301 |
| | 350 | 651 | 476 | 97 | 310 |
| Свиноматки: | 100 | 222 | 160 | 33 | 106 |
| холостые и супоросные до 2 | 150 | 256 | 185 | 38 | 121 |
| месяцев | 200 | 394 | 250 | 44 | 141 |
| супоросные свыше | 100 | 268 | 195 | 40 | 128 |
| 2 месяцев | 150 | 308 | 220 | 46 | 188 |
| | 200 | 349 | 250 | 52 | 267 |
| с приплодом 10 сосунов | 100 | 530 | 280 | 79 | 252 |
| | 150 | 605 | 435 | 90 | 288 |
| | 200 | 698 | 503 | 104 | 338 |
| Свиньи откормочные | 100 | 288 | 208 | 143 | 137 |
| | 200 | 382 | 275 | 57 | 182 |
| | 300 | 503 | 365 | 75 | 240 |
| Молодняк: | 1 | 10 | 72 | | 1 47 |
| от 2 месяцев | 15 | 100 | 72 | 15 | 147 |
| от 5 до 8 месяцев | 60 | 202 | 145 | 30 | 96 |
| | 80 | 235 | 170 | 35 | 112 |

Примечания. 1. Приведенные данные о свободном количестве тепла (без скрытой теплоты испарения) отнесены к температуре помещения, равной +10 С.

2. При определении количества свободного тепла и водяных паров, выделяемых животными при других температурах, приведенные в таблице данные необходимо умножить на коэффициенты, указанные в таблице 9.

| Температура воздуха внутри помещения, °С | Коэффициент для определения количества свободного тепла | Коэффициент для определения количества водяных паров |
|---|---|---|
| Крупный рогатый скот | | |
| 0 | 1,08 | 0,76 |
| 5 | 1,05 | 0,86 |
| 10 | 1,00 | 1,00 |
| 15 | 0,66 | 1,24 |
| Свинья | | |
| 5 | 1,09 | 0,83 |
| 10 | 1,00 | 1,00 |
| 15 | 0,96 | 0,98 |
| 20 | 0,84 | 0,98 |

**Результаты и выводы:**
Оформите отчет и сдайте преподавателю.

## 2.14 Лабораторная работа ЛР №14 ( 2 часа).
## Тема: «Расчет и проектирование молниезащиты с.х. объекта»

**2.14.1 Цель работы:** произвести расчет и проектирование молниезащиты объекта

**2.14.2 Задачи работы:**

1 Рассмотреть основные понятия и определения

2. Ознакомиться с методикой расчета молниезащиты

3. Рассчитать по заданному варианту молниезащиту зданий ( сооружений) и зарисовать ее схему.

**2.14.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Справочные материалы.

2. Табличные данные.

**2.14.4 Описание (ход) работы:**

***Молния*** представляет собой электрический разряд длиной в несколько километров, развивающийся между грозовым облаком и землей или каким-либо наземным сооружением.

Прямой удар молнии в здание или разряд от электростатической и электромагнитной индукции внутри здания могут поражать людей и вызывать пожары и взрывы, разрушения каменных и бетонных сооружений, расщеплять деревянные опоры воздушных линий и повреждать изоляцию.

***Молниезащита*** представляет собой комплекс мероприятий, направленных на предотвращение прямого удара молнии в объект или на устранение опасных последствий, связанных с прямым ударом.

Средство защиты от прямых ударов молнии служит ***молниеотвод*** – устройство, рассчитанное на непосредственный контакт с каналом молнии и отводящее её ток в землю.

Молниеотводы разделяются на отдельно стоящие, обеспечивающие растекание тока молнии, минуя объект, и установленные на самом объекте; растекание тока происходит по контролируемым путям так, что обеспечивается низкая вероятность поражения людей (животных), взрыва и пожара.

Молниеотвод состоит из следующих элементов: молниеприемника, опоры, токоотвода и заземлителя. Однако на практике они могут образовывать единую конструкцию, например металлическая мачта или ферма здания представляет собой молниеприемник, опору и токоотвод одновременно.

По типу молниеприемника молниеотводы разделяются на стержневые (вертикальные), тросовые (горизонтальные протяженные) и сетки, состоящие из продольных и поперечных горизонтальных электродов, соединенных в местах пересечения. Стержневые и тросовые молниеотводы могут быть как отдельно стоящие, так и установленные на объекте; молниеприемные сетки непосредственно укладываются на неметаллическую кровлю защищаемых зданий и сооружений. Однако укладка сеток рациональна лишь на зданиях с горизонтальными крышами, где равновероятно поражение молнией любого участка.

В целях защиты зданий и сооружений от прямых ударов молнии следует максимально использовать в качестве естественных молниеотводов существующие высокие сооружения (дымовые трубы, водонапорные башни, прожекторные мачты, воздушные линии электропередач и т.п.), а также молниеотводы других близкорасположенных сооружений.

Если здание или сооружение частично вписывается в зону защиты естественных молниеотводов или соседних объектов, защита от прямых ударов молнии должна предусматриваться только для остальной, незащищенной его части.

Опоры стержневых молниеотводов должны быть рассчитаны на механическую прочность как свободно стоящие конструкции, а опоры тросовых молниеотводов – с учетом натяжения троса и действия на него ветровой и гололедной нагрузки.

Опоры отдельно стоящих молниеотводов могут выполняться из стали любой марки, железобетона или дерева.

Стержневые молниеприемники должны быть изготовлены из стали любой марки сечением не менее 100 мм$^2$ и длиной не менее 200 мм и защищены от коррозии оцинкованием, лужением или окраской.

Тросовые молниеприемники должны быть выполнены из стальных многопроволочных канатов сечением не менее 35 мм$^2$.

Соединения молниеприемника с токоотводами и токоотводов с заземлителями должны выполнятся, как правило, сваркой, а при недоступности огневых работ разрешается выполнение болтовых соединений с переходным сопротивлением не более 0,05 Ом при обязательном ежегодном контроле последнего перед началом грозового сезона.

Токоотводы, соединяющие молниеприемники всех видов с заземлителями, следует выполнять из стали размерами не менее указанных в табл. 2.

При установке молниеотводов на защищаемом объекте и невозможности использования в качестве токоотводов металлических конструкций здания, токоотводы должны быть проложены к заземлителям по наружным стенкам здания кратчайшими путями.

Тяжесть последствий удара молнии зависит, прежде всего, от взрыво-, пожароопасности здания и сооружения при термических воздействиях молнии, а также искрениях и перекрытиях, вызванных другими видами воздействий. Например, в производствах, постоянно связанных с открытым огнем, процессами горения, применением несгораемых материалов и конструкций, протекание тока молнии не представляет большой опасности. Напротив, наличие внутри объекта взрывоопасной среды создает угрозу разрушений, человеческих жертв, больших материальных ущербов.

При таком разнообразии технологических условий предъявлять одинаковые требования к молниезащите всех объектов означало бы или вкладывать в её выполнение чрезмерные ресурсы, или мирится с неизбежностью значительных ущербов, вызванных молнией. Поэтому все здания и сооружения разделены на три категории, отличающиеся по тяжести возможных последствий поражения молнией .

К I категории отнесены производственные помещения, в которых в нормальных технологических режимах могут находится и образовываться взрывоопасные концентрации газов, паров, пылей, волокон. Любое поражение молнией, вызывая взрыв, создает повышенную опасность разрушений и жертв не только для данного объекта, но и для близрасположенных.

Во II категорию попадают производственные здания и сооружения, в которых появление взрывоопасной концентрации происходит в результате нарушения нормального технологического режима, а также наружные установки, содержащие взрывоопасные жидкости и газы. Для этих объектов удар молнии создает опасность взрыва только при совпадении с технологической аварией или срабатыванием дыхательных или аварийных клапанов на наружных установках.

К III категории отнесены объекты, последствия, поражения которых связаны с меньшим материальным ущербом, чем при взрывоопасной среде. Сюда входят здания и сооружения с пожароопасными помещениями или строительными конструкциями низкой огнестойкости, причем для них требования к молниезащите ужесточаются с увеличением вероятности поражения объекта. Кроме того, к III категории отнесены объекты, поражение которых представляет опасность электрического воздействия на людей и животных: большие общественные здания, животноводческие строения, высокие сооружения типа труб, башен, монументов. Наконец, к III категории отнесены мелкие строения в сельской местности, где чаще всего используются сгораемые конструкции. Согласно статистическим данным на эти объекты приходится значительная доля пожаров, вызванных грозой. Из-за небольшой стоимости этих строений их молниезащита выполняется упрощенными способами, не требующими значительных материальных затрат.

Так же в зависимости от назначения и характера здания, степени его огнестойкости, а также от ожидаемого числа прямых ударов молнии за год, все объекты подразделяются на два типа по зоне защиты при использовании стержневых и тросовых молниеотводов: **тип А,** где вероятность защиты составляет 99,5% и **тип Б**, с вероятностью защиты 95%.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА МОЛНИЕЗАЩИТЫ

2.1.Подсчет ожидаемого количества N поражений молнией в год производится по формуле:

для сосредоточенных зданий и сооружений (дымовые трубы, вышки, башни)

$$N = 9\pi h^2 n \cdot 10^{-6}$$

для зданий и сооружений прямоугольной формы

$$N = \left| 8 + 6h \right| \left| 4 + 6h \right| - 7{,}7h^2 \, n \cdot 10^{-6}$$

где h – наибольшая высота здания или сооружения, м;

B, A – соответственно ширина и длина здания или сооружения, м;

n – среднегодовое число ударов молнии в 1 км$^2$ земной поверхности (удельная плотность ударов молнии в землю) в месте нахождения здания или сооружения.

Для зданий и сооружений сложной конфигурации в качестве A и B рассматриваются ширина и длина наименьшего прямоугольника, в который может быть вписано здание или сооружение в плане.

Удельная плотность ударов молнии в землю n, определяется исходя из среднегодовой продолжительности гроз в часах(табл. 1)

Таблица 1 Средняя за год продолжительность гроз в часах для территории РФ

| Среднегодовая продолжительность гроз, ч | Удельная плотность ударов молнии в землю *n*, 1/(км$^2$×год) |
|---|---|
| 10 - 20 | 1 |
| 20 - 40 | 2 |
| 40 - 60 | 4 |
| 60 - 80 | 5,5 |
| 80 - 100 | 7 |
| 100 и более | 8,5 |

2.2. Определение категории зданий и сооружений

Таблица 2 Перечень зданий и сооружений с установление их категории молниезашиты

| ***Наименований помещений и зданий*** | Тип зоны защиты при использовании стержневых и тросовых молниеотводов | Категория молниезащиты |
|---|---|---|
| Здания и сооружения или их части, помещения которые согласно ПУЭ относятся к зонам классов B-I и B-II. | A | I |
| То же классов B-Iа, B-Iб, B-IIа:<br>Помещения связанные с перекачкой, отпуском и применением горючих жидкостей;<br>Газорегуляторные (газораспределительные) пункты и помещения хранения горючих газов;<br>Аппаратные и насосные отделения аммиачных холодильных установок;<br>Помещения для хранения бензина, керосина, лакокрасочных материалов, спиртов и других ЛВЖ;<br>Помещения для хранения баллонов с горючими газами (водяного газа, водорода, метана, биогаза и т.д.), карбида кальция в барабанах;<br>Помещения для хранения ядовитых веществ и | При ожидаемом количестве поражения молнией в год: N>1 – А при N≤1 – Б. | II |

| | | |
|---|---|---|
| гербицидов, а также веществ, способных при взаимодействии с водой, воздухом и друг с другом взрываться и гореть;<br>Помещения для закрытых емкостей и приемников навоза;<br>Помещения для хранения комбикормов, травяной муки, механизированные и немеханизированные склады напольного хранения зерна;<br>Помещения для текущего ремонта и проверки топливной аппаратуры;<br>Зарядная стартерных аккумуляторных батарей; | | |
| Здания и сооружения или их части, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зонам П-I, П-II, П-IIа:<br>Помещения для хранения смазочных материалов для централизованной заправки машин после ремонта и технического обслуживания;<br>Помещения для хранения отремонтированных машин, ремонтного фонда, запчастей, узлов и агрегатов в сгораемой таре;<br>Помещения для хранения твердых горючих веществ и материалов, негорючих веществ и материалов, упакованных в сгораемую тару;<br>Помещения для хранения грубых кормов и подстилки, сухого помета и навоза;<br>Помещения для хранения спецодежды, технических и обтирочных материалов, синтетических моющих средств;<br>Участки технического обслуживания, диагностики и текущего ремонта подвижного состава с двигателями, работающими на бензине, дизельном топливе и сжиженном газе; | При $0,1<N\leq 2$ – А, при $N>2$ – Б | III |
| 4. Здания вычислительных центров, в том числе расположенных в городской застройке. | Б | III |
| 5. Животноводческие и птицеводческие здания и сооружения для крупного рогатого скота и свиней на 100 голов и более, для овец на 500 голов и более, для птиц на 1000 голов и более, для лошадей на 40 голов и более. | Б | III |
| 6. Дымовые и прочие трубы предприятий и котельных, башни и вышки всех назначений высотой 15 м и более. | Б | III |
| 7. Жилые и общественные здания, высота которых более чем 25 м больше средней высоты окружающих зданий в радиусе 400 м, а также отдельно стоящие здания высотой более 30 м, удаленные от других зданий более чем на 400 м. | Б | III |
| 8. Общественные здания следующего назначения: детские дошкольные учреждения, школы, лечебные учреждения, спальные корпуса, гостиницы, культурно-просветительские учреждения и т.п. | Б | III |

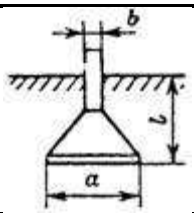
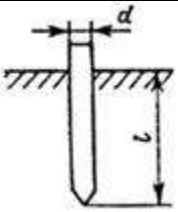
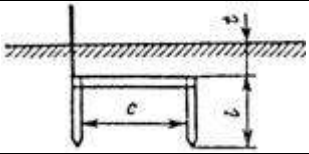
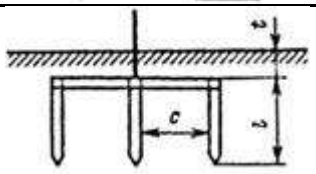
Молниезащита I категории

Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений, относимых по устройству молниезащиты к I категории, должна выполнятся отдельно стоящими стержневыми или тросовыми молниеотводами. Указанные молниеотводы должны обеспечивать зону защиты типа А. Наименьшее допустимое расстояние $S_B$ по воздуху от защищаемого объекта до опоры (токоотвода) стержневого или тросового молниеотвода определяется в зависимости от высоты здания, конструкции заземлителя и эквивалентного удельного электрического сопротивления грунта ρ.

Выбор заземлителя защиты от прямых ударов молнии (естественного или искусственного) определяется требованиями п.1.8. «Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений» (РД 34.21.122 – 87). При этом для отдельно стоящих молниеотводов приемлемы следующие конструкции заземлителей (табл.3):

1. один (и более) железобетонный подножник длиной не менее 2 м или одной (и более) железобетонная свая длиной не менее 5 м;
2. заглубленная в землю не менее чем на 5 м стойка железобетонной опоры диаметром не менее 0,25 м;
3. железобетонный фундамент произвольной формы с площадью поверхности контакта с землёй не менее 10 м$^2$;
4. искусственный заземлитель, состоящий из трех вертикальных электродов и более, длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом, при расстоянии между вертикальными электродами не менее 5 м. Минимальные сечения (диаметры) электродов определяются по табл.4.

Таблица 3. Конструкции заземлителей

| Заземлитель | Эскиз | Размеры, м |
|---|---|---|
| Железобетонный подножник |  | a≥1,8<br>b≥0,4<br>l≥2,2 |
| Железобетонная свая |  | d=0,25…04<br>l≥5 |
| Стальной двухстержневой:<br>полоса размером 40´4 мм;<br>стержни диаметром d=10-20 мм |  | t≥0,5<br>l=3…5<br>c=3…5 |
| Стальной трехстержневой:<br>полоса размером 40´4 мм;<br>стержни диаметром d= 10-20 мм |  | t≥0,5<br>l=3…5<br>c=3…5 |

Искусственные заземлители следует располагать под асфальтовым покрытием или в редко посещаемых местах (на газонах, в удалении на 5 м и более от грунтовых проезжих и пешеходных дорог и т.п.).

Железобетонные фундамент зданий, сооружений, наружных установок, опор молниеотводов, как правило, используют в качестве естественного заземлителя молниезащиты при условии обеспечения непрерывной электрической связи по их арматуре и присоединения её к закладным деталям с помощью сварки.

Таблица 4. Минимальное сечение электродов искусственных заземлителей

| Форма токоотводов и заземлителя | Сечение (диаметр) токоотвода и заземлителя, проложенные | |
|---|---|---|
| | Снаружи здания на воздухе | В земле |
| Круглые токоотводы и перемычки диаметром, мм | 6 | - |
| Круглые вертикальные электроды диаметром, мм | - | 10 |
| Круглые горизонтальные электроды* диаметром, мм | - | 10 |
| Прямоугольные электроды: сечением, мм$^2$ | 48 | 160 |
| толщиной, мм | 4 | 4 |

* для прокладки наружных контуров на дне котлована по периметру здания

Битумные и битумно-латексные покрытия не являются препятствием для такого использования фундаментов. В средне- и сильноагрессивных грунтах, где защита железобетона от коррозии выполняется эпоксидными и другими полимерными покрытиями, а также при влажности грунта менее 3% использовать железобетонные фундаменты в качестве заземлителей **не допускается.**

При невозможности использования железобетонных фундаментов в качестве заземлителей под асфальтовым покрытием площадки на глубине не менее 0,5 м. через каждые 25 м. должны быть проложены радиально расходящиеся горизонтальные электроды сечением не менее 100 мм$^2$, присоединенные к заземлителям защиты сооружений от прямых ударов молнии.

Удельное электрическое сопротивление однородного по электрическим свойствам грунта $\rho$ равно сопротивлению куба грунта со сторонами 1 м, у которого между противоположными гранями обеспечен хороший контакт с подводящими ток проводами по всей плоскости граней. Оно зависит от его состава (от структуры, наличия солей) и влажности. Ниже приведены рекомендуемые для предварительных расчетов значения $\rho$ (Ом · м) различных грунтов и воды (для каменистых грунтов $\rho$ можно принять с учетом степени выветривания и уровня грунтовых вод) :

| | |
|---|---|
| каменистый грунт: | |
| граниты, гнейсы…… | $700…10^6$ |
| сланец глинистый, известняк, ракушечник…… | 100…1000 |
| песок при залегании грунтовых вод: | |
| глубже 5 м …… | 1000 |
| до 5 м …… | 500 |
| почва (чернозем и др.)…… | 200 |
| супесь влажная, мергель…… | 150 |
| суглинок полутвердый или лессовидный…… | 100 |
| мел или глина полутвердая…… | 60 |
| сланцы графитовые, мергель глинистый…….. | 50 |
| суглинок пластичный…….. | 30 |
| торф, глина пластичная……... | 20 |
| вода, равнинной реки…….. | 50 |
| подземные водоносные слои (разной минерализации)…… | 5…50 |
| морская вода……. | 1 |

Колебания влажности грунта в связи с высыханием летом сильно влияют на $\rho$. Например, для глины $\rho$ уменьшается приблизительно в 13 раз с увеличением влажности от 10 до 20 %. Промерзание грунта сильно увеличивает $\rho$. Стержневые заземлители

рекомендуется забивать на большую глубину, чем глубина промерзания, и по возможности ниже низшего уровня грунтовых вод. Однако, учитывая, что значительная часть стержней длиной 2…5 м лежит в зоне, подверженной сезонным колебаниям удельное электрическое сопротивление грунта увеличивается на коэффициент сезонности kc, учитывающий промерзание почвы:

$$\rho_o = kc \cdot \rho$$

В табл 11. 5. Приведены значения коэффициента сезонности kc в зависимости от климатических зон и типов заземлителей.

Для зданий и сооружений высотой не более 30 м наименьшее допустимое расстояние $S_B$, м, равно:

при $\rho \leq 100$ Ом · м для заземлителя любой конструкции $S_B=3$ м.

при $100<\rho\leq1000$ Ом · м:

для заземлителей, состоящих из одной железобетонной сваи, одного железобетонного подножника или заглубленной стойки железобетонной опоры, $S_B=3+10^{-2}(\rho-100)$;

для заземлителей, состоящих из четырех железобетонных свай либо подножников, расположенных в углах прямоугольника на расстоянии 3 – 8 м один от другого, или железобетонного фундамента произвольной формы с площадью поверхности контакта с землей не менее 70 м$^2$, или искусственных заземлителей $S_B=4$ м.

Для зданий и сооружений большей высоты значение $S_B$ должно быть увеличено на 1 м в расчете на каждые 10 м высоты объекта сверх 30 м.

Наименьшее допустимое расстояние $S_{B1}$ от защищаемого объекта до троса в середине пролета (рис.) определяется в зависимости от конструкции заземлителя, удельного сопротивления грунта $\rho$ и суммарной длины l молниеприемников и токоотводов.

При длине $l<200$ м наименьшее допустимое расстояние $S_{B1}$, м, равно:

при $\rho\leq100$ Ом · м для заземлителя любой конструкции $S_{B1}=3,5$ м;

при $100<\rho\leq1000$ Ом · м:

для заземлителей, состоящих из одной железобетонной сваи, одного железобетонного подножника или заглубленной стойки железобетонной опоры, $S_{B1}=3,5+3\cdot10^{-3}(\rho-100)$;

для заземлителей, состоящих из четырех железобетонных свай либо подножников, расположенных в углах прямоугольника на расстоянии 3 – 8 м один от другого, или искусственных заземлителей $S_{B1}=4$ м.

При суммарной длине молниеприемников и токоотводов l=200…300 м наименьшее допустимое расстояние $S_{B1}$ должно быть увеличено на 2 м по сравнению с определенными выше значениями.

При наличии на зданиях и сооружениях прямых газоотводных и дыхательных труб для свободного отвода в атмосферу газов, паров и взвесей взрывоопасной концентрации в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное полушарием радиусом 5 м.

Для газоотводных и дыхательных труб, оборудованных колпаками, в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное цилиндром высотой H и радиусом R:

для газов тяжелее воздуха при избыточном давлении установки менее 5,05 кПа H=1 м, R=2 м; 5,05 – 26,25 кПа H=2,5 м, R=5 м;

для газов легче воздуха при избыточном давлении внутри установки до 25,25 кПа H=2,5 м, R=5м; свыше 25,25 кПа H=5 м, R=5м.

Не требуется включать в зону защиты молниеотводов пространство над обрезом труб: при выбросе газов невзрывоопасной концентрации; при постоянно горящих факелах и факелах, поджигаемых в момент выброса газов; для вытяжных вентиляционных шахт, предохранительных и аварийных клапанов, выброс газов взрывоопасной концентрации, осуществляемых только в аварийных случаях.

Таблица 5. Коэффициенты сезонности в зависимости от климатических ЗОн

| Признаки зон и коэффициенты сезонности | I зона | II зона | III зона | IVзона |
|---|---|---|---|---|
| Средняя многолетняя температура января, °С | От –20 до – 15 | От – 15 до – 10 | От –10 до 0 | От 0 до +5 |
| То же, июля | | | От +22 до +24 | От +24 до +26 |
| ***Среднегодовое количество осадков, см*** | От +15 до +18 | От +18 до +22 | | |
| Длительность стояния льда, дней | 40 | | 50 | 30…50 |
| Коэффициент сезонности kc для протяженных горизонтальных заземлителей на глубине заложения 0,8 м. | 190…170 | 50<br>150 | 100 | 0 |
| Коэффициент сезонности kc для вертикальных стержней длиной 2…3 м при глубине заложения вершины 0,5…0,8 м. | 4,5…7,0 | 3,5…4,5 | 2,0…2,5 | 1,5…2,0 |
| То же, при длине стержней 5 м и глубине заложения вершины 0,7…0,8 м. | 1,8…2,0 | 1,6…1,8 | 1,4…1,6 | 1,2…1,4 |
| | 1,35 | 1,25 | 1,15 | 1,1 |

Молниезащита II категории

Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений II категории с неметаллической кровлей должна быть выполнена отдельно стоящими или установленными на защищаемом объекте стержневыми или тросовыми молниеотводами, обеспечивающими зону защиты в соответствии с требованиями приложений 1 и 2. При установке молниеотводов на объекте от каждого стержневого молниеприемника или каждой стойки тросового молниеприемника должно быть обеспечено не менее двух токотводов. При уклоне кровли не более 1 : 8 может быть использована также молниеприемная сетка, которая должна быть выполнена из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм и уложена на кровлю сверху или под несгораемые или трудносгораемые утеплитель или гидроизоляцию. Шаг ячеек сетки должен быть не более 6х6 м. узлы сетки должны быть соединены сваркой. Выступающие над крышей металлические элементы (трубы, шахты, вентиляционные устройства) должны быть присоединены к молниеприемной сетке, а выступающие неметаллические элементы – оборудованы дополнительными молниеприемниками, также присоединенными к молниеприемной сетке.

Установка молниеприемников или наложение молниеприемной сетки не требуется для зданий и сооружений с металлическими фермами при условии, что в их кровлях используются несгораемые или трудносгораемые утеплители и гидроизоляция.

На зданиях и сооружениях с металлической кровлей в качестве молниеприемника должна использоваться сама кровля. При этом все выступающие неметаллические элементы должны быть оборудованы молниеприемниками, присоединенными к металлу кровли.

Токоотводы от металлической кровли или молниеприемной сетки должны быть приложены к заземлителям не реже чем через 25 м по периметру здания.

При прокладке молниеприемной сетки и установке молниеотводов на защищаемом объекте всюду, где это возможно, в качестве токоотводов следует использовать металлические конструкции зданий и сооружений (колонны, фермы, рамы, пожарные лестницы и т.п., а также арматуру железобетонных конструкций) при условии обеспечения непрерывной электрической связи в соединениях конструкции и арматуры с молниеприемниками и заземлителями, выполняемых, как правило, сваркой.

Токоотводы, прокладываемые по наружней стене здания, следует располагать не ближе чем в 3 м от входов или в местах, не допустимых для прикосновения людей.

В качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии во всех возможных случаях следует использовать железобетонные фундаменты зданий и сооружений.

При невозможности использования фундаментов предусматриваются искусственные заземлители:

при наличии стержневых и тросовых молниеотводов, каждый токоотвод присоединяется к заземлителю представленному в таб.

при наличии молниеприемной сетки или металлической кровли по периметру здания или сооружения прокладываются наружный контур следующей конструкции:

в грунтах с удельным сопротивлением $\rho \leq 500$ Ом · м при площади здания более 250 м$^2$ выполняется контур из горизонтальных электродов, уложенных в земле на глубине не менее 0,5 м, а при площади здания менее 250 м$^2$ к этому контуру в местах присоединения токоотводов приваривается по одному вертикальному или горизонтальному лучевому электроду длиной 2– 3 м;

в грунтах с удельным сопротивлением $500 < \rho \leq 1000$ Ом · м при площади здания более 900 м$^2$ достаточно выполнить контур только из горизонтальных электродов, а при площади здания менее 900 м$^2$ к этому контуру в местах присоединения токоотводов приваривается не менее двух вертикальных или горизонтальных лучевых электродов длиной 2 – 3 м на расстоянии 3 – 5 м один от другого.

При установке отдельно стоящих молниеотводов расстояние от них по воздуху и в земле до защищаемого объекта и вводимых в него подземных коммуникаций не нормируется.

Наружные установки, содержащие горючие и сжиженные газы и легковоспламеняющихся жидкости, следует защищать от прямых ударов молнии следующим образом:

a) корпуса установок из железобетона, металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине металла крыши менее 4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на защищаемом объекте или отдельно стоящими;

b) металлические корпуса установок и отдельных резервуаров при толщине металла крыши 4 мм и более, а также отдельные резервуары вместимостью менее 200 м$^3$ независимо от толщины металла крыши, а также металлические кожухи теплоизолированных установок достаточно присоединить к заземлителю.

Для резервуарных парков, содержащих сжиженные газы, общей вместимостью более 8000 м$^3$, а также для резервуарных парков с корпусами из металла и железобетона, содержащие горючие газы и легковоспламеняющиеся жидкости, при общей вместимости группы резервуаров более 100 тыс. м$^3$ защиту от прямых ударов молнии следует, как правило, выполнять отдельно стоящими молниеотводами.

Очистные сооружения подлежат защите от прямых ударов молнии, если температура вспышки содержащего в сточных водах продукта превышает его рабочую температуру менее чем на 10 $^o$C. В зону защиты молниеотводов должно входить пространство, основание которого выходит за приделы очистного сооружения на 5 м в каждую сторону от его стенок, а высота равна высоте сооружений плюс 3 м.

Если на наружных установках или в резервуарах (наземных или подземных), содержащих горючие газы или легковоспламеняющиеся жидкости, имеются газоотводные или дыхательные трубы, то они и пространство над ними должно быть защищены от прямых ударов молнии. Такое же пространство защищается над срезом горловины цистерн, в которые проходит открытый налив продукта на сливоналивной эстакаде. Защите от прямых ударов молнии подлежат также дыхательные клапаны и пространство над ними, ограниченное цилиндром высотой 2,5 м с радиусом основания 5 м.

Для резервуаров с плавающими крышами или понтонами в зону защиты молниеотводов должно входить пространство, ограниченное поверхностью, любая точка которой отстоит на 5 м от легковоспламеняющейся жидкости в кольцевом зазоре.

Для все выше перечисленных установок в качестве заземлителей следует по возможности использовать железобетонные фундаменты этих установок или опор отдельно стоящих молниеотводов либо выполнять искусственные заземлители, состоящие из одного вертикального или одного горизонтального электрода длиной не менее 5 м. К этим заземлителям, размещенным не реже чем через 50 м по периметру основания установки,

должны быть присоединены корпуса наружных установок или токоотводы установленных на них молниеотводов, число заземлителей - не менее двух.

Молниезащита III категории

Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений, относимых по устройству молниезащиты к III категории, выполняется способами, аналогичными для зданий II категории, при этом в случаи использования молниеприемной сетки шаг её ячеек должен быть не более 12х12 м.

Во всех возможных случаях в качестве заземлителей следует использовать железобетонные фундаменты зданий и сооружений. При невозможности их использования выполняют искусственные заземлители:

каждый токоотвод от стержневых и тросовых молниеприемников должен быть присоединен к заземлителю, состоящему из двух вертикальных электродов (и более) длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом длиной не менее 5 м;

при наличии молниеприемной сетки или металлической кровли по периметру здания или сооружения прокладываются наружный контур на глубине не менее 0,5 м, состоящий из горизонтальных электродов. В грунтах с удельным сопротивлением $500<\rho\leq1000$ Ом · м при площади здания менее 900 м$^2$ к этому контуру в местах присоединения токоотводов приваривается по одному вертикальному или горизонтальному лучевому электроду длиной 2 – 3 м.

При защите строений для крупного рогатого скота и конюшен отдельно стоящими молниеотводами их опоры и заземлители следует располагать не ближе чем в 5 м от входа в строение.

Молниезащита наружных установок, содержащих горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 $^{o}$C должна быть выполнена следующим образом:

a) корпуса установок из железобетона и корпуса установок и резервуаров из металла при толщине крыши менее 4 мм должны быть оборудованы молниеотводами, установленными на защищаемом сооружении или отдельно стоящими;

b) металлические корпуса установок и резервуаров при толщине крыши 4 мм и более следует присоединять к заземлителю. Конструкция заземлителей аналогична конструкции для резервуаров и наружных установок II категории.

Расположенные в сельской местности небольшие строения с неметаллической кровлей подлежат защите от прямых ударов молнии одним из упрощенных способов:

- при наличии на расстоянии 3 – 10 м от строения деревьев, в 2 раза и более превышающих его высоту с учетом всех выступающих на кровле предметов по стволу ближайшего из деревьев должен быть проложен токоотвод, верхний конец которого выступает над кровлей дерева не менее чем на 200 мм. У основания дерева токоотвод должен быть присоединен к заземлителю;
- если конец кровли соответствует наибольшей высоте строения, над ним должен быть подвешен тросовый молниеприемник, возвышающийся над коньком не менее чем на 250 мм. Опорами для молниеприемника могут служить закрепленные на стенах строения деревянные планки. Токоотводы прокладываются с двух сторон по торцевым стенам строения и присоединенные к заземлителям. При длине строения менее 10 м токоотвод и заземлители могут быть выполнены только с одной стороны;
- при наличии возвышающихся над всеми элементами кровли дымовой трубы над ней следует установить стержневой молниеприемник высотой не менее 200 мм, проложить по кровле и стене строения токоотвод и присоединить его к заземлителю;
- при наличии металлической кровли её следует хотя бы в одной точке присоединить к заземлителю, при этом токоотводами могут служить наружные металлические лестницы, водостоки и т.п. К кровле должны быть присоединены все выступающие на ней металлические предметы.

Во всех случаях следует применять молниеприемники и токоотводы минимальным диаметром 6 мм, а в качестве заземлителя – один вертикальный высотой 2 – 3 м или

горизонтальный электрод длиной 2 – 3 м минимальным диаметром 10 мм, уложенный на глубине не менее 0,5 м.

Защита от прямых ударов молнии неметаллических труб, башен, вышек высотой более 15 м должна быть выполнена путем установки на этих сооружениях при их высоте:

до 50 м – одного стержневого молниеприемника высотой не менее 1 м;

от 50 до 150 м – двух стержневых молниеприемников высотой не менее1 м, соединенных на верхнем торце трубы;

более 150 м – не менее трех стержневых молниеприемников высотой 0,2 – 0,5 м или по верхнему торцу трубы должно быть уложено стальное кольцо сечением не менее 160 мм$^2$.

При высоте сооружения до 50 м от молниеприемников должна быть предусмотрена прокладка одного токоотвода; при высоте более 50 м токоотводы должны быть проложены не реже чем через 25 м по периметру основания сооружения, их минимальное количество два.

В качестве заземлителя следует использовать из железобетонные фундаменты. При невозможности используются искусственные состоящие из двух стержней, соединенных горизонтальным электродом проложенных на глубине не менее 0,5 м и выполненных из электродов круглого сечения.

## 2.3. РАСЧЕТ ЗОНЫ ЗАЩИТЫ МОЛНИЕОТВОДОВ

2.3.1.Одиночный стержневой молниеотвод.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h представляет собой круговой конус (рис 1), вершина которого находится на высоте $h_o<h$. На уровне земли зона защиты образует круг радиусом $r_o$. Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения $h_x$ представляет собой круг радиусом $r_x$.

2.3.1.1. Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой $h\leq150$ м имеют следующие габаритные размеры.

Зона А: $h_o=0,85h$; $r_o=(1,1-0,002h)h$; $r_x=(1,1-0,002h)\cdot(h-h_x/0,85)$.

Зона Б: $h_o=0,92h$; $r_o=1,5h$; $r_x=1,5(h-h_x/0,92)$.

При этом высота молниеприемника для обоих зон определяется по формуле:

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

2.3.1.2. Зоны защиты при высоте $150<h<600$ м имеют следующие габаритные размеры.

Зона А: $h_o=[0,85-1,7\cdot10^{-3}(h-150)]h$;

$$r_o=[0,8-1,8\cdot10^{-3}(h-150)]h;$$

$$r_x=[0,8-1,8\cdot10^{-3}(h-150)]h\cdot\left\{1-\frac{h_x}{0,85-1,7\cdot10^{-3}(h-150)h}\right\}$$

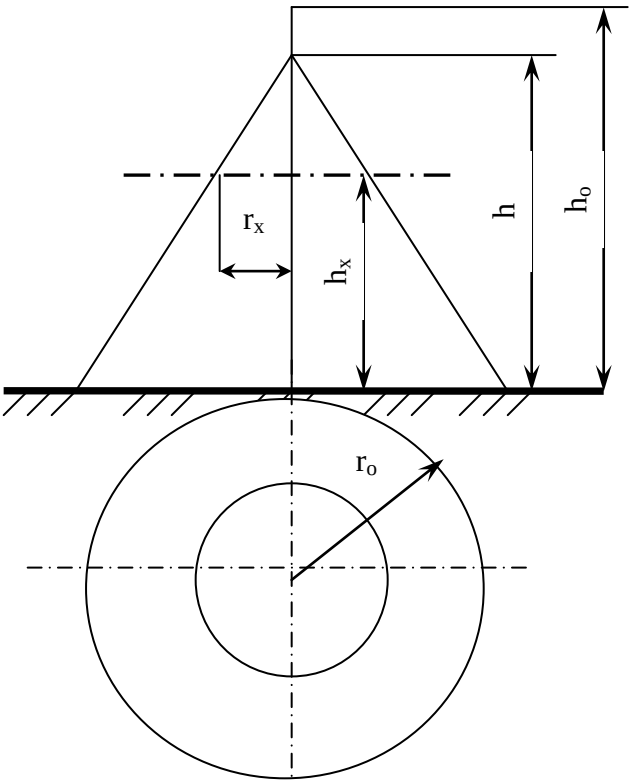


Рис. 1. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода.

Зона Б: $h_o=[0,92 – 0,8\cdot 10^{-3}(h – 150)]h;$

$r_o=225$ м;

$$r_x=225 - \frac{225\,h_x}{0,92 – 0,8\cdot 10^{-3}\,h – 150\,h}$$

2.3.2. Двойной стержневой молниеотвод.

2.3.2.1. Для защиты длинных сооружений устанавливают два стержневых молниеотвода. Габаритные размеры торцевых областей зоны защиты (рис 11. 2) определяется по формулам п. 2.3.1.1.

Внутренние зоны молниеотвода имеют следующие размеры.

Зона А:

при $L \le h$

$$h_c=h_o;\quad r_{cx}=r_x;\quad r_c=r_o$$

при $h<L\le 2h$

$$h_c=h_o – (0,17 + 3\cdot 10^{-4}h)\,(L – h);$$
$$r_c=r_o;\qquad r_{cx}=r_o(h_c – h_x)/h_c.$$

при $2h<L\le 4h$

$$h_c=h_o – (0,17 + 3\cdot 10^{-4}h)\,(L – h);$$
$$r_c=r_o\left[1 – \frac{0,2\,(L – 2h}{h}\right];$$
$$r_{cx}=r_c(h_c – h_x)/h_c.$$

При расстоянии между стержнями молниеотводами $L>4h$ для построения зоны А молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

Зона Б.

при $L \le h$

$$h_c=h_o;\quad r_{cx}=r_x;\quad r_c=r_o$$

при $h<L\le 6h$

$$h_c=h_o – 0,14\,(L – h);$$
$$r_c=r_o;\qquad r_{cx}=r_o(h_c – h_x)/h_c.$$

При расстоянии между стержневыми молниеотводами $L>6h$ для построения зоны Б молниеотводы следует считать одиночными.

Высота молниеотвода определяется по формуле:

$$h=(h_c+0,14L)/1,06$$

2.3.2.2. Габаритные размеры торцевых зон защиты двух стержневых молниеотводов разной высоты $h_1$ и $h_2\le 150$ м (рис 15.3) определяются по формулам п. 2.3.1.1. Габаритные размеры внутренней области зоны защиты определяются по формулам: $r_c=(r_{o1}+r_{o2})/2$; $h_c=(h_{c1}+h_{c2})/2$; $r_{cx}=r_c(h_c – h_x)/h_c$, где значения $h_{c1}$ и $h_{c2}$ вычисляются по формулам для $h_c$ п. 2.3.2. 1

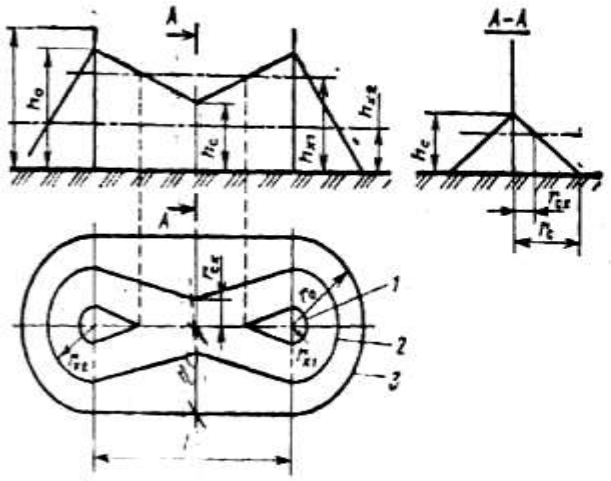


Рис. 2. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода

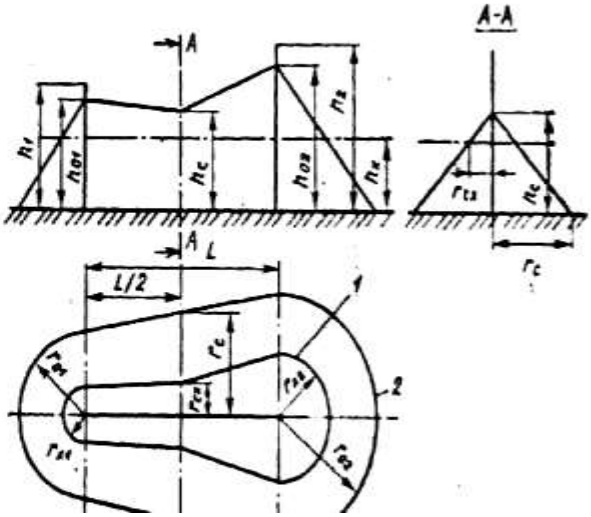


Рис. 3. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода разной высоты.

2.3.3. Одиночный тросовый молниеотвод

При очень длинных зданиях, когда недостаточно двух стержневых молниеотводов, устраивают одиночные или двойные тросовые молниеотводы.

Зона защиты одиночного тросового молниеотвода приведена на рис. 11.4, где h – высота троса в середине пролета. С учетом стрелы провеса троса сечением 35 – 50 мм$^2$ при известной высоте опор $h_{оп}$ и длине пролета а высота троса определяется:

$$h=h_{оп}-2 \quad \text{при } a<120 \text{ м};$$

$$h=h_{оп}-3 \quad \text{при } 120<a<150 \text{ м}.$$

Зоны защиты одиночного тросового молниеотвода имеют следующие габаритные размеры.

Зона А:

$$h_o=0{,}85h; \quad r_o=(1{,}35-0{,}0025h)h;$$

$$r_x=(1{,}35-0{,}0025h)(h-h_x/0{,}85).$$

Зона Б:

$$h_o=0{,}92h; \quad r_o=1{,}7h; \quad r_x=1{,}7(h-h_x/0{,}92).$$

Высота одиночного тросового молниеотвода определяется по формуле:

$$h=(r_x+1{,}85h_x)/1{,}7.$$

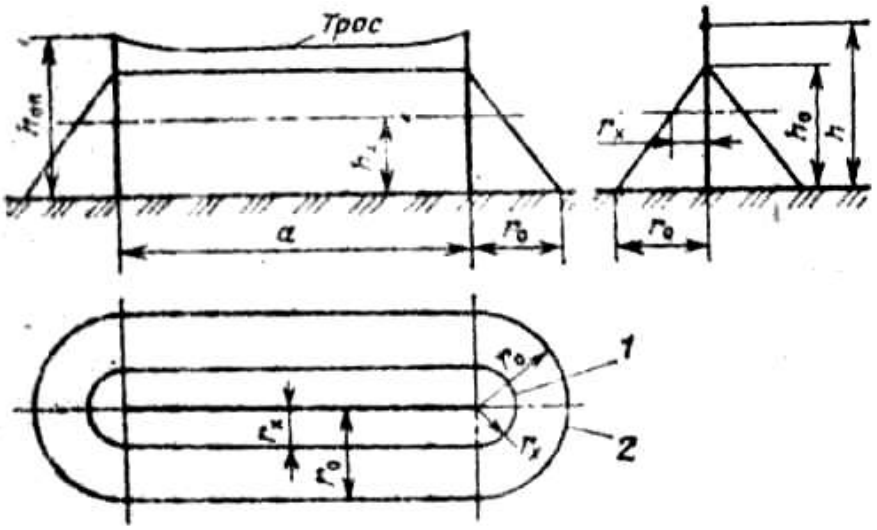



Рис. 4. Зона защиты одиночного тросового молниеотвода.

2.3.4. Двойной тросовый молниеотвод

2.3.4.1.Зона защиты двойного тросового молниеотвода приведена на рис. 15.7. Размеры $r_o$, $h_o$, $r_x$ определяется по формулам п. 2.3.3. Остальные размеры зон определяются следующим образом.

Зона А:

при $L \le h$

$$h_c=h_o; \quad r_{cx}=r_x; \quad r_c=r_o$$

при $h<L\le 2h$

$$h_c=h_o - (0{,}14 + 5\cdot 10^{-4}h)\,(L - h);$$

$$r_x^{/} = \frac{L}{2}\left(\frac{h_o - h_x}{h_o - h_c}\right)$$

$$r_c=r_o; \qquad r_{cx}=r_o(h_c - h_x)/h_c$$

при $2h<L\le 4h$

$$h_c=h_o - (0{,}14 + 5\cdot 10^{-4}h)\,(L - h);$$

$$r_x^{/} = \frac{L}{2}\left(\frac{h_o - h_x}{h_o - h_c}\right)$$

$$r_c=r_o\left[1 - \frac{0{,}2\,(L - 2h)}{h}\right];$$

$$r_{cx}=r_c(h_c - h_x)/h_c.$$

При расстоянии между стержнями молниеотводами $L>4h$ для построения зоны А молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

Зона Б:

при $L \le h$

$$h_c=h_o; \quad r_{cx}=r_x; \quad r_c=r_o$$

при $h<L\le 6h$

$$h_c=h_o - 0{,}12\,(L - h);$$

$$r_x^{/} = \frac{L}{2}\left(\frac{h_o - h_x}{h_o - h_c}\right)$$

$$r_c=r_o; \qquad r_{cx}=r_o(h_c - h_x)/h_c.$$

При расстоянии между стержневыми молниеотводами $L>6h$ для построения зоны Б молниеотводы следует считать одиночными.

Высота тросового молниеотвода находится по формуле:

$$h=(h_c+0{,}12L)/1{,}06$$

2.3.4.2. Зона защиты двух тросов разной высоты приведены на рис. . Значения $r_{o1}$, $r_{o2}$, $h_{o1}$, $h_{o2}$, $r_{x1}$, $r_{x2}$ определяются по формулам п. 2.3.3 как для одиночного тросового молниеотвода. Для определения размеров $r_c$ и $h_c$ используются формулы: $r_c=(r_{o1}+r_{o2})/2$; $h_c=(h_{c1}+h_{c2})/2$; где значения $h_{c1}$ и $h_{c2}$ вычисляются по формулам для $h_c$ п. 2.3.4.1. Значения $r_{x1}^{/}$, $r_{x2}^{/}$, $r_{cx}$ вычисляются по тем же формулам п. 2.3.4.1.

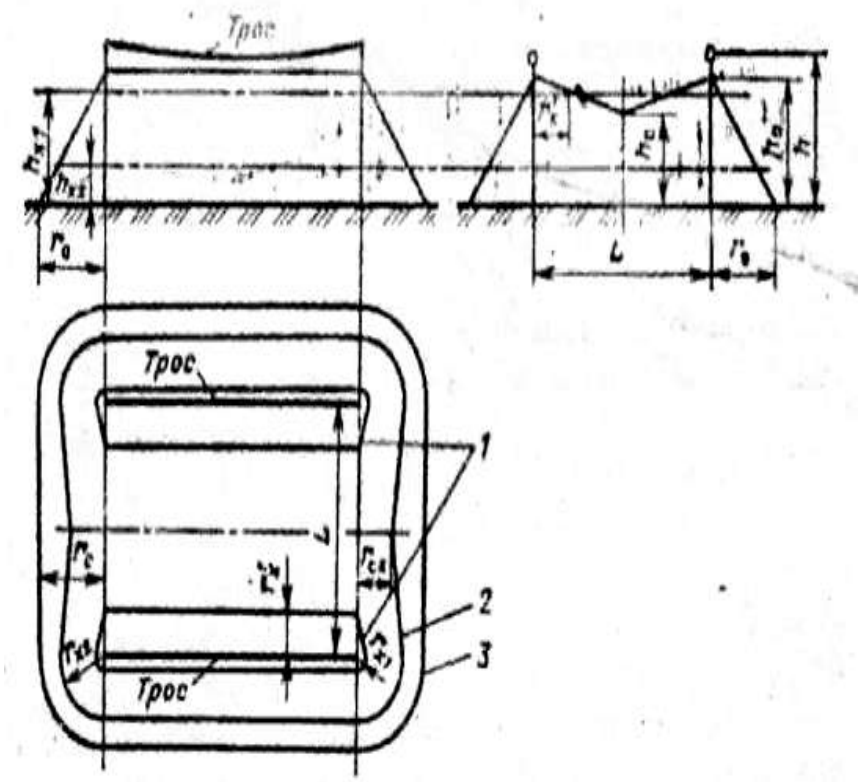



Рис. 5. Зона защиты двойного тросового молниеотвода.

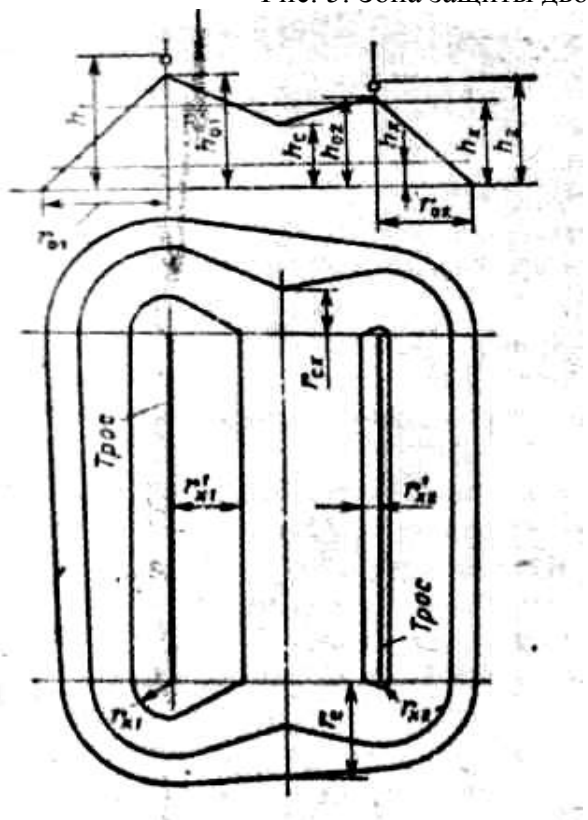



Рис. 6. Зона защиты двух тросовых молниеотводов разной высоты.

**3.14.3 Результаты и выводы:**

1. Ознакомьтесь с основными категориями молниезащиты и ее необходимостью
2. Ознакомьтесь с методикой расчета молниезащиты для сельскохозяйственных объектов
3. Рассчитайте молниезащиту для предлагаемого объекта по варианту.
4. Оформите отчет и сдайте преподавателю

## 2.15 Лабораторная работа ЛР №15 ( 2 часа).
## Тема: «Расчет защитного заземления и зануления на объектах АПК»

**2.15.1 Цель работы:** произвести расчет защитного зазмеления

**2.15.2 Задачи работы:**

1. Ознакомиться с защитным заземлением и его необходимостью на предприятиях АПК
2. Изучить методику расчета защитного заземления

**2.15.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Справочные материалы.
2. Табличные данные.

**2.15.4 Описание (ход) работы:**

Защитное заземляющее устройство, предназначенное для защиты людей от поражения электрическим током при переходе напряжения на металлические части электрооборудования, представляет собой специально выполненное соединение конструктивных металлических частей электрооборудования (вычислительная техника, приборостроительные комплексы, испытательные стенды, станки, аппараты, светильники, щиты управления, шкафы и пр.), нормально не находящихся под напряжением, с заземлителями, расположенными непосредственно в земле.

В качестве искусственных заземлителей используют стальные трубы длиной *1,5…4 м*, диаметром *25…50 мм*, которые забивают в землю, а также металлические стержни и полосы. Для достижения требуемого сопротивления заземлителя, как правило, используют несколько труб (стержней), забитых в землю и соединённых там металлической (стальной) полосой.

Контурным защитным заземлением называется система, состоящая из труб, забиваемых вокруг здания цеха, в котором расположены электроустановки.

Заземление электроустановок необходимо выполнять:

– при напряжении выше *380В* переменного и *440В* постоянного тока в помещениях без повышенной опасности, т. е. во всех случаях;

– при номинальном напряжении выше *42В* переменного и *110В* постоянного тока в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках;

– при любых напряжениях переменного и постоянного тока во взрывоопасных помещениях.

Ниже приведены классификация и характеристика помещений.

Помещения без повышенной опасности:

Помещения без повышенной опасности - помещения, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную опасность или особую опасность

Помещения с повышенной опасностью:

Помещения с повышенной опасностью - помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий:

– сырость (относительная влажность воздуха длительно превышает *75%);*

– токопроводящая пыль;

– токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.д.);

– высокая температура (температура в помещении постоянно или периодически превышает $35^0C$);

– возможность одновременного прикосновения человека к соединённым с землёй металлоконструкциям зданий с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования с другой.

Помещения особо опасные:

Помещения особо опасные - помещения, характеризуемые наличием одного из следующих условий:

– особая опасность – относительная влажность близка к 100% (потолок, стены, пол, предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой);

– химически активная или органическая среда (в помещении содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения и плесень);

– наличие одновременно двух и более условий для помещений повышенной опасности.

На электрических установках напряжением до *1000В* одиночные заземлители соединяют стальной полосой толщиной не менее *4мм* и сечением не менее *48мм*$^2$. Для уменьшения экранирования рекомендуется одиночные заземлители располагать на расстоянии не менее *2,5…3 м* один от другого.

1. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Сопротивление растеканию тока, *Ом*, через одиночный заземлитель из труб диаметром *25…50мм*.

$$R_{тр} = 0,9 \cdot (\rho / l_{тр}), \quad (1.)$$

где $\rho$ - удельное сопротивление грунта, которые выбирают в зависимости от его типа, *Ом·см* (для песка оно равно 40 000…70 000, для супеси – 15 000…40 000, для суглинка - 4000…15 000, для глины – 800…7000, для чернозёма - 900…5300); $l_{тр}$ – длина трубы, *м*.

Затем определяют ориентировочное число вертикальных заземлителей без учёта коэффициента экранирования

$$n = R_{тр} / r, \quad (2.)$$

где *r* - допустимое сопротивление заземляющего устройства, *Ом*.

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПЭУ) на электрических установках напряжением до *1000В* допустимое сопротивление заземляющего устройства равно не более *4 Ом.*

Разместив вертикальные заземлители на плане и определив расстояние между ними, определяют коэффициент экранирования заземлителей по табл. 1.

*Таблица 1. Коэффициенты экранирования заземлителей* $\eta_{гр}$

| Число труб (угол-ков) | Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине | $\eta_{гр}$ | Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине | $\eta_{гр}$ | Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине | $\eta_{гр}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 1 | 0,66…0,72 | 2 | 0,76…0,80 | 3 | 0,84…0,86 |
| 6 | 1 | 0,58…0,65 | 2 | 0,71…0,75 | 3 | 0,78…0,82 |
| 10 | 1 | 0,52…0,58 | 2 | 0,66…0,71 | 3 | 0,74…0,78 |
| 20 | 1 | 0,44…0,50 | 2 | 0,61…0,66 | 3 | 0,68…0,73 |
| 40 | 1 | 0,38…0,44 | 2 | 0,55…0,61 | 3 | 0,64…0,69 |
| 60 | 1 | 0,36…0,42 | 2 | 0,52…0,58 | 3 | 0,62…0,67 |

Число вертикальных заземлителей с учётом коэффициента экранирования

$$n_1 = n / \eta_{mp} \quad (3.)$$

Длина соединительной полосы, *м*,

$$l_n = n_1 \cdot a, \quad (4.)$$

где $a$ – расстояние между заземлителями, *м*.

Если расчётная длина соединительной полосы получилась меньше периметра цеха (задаётся по варианту), то длину соединительной полосы необходимо принять равной периметру цеха плюс *12…16 м*. После этого следует уточнить значение $\eta_{mp}$ . Если $a / l_{mp} > 3$, принимают $\eta_{mp} = 1$.

Сопротивление растеканию электрического тока через соединительную полосу, *Ом*.

$$R_n = 2{,}1 \cdot (p / l_n) \quad (5.)$$

Результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства, *Ом*.

$$R_з = R_{mp} \cdot R_n / (\eta_n \cdot R_{mp} + \eta_{mp} \cdot R_n \cdot n_1), \quad (6.)$$

где $\eta_n$ – коэффициент экранирования соединительной полосы (табл. 2.)

*Таблица 2. Коэффициенты экранирования соединительной полосы*

| Отношение расстояния между заземлителями к их длине | Число труб | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | 8 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 1 | 0,45 | 0,36 | 0,34 | 0,27 | 0,24 | 0,21 |
| 2 | 0,55 | 0,43 | 0,40 | 0,32 | 0,30 | 0,28 |
| 3 | 0,70 | 0,60 | 0,56 | 0,45 | 0,41 | 0,37 |

Полученное результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства сравнивают с допустимым.

На плане цеха размещают вертикальные заземлители и соединительную полосу.

**Результаты и выводы:**

1. Выбрать вариант (табл. 3.).
2. Рассчитать результирующее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства и сравнить с допустимым сопротивлением.
3. Подписать отчёт и сдать преподавателю

## 2.16 Лабораторная работа ЛР №16 ( 2 часа).
## Тема: «Расчет виброизоляции технологического оборудования»

**2.16.1 Цель работы:** произвести оценку эффективности средств виброизоляции

**2.16.2 Задачи работы:**

Научиться измерять величины производственных вибраций и оценивать эффективность средств виброизоляции.

**2.16.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Справочные материалы.
2. Табличные данные.

**2.16.4 Описание (ход) работы:**

Под вибрацией понимают колебания отдельных точек или целой механической системы относительно каких-либо первоначальных положений. Вибрацию вызывают динамические нагрузки, воздействующие на отдельные детали или машину в целом (движение по неровностям дороги, удары ножей, бичей в кормоприготовительных и уборочных машинах, неравномерная загрузка машины, неточное взаимодействие деталей, их неуравновешенность и т. д.).

В зависимости от способа передачи вибрации человеку она подразделяется на общую и локальную. Общая вибрация передается через опорные поверхности; локальная — при соприкосновении рук с вибрирующими деталями.

Вибрация характеризуется частотой колебаний, виброперемещением, виброскоростью и виброускорением.

Оценивать величину вибрации, как и шума, принято не по абсолютным значениям, а по их логарифмическим уровням, в децибелах. Абсолютные величины логарифмические уровни переводят по формулам:

$$L_v = 20\lg(V/V_0) \quad L_a = 20\lg(a/a_0) \qquad (1)$$

где $L_v$, , $L_a$ — уровни виброскорости и виброускорения (дБ); V, а — текущие среднеквадратические значения виброскорости (м/с) и виброускорения (м/с$^2$); $V_0$, $a_0$ — начальные пороговые значении виброскорости ($V_0$=5- 10~$^8$м/с) и виброускорения ($a_0$ = =3-10-$^4$ м/с$^2$).

Длительное воздействие вибрации на организм человека вызывает головные боли, ухудшение сна, голо вокружения, повышение возбудимости, расстройство вестибулярного аппарата, изменение в ЭКГ, поражение костно-суставного аппарата, особенно ног, рук, позвоночника и другие симптомы вибрационной болезни.

Наибольшую опасность представляют вибрации с частотами от 3 до 30 Гц. Они могут вызвать резонансные колебания отдельных органов, так как в эти:. пределах лежат частоты собственных колебаний большинства органов человеческого тела.

В соответствии с ГОСТ 12.1.012—78 «ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности» нормирование вибраций осуществляется отдельно для обще и локальной вибрации в трех взаимно перпендикулярных направлениях вдоль осей ортогональной системы: координат. Нормируются среднеквадратичные значения виброскорости и виброускорения, а также логарифмический уровень виброскорости.

Существуют несколько способов защиты от вибраций: снижение вибрации в источнике (наиболее эффективный, но не всегда осуществимый); вибродемпфирование — уменьшение амплитуды колебаний деталей машин за счет нанесения на них слоя упруго-вязких материалов (резины, пластиков, мастик и др.); виброгашение — установка машин на жесткие массивные фундаменты; виброизоляция — ослабление передачи колебаний от источника на конструкцию машины или основание за счет устранения между ними жестких связей и установки промежуточных упругих элементов (виброизоляторов). Последний принцип исследуется в этой работе.

В качестве виброизоляторов (амортизаторов) применяют стальные пружины или рессоры, прокладки из Резины, войлока и других упругих материалов. Нашли распространение комбинированные резинометаллические, пружинно-пластмассовые, а также пневморезиновые виброизоляторы, действие которых основано на упругости сжатого воздуха.

При подборе виброизоляторов следует учитывать, что положительный эффект от их применения может быть достигнут, если отношение частоты вынужденных колебаний, т. е. частоты вибраций f к собственной частоте колебаний виброизолируемой системы fo составляет не менее, чем $\sqrt{2}$. Если превышение вынужденных частот вибрации над

собственными частотами невелико, то виброизоляция будет незначительной или даже вызовет отрицательный эффект — увеличение динамических колебаний и нагрузок. При соотношении f=fo наступает резонанс системы и резкий рост вибраций. Поэтому на практике стремятся обеспечить значительную разницу между частотами, когда f>fo- Это может быть достигнуто или увеличением вынужденных частот вибраций, т. е. скоростью рабочих процессов, или снижением собственных частот системы.

Собственная частота колебаний fo уменьшается при увеличении статической осадки виброизоляторов под действием массы машины. Это следует из формулы:

$$f_0 = 1/2\pi\sqrt{\frac{g}{Xcc}} \qquad (2)$$

где g — ускорение свободного падения, м/с$^2$; $X_{ст}$ — статическая осадка системы на виброязоляторах, м.

Статическая осадка $X_{ст}$ представляет собой изменение высоты амортизаторов под воздействием массы изолируемой системы. Увеличение ее может быть достигнуто за счет повышения массы машины (что в большинстве случаев на практике неприемлемо) и за счет уменьшения жесткости амортизаторов. Более мягкие амортизаторы с хорошей осадкой лучше защищают от передачи вибраций. Однако здесь есть свои ограничения. Слишком мягкие виброизоляторы могут привести к потере устойчивости виброизолируемой системы, да и конструктивно они сложнее. Поэтому принято считать, что для практических целей достаточно, если $\frac{f}{f_0} = 3-4$

Установка (рис 1. ) состоит из электродвигателя 4 постоянного тока (источник вибрации) и сиденья оператора (объект защиты), жестко закрепленных на промежуточных плитах 9 и 15, которые, в свою очередь, установлены на раме 7 через резиновые виброизоляторы 11 электродвигателя и стальные пружинные виброизоляторы 12 сиденья.

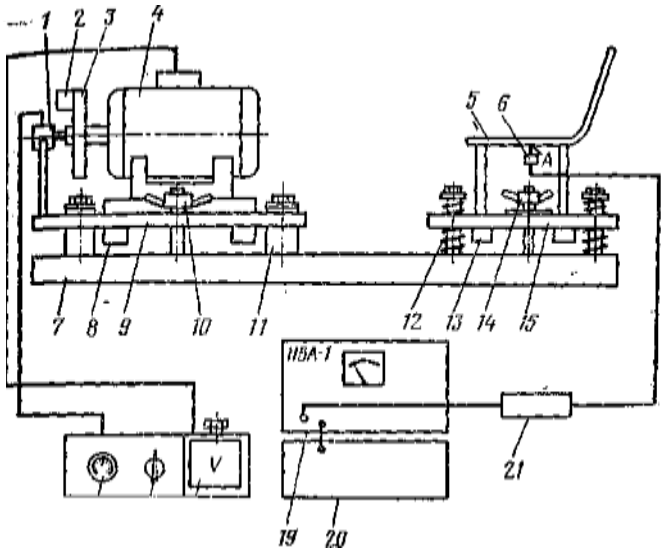



Рис 1. Схема установки для исследования вибраций:

1 — тахогенератор; I — груз дисбаланса; 3 — маховик; 4 — электродвигатель постоянного тока; 5—сиденье оператора; 6 — вибродатчик; 7 — рама; 8 —уступы; 9 — плита электродвигателя; 10 — прижимная гайка; 11 — резиновые виброизоляторы; 12 — пружинные виброизоляторы; 13 — уступы; 14 —прижимная гайка; 15 — плита сиденья; /16— тахометр; 17 — выключатель блока питания; 18 — блок питания; 19 — усилитель измерительный НВА-1; 20 — блок октавных фильтров НВА-1; 21 — усилитель предварительный.

Виброизоляция электродвигателя может быть выключена. Для этого необходимо завернуть две прижимные гайки 10 так, чтобы резиновые виброизоляторы 11 сжались, а

плита 9 электродвигателя уступами 8 плотно прижалась к раме и обеспечила передачу На нее вибрации. Аналогично может быть выключена виброизоляция сиденья оператора.

Вибрация электродвигателя создается за счет неуравновешенной массы груза 2, установленного на маховике 3. Меняя массу груза, его эксцентриситет (расстояние от оси вращения), а также частоту вращения вала электродвигателя, можно получить различные уровни и частоты вибраций.

Электродвигатель 4 питается постоянным током от блока питания 18. С помощью регулятора напряжении можно изменять частоту вращения вала электродвигателя. Она измеряется электрическим тахометром 16, питаемым от тахогенератора 1, соединенного с валом электродвигателя. Блок питания включается в сеть выключателем 17. Установка позволяет оператору (студенту) субъективно оценить действие вибрации при выключенных и включенные амортизаторах.

В работе исследуются только вертикальные вибрации на жестком металлическом сидении оператора, Вибрацию измеряют с помощью низкочастотной виброизмерительной аппаратуры НВА-1.

## 2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Исследовать спектральный состав вибрации сиденья оператора.

Включить амортизаторы электродвигателя и сиденья. Установить вибродатчик на сиденье оператора для измерения общей вертикальной вибрации. Включить и прогреть в течение 10—15 мин низкочастотную виброизмерительную аппаратуру НВА-1. Включить электродвигатель стенда. Установить заданную преподавателем частоту вращения вала.

Во время всех последующих измерений один $_{из}$ студентов занимает место на сиденье оператора.

2. Построить график $L_v = \varphi(f)$ в виде ломаной линии, соединяющей величины уровней вибраций на каждой полосе частот. Нанести на него линию допустимых уровней вибрации для категории 1. Определить зону превышения санитарно-гигиенических норм.

3. Исследовать эффективность снижения вибрации виброизолирующими средствами,

Отпустить прижимные винты плиты электродвигателя так, чтобы он мог свободно колебаться на резиновых амортизаторах.

Включить стенд, установить прежнюю частоту вращения вала электродвигателя.

Измерить уровни вертикальной вибрации последовательно на каждой среднегеометрической частоте октавных полос по описанной выше методике.

Отпустить прижимные винты сиденья так, чтобы плита сиденья могла свободно колебаться на пружинных амортизаторах, и в этом положении при работающей виброизоляции электродвигателя и сиденья вновь измерить на каждой октавной полосе частот уровни вибрации на сиденья.

Оценить воздействие вибрации сиденья на человека при различных режимах виброизоляции: виброизоляция источника и сиденья выключены; включена только виброизоляция источника; включена виброизоляция источника и сиденья. Дать оценку: а) вибрация не беспокоит; б) беспокоит слабо; в) беспокоит средне; г) беспокоит сильно; д) беспокоит очень сильно (не переносится).

На ранее начерченный график спектра вибраций сиденья при выключенных амортизаторах нанести новые графики спектров вибрации; при включенной виброизоляции электродвигателя; при включенной виброизоляцин электродвигателя и сиденья и сравнить их с линией допустимого уровня вибрации. • Сделать выводы об эффективности работы виброизоляции

Результаты исследований представить в виде таблицы

| Состояние виброизоляции | Значение уровней виброскорости на различных среднегеометрических частотах. Гц | | | | | | | | Субъективные ощущения |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 8 | 16 | 31,5 | 63 | 125 | 250 | |
| Включена | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| полностью | | | | | | | | | |
| Включена только виброизоляция электродвигателя | | | | | | | | | |
| Включена виброизоляция электродвигателя и сиденья | | | | | | | | | |
| Допустимые значения уровня вибрации | | | | | | | | | |

В отчете о практической работе описать принципы измерения, нормирования и защиты от вибраций.

**2.17 Лабораторная работа № ЛР-17 (2 часа).**

**Тема: «Выбор и расчет средств очистки газов»**

**2.17.1 Цель работы:** рассмотреть и изучить основные средства очистки газов

**2.17.2 Задачи работы:**

1.Ознакомиться с принципом работы циклона - аппарата сухой очистки от пыли;

2. Выбрать и рассчитать циклон для заданного источника образования пыли.

**2.17.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Справочные материалы.

2. Табличные данные.

**2.17.4 Описание (ход) работы:**

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются автомобили, промышленные предприятия и тепловые электростанции. Ежегодно в воздух предприятиями черной и цветной металлургии, промышленности строительных материалов выбрасывается более 250 млн т мелкодисперсной пыли. Загрязнение атмосферы оказывает неблагоприятное воздействие не человека, флору и фауну, различные сооружения и транспортные средства и др. Очистка промышленных выбросов осуществляется в аппаратах сухой и мокрой очистки. Одним из аппаратов сухой очистки является циклон.

**Принцип работы циклона**

Широкое применение для сухой очистки газов от пыли получили циклоны различных типов. В настоящее время применяется около двадцати типов циклонов. Сравнительные испытания циклонов различного типа показали, что для промышленного применения они могут быть ограничены в большинстве случаев цилиндрическими и коническими циклонами НИИОГАЗ (научно-исследовательский институт по промышленной и санитарной очистке газов). Наиболее часто применяются цилиндрические циклоны марок ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24, конические СК ЦН-34, СК ЦН-34М, СДК ЦН-33, конструктивные схемы которых представлены на рис.16.1(1). Геометрические размеры цилиндрических и конических циклонов указываются в долях от внутреннего диаметра.

Газовый поток вводится в циклон через патрубок по касательной к внутренней поверхности корпуса и совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса к бункеру. На частицу пыли действуют - сила тяжести, сила сопротивления среды. центробежная сила. Центробежная сила направлена по радиусу к стенкам циклона и определяется по формуле:

$$F_{ЦБ} = \frac{\pi d_4^3}{6} \frac{W_{TT}^2}{R} (\rho_4 - \rho_Г)$$

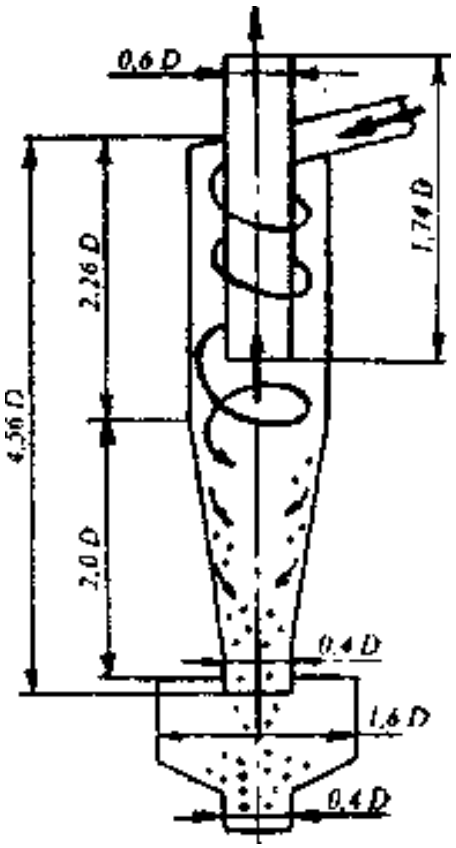
где $d_4$ - диаметр частиц,

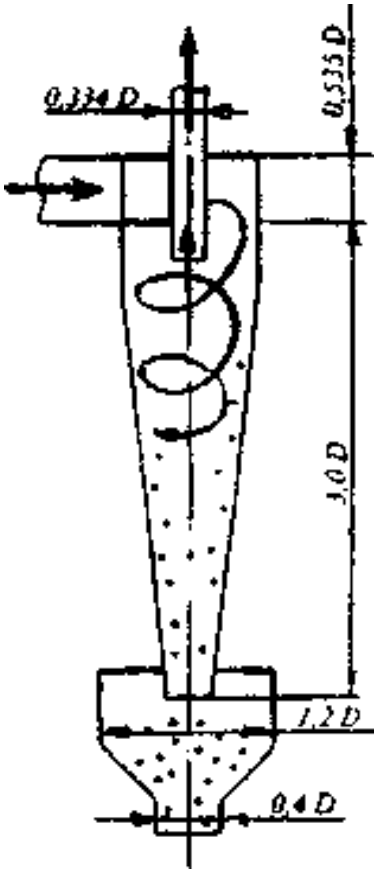
$W_{TГ}$ - тангенциальная составляющая скорости газа.

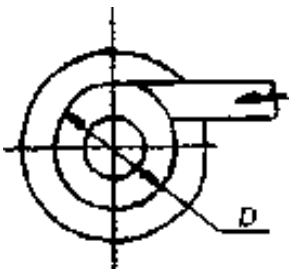
R - радиус циклона,

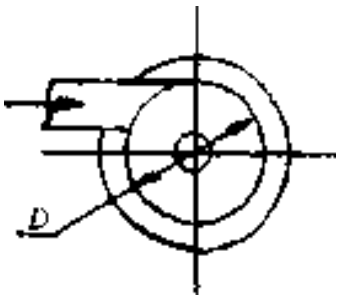
$\rho_4$ - плотность частиц пыли,

$\rho_Г$ - плотность газа.




Циклон цилиндрический

Циклон конический

Эффективность циклона выше, чем больше диаметр частиц пыли, её удельный вес, скорость вращения газового потока и чем меньше диаметр циклона. Под действием центробежной силы частицы пыли образуют на стенках циклона пылевой слой. который постепенно опускается в бункер. Отделение частиц пыли от газа, попавшего в бункер. происходит при повороте газового потока в бункере на . Освободившись от пыли, газовый поток образует вихрь и выходит через выходную трубу. Циклоны не применяются для очистки влажных газов и взрывоопасных сред.

Циклоны НИИОГАЗ подразделяются на высокоэффективные и высокопроизводительные. Циклоны СДК ЦН-33, СК ЦН 34, ЦН-1 1 относятся к высокоэффективным циклонам. При диаметрах менее 1 м они обеспечивают степень очистки т] = 0.85 - 0.95 при улавливании частиц диаметром более 5 мкм. Циклоны типа ЦН-24 относятся к высокопроизводительным, они могут надежно и без забивания работать при высокой входной запыленности. Циклоны типа ЦН-15 занимают среднее положение и обеспечивают несколько меньшую степень очистки, чем циклоны ЦН-11, но обладают большей надежностью при работе в условиях повышенной запыленности.

При выборе и расчете циклонов необходимо учитывать свойства пыли - абразивность и слипаемость. Для уменьшения абразивного износа следует выбирать циклоны, исходя из наименьших значений скорости газа. При улавливании сильно слипающейся пыли не рекомендуется применять циклоны малого диаметра (менее 0,8 м), которые склонны к залипанию. Так для очистки газов от сажи применяются конические циклоны серии СК, которые обладают высокой эффективностью за счет более высоко гидравлического сопротивления

**Расчет циклонов**

Расчет циклонов ведут методом последовательных приближений.

Таблица 1 - Параметры, определяющие эффективность циклонов

| Параметры | Тип циклона | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ЦН-24 | ЦН-15У | ЦН-15 | ЦН-11 | СДК ЦН-33 | СКЦН-34 | СК ЦН 34М |
| $\omega_{оп}$,м/с | 4,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 2,0 | 1,7 | 2,0 |
| $d^{T}_{оп}$, мкм | 8,50 | 6,00 | 4,50 | 3,65 | 2,31 | 1,95 | 1,13 |
| $\lg\delta_{\eta}^{T}$ | 0,308 | 0,283 | 0,352 | 0,352 | 0,364 | 0,308 | 0,340 |

$\omega_{оп}$ - скорость движения газа в циклоне, м/с,

$d^{T}_{оп}$ - диаметр частиц освящаемых с эффективностью 50%, мкм,

$\lg\delta_{\eta}^{T}$ - стандартное отклонение функции распределения порциальных коэффициентов очистки.

Расчет начинают с циклона, для которого диаметр частиц пыли должен быть ориентировочно $d_м > 2d^{T}_{50}$. $d_м$ - медианный размер частиц, который представляет такой размер, при котором количество частиц крупнее $d_м$, равно количеству частиц мельче $d_м$.

Диаметр циклона вычисляется по формуле :

$$D = \sqrt{\frac{4*Q}{\pi * \omega_{ОП}}} \qquad (1)$$

где Q - количество очищаемого газа, $м^3/с$.

Полученное значение диаметра D округляется до ближайшего типового значения внутреннего диаметра циклона *D*ц (табл.2).

Таблица 16.2 - Типовые значения внутреннего диаметра циклона

| *D*ц, м | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

По выбранному диаметру циклона находится действительная скорость движения газа в циклоне :

$$\omega_p = \frac{4*Q}{\pi*D_Ц^2}\ ,\text{м/с} \qquad (2)$$

Действительная скорость в циклоне не должна отклоняться от оптимальной более, чем на 15%

$$100*\left|\frac{\omega_P - \omega_{ОП}}{\omega_{ОП}}\right| \le 15\%$$

-При отклонении более чем 15% выбирают другой тип циклона.

Параметр $d_{50}$ определяют следующим образом. $d_{50}$ - диаметр частиц реально осаждаемых с эффективностью 50% при рабочих условиях. Величина $d_{50}$ определяется по формуле :

$$d_{50} = d_{50}^T * \sqrt{\frac{D_Ц}{D_T} * \frac{\rho_ч}{\rho_{чт}} * \frac{\mu}{\mu_T} * \frac{\omega_T}{\omega_P}} \qquad (3)$$

Значение $d^T_{50}$ соответствует следующим параметрам работы циклона:

$\omega_T = 3{,}5\,м/с$

$D_T = 0.6 м$

$\rho_{чт} = 1930\,кг/м^3$

$\mu_T = 22{,}2 \cdot 10^{-6}\,Па \cdot с$

С учетом этих значений формула (16.3) принимает вид :

$$d_{50} = d_{50}^T * \sqrt{\frac{D_Ц}{0{,}6} * \frac{1930}{\rho_ч} * \frac{\mu}{22{,}2 \cdot 10^{-6}} * \frac{3{,}5}{\omega_P}} \qquad (4)$$

Полученное значение $d_{50}$ должно быть меньше $d_м$ (заданного). Если это не выполнятся, то необходимо выбрать другой циклон с меньшим значением $d_{50}^T$ .

Расчет параметра X ведут по формуле :

$$X = \frac{\lg(d_M / d_{50})}{\sqrt{\lg^2 \delta_\eta^T + \lg^2 \delta_ч}} \qquad (5)$$

По величине параметра X определяют значение нормальной функции распределения Ф(X). Ф(X) - это полный коэффициент очистки газа, выраженный в долях.

$$\Phi(X) = \begin{cases} 0{,}3762 \cdot X + 0{,}5 & 0 \le X \le 0{,}6 \\ 1 - \dfrac{1}{5{,}8 \cdot X + 0{,}5} & X > 0{,}6 \end{cases}$$

Эффективность очистки газа в циклоне ( $\eta$ ) определятся :

$$\eta = \frac{1 + \Phi(X)}{2} \qquad (6)$$

Полученное значение сопоставляют с требуемым. Если $\eta$ окажется меньше требуемого, то необходимо выбрать другой тип циклона с меньшим значением $\omega_{on}$ и $d_{50}^{T}$ .

Определение коэффициента гидравлического сопротивления циклона :

$$\xi = K_1 * K_2 * \xi_{500} \qquad (16.7)$$

где $K_1$ - поправочный коэффициент на диаметр циклона (табл. 3),

$K_2$ - поправочный коэффициент на запыленность газа (табл. 4),

$\xi_{500}$ - коэффициент гидравлического сопротивления одиночного циклона диаметром 500 мм (табл. 5).

Таблица 3 - Поправочный коэффициент $K_1$ (3)

| $D_ц$, м | ЦН-11 | ЦН-15, ЦН-15У, ЦН-24 | СДК ЦН-3, СДК ЦН-34, СДК ЦН-34М |
|---|---|---|---|
| 0,2 | 0,95 | 0,90 | 1,00 |
| 0,3 | 0,96 | 0,93 | 1,00 |
| 0,4 | 0,99 | 1,00 | 1,00 |
| ≥0,5 | 1,00 | 1.00 | 1,00 |

Таблица 4 - Поправочный коэффициент $K_2$ (3)

| Тип циклона | Запыленность на входе, г/м$^3$ ($C_{вх}$) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 20 | 40 | 80 | 120 | 150 |
| ЦН-11 | 1,00 | 0,96 | 0,94 | 0,92 | 0,90 | 0,87 | 0,85 |
| ЦН-15 | 1,00 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,90 | 0,87 | 0,86 |
| ЦН-15У | 1,00 | 0,93 | 0,92 | 0.91 | 0,89 | 0,88 | 0,87 |
| ЦН-24 | 1,00 | 0,95 | 0,93 | 0,92 | 0,90 | 0,87 | 0,86 |
| СДК ЦН-33 | 1,00 | 0,81 | 0,785 | 0,78 | 0,77 | 0,76 | 0,745 |
| СК ЦН-34 | 1,00 | 0,98 | 0,947 | 0,93 | 0,915 | 0,91 | 0,90 |
| СК ЦН-34М | 1,00 | 0,99 | 0,97 | 0,95 | - | - | - |

Таблица 5 - Коэффициент гидравлического сопротивления $\xi_{500}$ ( 2 )

| Тип циклона | ЦН-24 | ЦН-15, ЦН-15У | ЦН-11 | СДК ЦН-33 | СК ЦН-34<br>СК ЦН-34М |
|---|---|---|---|---|---|
| $\xi_{500}$ | 75 | 155 | 245 | 520 | 1050 |

Вычисление гидравлического сопротивления циклона производят по формуле

$\Delta P = \xi \frac{\rho \omega_P^2}{2}$ , Па

где $\rho$ - плотность газа, $кг/м^3$

$\omega_Ð$ - скорость газа в циклоне, м/с.

Расчет мощности привода подачи газа. Величина гидравлического сопротивления и объемный расход (Q) очищаемого газа определяют мощность ( N ) привода устройства для подачи газа к циклону:

$$N = \frac{K_3 \Delta P Q}{\eta_M \eta_B} \qquad (9)$$

$K_3$ - коэффициент запаса мощности, ( $K_3$ =1,2)

$\eta_M$ - КПД передачи мощности от электродвигателя к вентилятору ($г\backslash_и$ - 0,8 ).

$\eta_B$ - КПД вентилятора ( $\eta_B$ = 0,8 ).

Определение концентрации пыли на выходе из циклона :

$C_{ВЫХ} = C_{ВХ}(1-\eta)$, $г/м^3$ (10)

**Пример расчета**

Исходные данные :
оборудование - вращающаяся цементная печь,

$Q = 12\ м^3/с$

$\rho = 1{,}29\ кг/м^3$

$d_M = 18\ мкм$

$\lg\delta_4 = 0{,}652$ $C_{ВХ} = 20\ г/м^3$

$\rho_ч = 2000\ кг/м^3$ $\eta = 0{,}8$

Исходя из заданного размера частиц пыли ( $d_M$= 18 мкм ), выбираем циклон, который очищает от частиц пыли размером $d_{50}^T$ = 8,5 мкм.

Циклон: ЦН - 24

$\omega_{ОП} = 4{,}5\ м/с$ $d_{50}^T = 8{,}5\ мкм$ $\lg\delta_\eta^T = 0{,}308$

Определяем диаметр циклона

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 12}{\pi \cdot 4{,}5}} = 1.84 м$$

По таблице 16.2 выбираем ближайшее значение типового диаметра $D_Ц$ = 1,8м

$$\omega_P = \frac{4 \cdot 12}{\pi \cdot 1{,}8^2} = 4{,}72\ м/с$$

$$100\left|\frac{4{,}72 - 4{,}5}{4{,}5}\right| = 4{,}8\% < 15\%$$

$$d_{50} = 8{,}5 * \sqrt{\frac{1{,}8}{0{,}6} * \frac{1930}{2000} * \frac{17{,}3 \cdot 10^{-6}}{22{,}2 \cdot 10^{-6}} * \frac{3{,}5}{4{,}72}} = 9{,}7 \ мкм$$

$$d_{50} = 9{,}7 < d_M = 18 \ мкм$$

$$X = \frac{\lg\left(18/9{,}7\right)}{\sqrt{0{,}308^2 + 0{,}652^2}} = 0{,}372$$

$$\Phi(X) = 0{,}3762 * 0{,}372 + 0{,}5 = 0{,}64$$

$$\eta = \frac{1 + 0{,}64}{2} = 0{,}82 \qquad \eta > 0{,}8$$

$$\xi = 1 \cdot 0{,}93 * 75 = 69{,}75$$

$$\Delta З = 69{,}75 * \frac{1{,}29 * 4{,}72^2}{2} = 1002 \ Па$$

$$N = \frac{1{,}2 * 1002 * 12}{0{,}8 * 0{,}8} = 22551 Вт$$

$$C_{ВЫХ} = 20 * (1 - 0.812) = 3{,}76 \ г/м^3$$

**Выводы** :
циклон ЦН - 24 ;
$D_ц$ = 1,8м ;
$\eta$ = 0,82;
$N$ = 22551 $Вт$;
$C_{ВЫХ} = 3{,}76 \ г/м^3$

**3.15.3 Результаты и выводы:**

По своему варианту рассчитать циклон для заданного источника выделения пыли. Начертить циклон с указанием размеров.

Согласно заданию преподавателя ( табл. 6 ) выбрать и рассчитать циклон, обеспечивающий требуемую эффективность очистки газа. Обозначения принятые в табл. 16.6. :

$Q, м^3/с$ - объем очищаемого газа,

$\rho, кг/м^3$ - плотность газа при рабочих условиях,

$\mu$ , $Па\ с$ - вязкость газа при рабочей температуре,

$d_M$ ,$мкм$ - медианный размер частиц пыли,

$\lg\delta_4$ - стандартное отклонение размеров частиц пыли,

$C_{ВХ}, г/м^3$ - входная концентрация пыли,

$\rho_4, кг/м^3$ - плотность частиц пыли,

$\eta$ - требуемая эффективность очистки газа.

Таблица 6. Исходные данные для расчета циклона

| № | Наименование оборудования | $Q$ | $\rho$ | $\mu$ | $d_M$ | $\lg\delta_4$ | $C_{BX}$ | $\rho_4$ | $\eta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Клинкерно-обжиговая печь | 20 | 1,29 | 17,3 | 23 | 0,501 | 30 | 2000 | 0,85 |
| 2 | | 26 | 1,29 | 17,3 | 20 | 0,602 | 10 | 2000 | 0,80 |
| 3 | | 10 | 1,29 | 17,3 | 14 | 0,535 | 25 | 2000 | 0,80 |
| 4 | | 16 | 1,29 | 17,3 | 9 | 0.497 | 20 | 2000 | 0.80 |
| 5 | Шахтная мельница | 0.1 | 1,29 | 17,3 | 56 | 0,97 | 100 | 2240 | 0,80 |
| 6 | Крекинг установка | 2 | 1,29 | 17,3 | 16 | 0,250 | 10 | 2600 | 0,85 |
| 7 | | 10 | 1,29 | 17,3 | 14 | 0,250 | 20 | 2600 | 0,85 |
| 8 | Крекинг установка | 10 | 1,29 | 17,3 | 7 | 0,301 | 15 | 2600 | 0,85 |
| 9 | Углесушильный барабан | 5 | 1,29 | 17,3 | 15 | 0,334 | 50 | 1350 | 0.80 |
| 10 | Шаровая мельница | 1 | 1,29 | 17,3 | 6 | 0.468 | 20 | 2900 | 0,80 |
| 11 | Вращающаяся цементная печь | 10 | 1,29 | 17,3 | 7 | 0,345 | 40 | 2000 | 0.80 |
| 12 | Вращающаяся цементная печь | 10 | 1,29 | 17,3 | 18 | 0,652 | 20 | 2000 | 0,85 |
| 13 | Электролизер алюминия | 5 | 1.29 | 17,3 | 10 | 0,352 | 1 | 2700 | 0,85 |
| 14 | Вращающаяся печь обжига | 2 | 1,29 | 17,3 | 13 | 0.215 | 100 | 2900 | 0,85 |
| 15 | Вращающаяся печь обжига | 3 | 1.29 | 17,3 | 8 | 0,506 | 40 | 2650 | 0.80 |
| 16 | Распылительная сушилка | 10 | 1,29 | 17,3 | 8 | 0,210 | 4 | 1800 | 0.80 |
| 17 | Барабанная сушилка | 10 | 1,29 | 17,3 | 15 | 0,360 | 10 | 1800 | 0,80 |
| 18 | | 12 | 1,29 | 17,3 | 11 | 0.360 | 20 | 1800 | 0,80 |
| 19 | Барабанная сушилка | 8 | 1,29 | 17,3 | 20 | 0,352 | 10 | 2700 | 0,85 |
| 20 | Цементная мельница | 5 | 1,29 | 17,3 | 12 | 0,468 | 60 | 2900 | 0,85 |
| 21 | Наждачный станок | 0,5 | 1.29 | 17,3 | 38 | 0.214 | 10 | 2500 | 0.85 |
| 22 | Шаровая мельница | 3 | 1,29 | 17,3 | 9 | 0,385 | 10 | 2900 | 0,80 |
| 23 | Электролизер алюминия | 8 | 1,29 | 17,3 | 10 | 0.468 | 2 | 2700 | 0.85 |
| 24 | Наждачный станок | 0,6 | 1,29 | 17,3 | 30 | 0.312 | 15 | 2500 | 0,85 |
| 25 | Шаровая мельница | 2 | 1,29 | 17,3 | 6 | 0,268 | 10 | 2900 | 0.80 |
| 26 | Наждачный станок | 0,8 | 1,29 | 17,3 | 30 | 0.314 | 8 | 2500 | 0,85 |
| 27 | Наждачный станок | 10 | 1,29 | 17,3 | 6 | 0,468 | 10 | 2000 | 0.80 |
| 28 | Шаровая мельница | 12 | 1,29 | 17,3 | 7 | 0.214 | 2 | 2000 | 0,80 |
| 29 | Наждачный станок | 8 | 1,29 | 17,3 | 18 | 0,385 | 15 | 2240 | 0.80 |
| 30 | Барабанная сушилка | 5 | 1,29 | 17,3 | 10 | 0.468 | 10 | 2600 | 0,85 |

**2.18 Лабораторная работа № ЛР-18 (2 часа).**

**Тема: «Исследование надежности работы оператора под воздействием вредного производственного фактора»**

**2.18.1 Цель работы:** изучить методику исследования надежности работы оператора.

**2.18.2 Задачи работы:**

1. Выявить влияние производственного фактора на внимание и работоспособность человека.

**2.18.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Планшеты.
2. Перфокарты.
3. Определители семян.

4. Часы с секундомером.
5. Микрокалькулятор.
6. Справочные материалы.
7. Табличные данные.

**2.18.4 Описание (ход) работы:**

***1. Общие сведения.***

В производственных условиях человеку нередко приходится работать под воздействием вредных факторов (шума, пыли, газов, пониженных или повышенных температур и др.), которые ухудшают условия труда.

Вместе с тем требования к надежности эрготических систем (человек - машина) в связи с распространением автоматизированных систем управления возрастают. Надежность - свойство системы выполнять за данные функции с заданным качеством и в заданных условиях. Надежность работы системы «человек - машина» определяется надежностью работы технических звеньев системы и самого человека и может быть выражена формулой:

$$R_s = R_0 \cdot R_t$$

где $R_s$ - показатель надежности арготической системы; $R_0$ - показатель надежности работы человека; $Rt$ - показатель надежности технических звеньев системы.

Надежность работы человека на любой стадии определяется как его успешная работа в заданном режиме в течение определенного времени. Она может быть охарактеризована числом совершаемых им ошибок (отказов) за какой-то период времени:

$$R_0 = 1 - O/N,$$

где О - число отказов за определенный период времени; $N$ - общее число операций за этот период времени.

На выполнение оператором каких-либо действий в системе «человек - машина» отводится определенное время, превышение которого рассматривается как совершение ошибки при принятии решения. Надежность работы человека зависит от его индивидуальных психофизиологических возможностей, уровня обученности, тренированности, от инженерно-психологического соответствия элементов машины, вступающих в контакт с человеком, возможностям самого человека.

В работе исследуется изменение надежности действий человека под влиянием производственного шума. В качестве объекта работы принято выделение («сортировка») семян трех видов из 10-12.

**Оборудование и материалы**. Все подлежащие «сортировке» семена уложены в специально изготовленные планшеты. Каждый планшет содержит 300 ячеек (10 рядов по 30 ячеек в ряду) и рассчитан соответственно на 300 семян. Для того чтобы семена не выпадали из ячеек, планшеты закрыты оргстеклом. В первом планшете примерно в равном соотношении в случайном порядке размещены семена зерновых культур: пшеницы, ржи, ячменя, овса, кукурузы, риса, сорго, чумизы, могара, проса, гречихи. Во втором планшете размещены семена бобовых культур: гороха посевного и полевого, вики посевной и мохратой, фасоли разных видов, люпина разных видов, сои, чины, нута. В третьем планшете размещены семена масличных культур: подсолнечника, льна-кудряша, клещевины, ляллеманции, рыжика, горчицы белой и сизой, кунжута. Все ряды и ячейки пронумерованы.

Результаты работы с семенами отражаются в специальных перфокартах (рис. 1). Перфокарты изготовлены по размеру планшетов, на них выбиты и пронумерованы отверстия в строгом соответствии с размерами и расположением ячеек на планшетах.

Вместе с планшетами в работе используют определители семян (коллекции), а также комбинированные электрические часы, дающие через каждую минуту одиночный звуковой сигнал, через каждые 7 мин - двойной сигнал, по истечении 21 мин - тройной сигнал. Начиная с 8-й и по 14-ю мин включительно работает сирена с уровнем звука 80 - 85 дБА. Для обработки результатов эксперимента в работе используется программируемый микрокалькулятор.

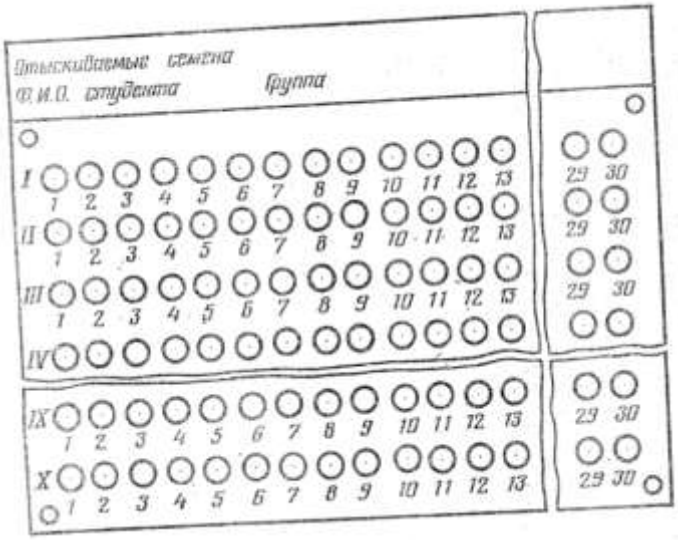



Рис. 1. Образец перфокарты.

***2. Порядок выполнения работы.***

2.1. Получить у преподавателя планшет с семенами и перфокарту. Записать в перфокарту фамилию, имя, отчество, группу и названия отыскиваемых культур.

2.2. Наложить перфокарту на планшет и зафиксировать.

2.3. После команды преподавателя и одновременного включения им электрических комбинированных часов приступить к отысканию в ячейках планшета заданных преподавателем видов семян. Просмотр семян начать с первой ячейки и продолжить последовательно по номерам в каждом ряду. Порядковые номера ячеек первой заданной культуры обвести кружком на перфокарте, номера двух других культур зачеркнуть крестом.

При включении каждого одиночного короткого сигнала, соответствующего одной минуте работы, отметить вертикальной чертой последний просмотренный за это время номер. При включении двух коротких сигналов (по истечении 7 и 14 мин работы) отметить просмотренные номера семян двойной вертикальной Чертой. По истечении 21 мин отметить последний рассмотренный номер тремя вертикальными линиями и прекратить «сортировку».

Снять с планшета перфокарту с рабочими отметками и передать ее другому студенту для взаимного анализа. Определить число просмотренных семян за каждую минуту (N) (по порядковым номерам на перфокарте), сосчитать число правильно отмеченных *семян* (П) и число ошибок (О). Ошибками считаются пропущенные и неправильно отмеченные семена.

Построить графики продуктивности работы $N = \varphi(t)$, П = φ(t); О=$\varphi(t)$, в которых по оси ординат соответственно отложить число просмотренных семян за каждую минуту, число правильно отмеченных семян а каждую минуту, число ошибок за каждую минуту, а по оси абсцисс - время работы $(t)$.

Подсчитать с точностью до 0,01 показатель надежности работы по каждой серии из 7 мин по формуле . На основании полученных данных составить протокол.

| Серия | Минуты | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Всего | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | | 7 | | | | | |
| | N | П | О | N | П | О | N | П | О | N | П | О | N | П | О | N | П | О | N | П | О | N | П | О |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2.4. Сделать выводы об интенсивности и точности работы под воздействием шума.

**2.19 Лабораторная работа № ЛР-19 (2 часа).**

**Тема: «Исследование реакции оператора»**

**2.19.1 Цель работы:** изучить виды реакций оператора.

**2.19.2 Задачи работы:**

1. Исследовать зависимость времени реакции от количества поступающей информации.

**2.19.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Установка для исследования реакций человека.
2. Справочные материалы.
3. Табличные данные.

**2.19.4 Описание (ход) работы:**

***1. Общие сведения.***

В процессе трудовой деятельности оператор в системе «человек - машина» получает от машины или из производственной среды определенную информацию, на которую он должен ответить также вполне определенными действиями.

Информация может быть принята в виде дистанционных звуковых, световых, цифровых и других формализованных сигналов или в результате непосредственного наблюдения за рабочими органами машины. Каждому сигналу, поступающему от работающей машины, соответствует то или иное ее состояние. Определенная часть сигналов во избежание аварийной или травмоопасной ситуации требует немедленного воздействия оператора на органы управления машиной (например, остановки машины при подаче сигнала от лиц, обслуживающих прицепной агрегат, или объезда неожиданно возникшего препятствия, или отключения рабочего органа и т.п.).

Один из основных показателей надежности работы оператора - время его реакции или скорость передачи информации от органов контроля на органы управления. Этот показатель наряду с показателем быстродействия технических элементов машины определяя быстродействие всей системы «человек - машина) Если время задержки информации или ее реализации в звеньях машины - величина заданная или известная, то время реакции оператора - величина индивидуальная , в значительной степени зависящая от психофизиологических особенностей и состояния каждого отдельного человека. Лица с недостаточно быстрой реакцией создают больше аварийных ситуаций, часто не могут быстро и безопасно выполнять отдельные виды работ. Время реакции человека непостоянно, на него влияют переутомление, недосыпание, отрицательные эмоции и другие факторы.

Различают простые и сложные реакции. Простая реакция состоит в том, что на один заранее ожидаемый сигнал оператор отвечает определенным действием (например, водитель автомобиля на перекрестке нажимает на педаль тормоза при появлении красного сигнала светофора). Время простой реакции складывается из времени восприятия сигнала (скрытый период реакции) и времени осуществления моторного акта (воздействие на рычаги управления). Сложная реакция характеризуется тем, что оператор должен отреагировать на любой появившийся, заранее неизвестный или неожидаемый сигнал, выбрать нужное управляющее воздействие и осуществить его. Примером может служить реакция на сигнал контрольной лампочки о наполнении бункера, если эта лампочка расположена на приборной панели среди других приборов и сигнализаторов, параллельно отражающих работу других органов машины. Сложную реакцию называют также реакцией выбора.

**Приборы и оборудование.** Лабораторная установка для исследования реакций человека состоит из двух пультов: пульта оператора (рис. 12.1) и пульта экзаменатора (задающего пульта). На каждом пульте смонтированы три группы световых сигналов. Первая группа сигналов 1 выполнена в виде пяти подсвечиваемых цветных стекол (транспарантов): красного, белого, желтого, зеленого и синего цветов. Вторая группа сигналов *4* представляет собой цифровой индикатор, на котором может быть включена одна из цифр от 0 до 9. Третья группа сигналов 5 представлена шестью лампочками $Л_1$-$Л_6$. Сигналы включают с задающего пульта соответственно группой тумблеров *10,* набором кнопок *9* и группой тумблеров *8.* Выключают аналогичными тумблерами и кнопками с пульта оператора. На пульте установлен звуковой сигнал, управляемый тумблером *13.* Включают установку в сеть с помощью тумблера 12, после чего загорается контрольная лампочка 14. В момент включения какого-либо светового или звукового сигнала включают секундомер *2* и останавливают его после выключения сигнала. Секундомер фиксирует время с точностью до сотых долей секунды. Показания после каждого измерения суммируются или могут быть сброшены кнопкой 3.

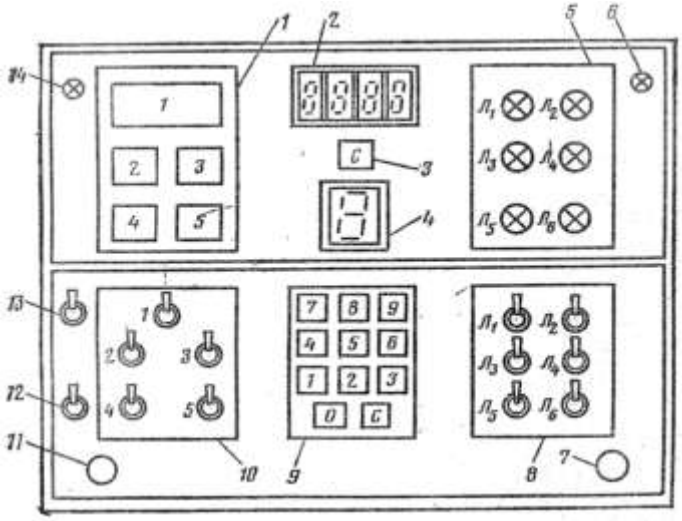


Рис.12.1 - Общий вид пульта оператора установки для исследования времени реакции: 1 - группа сигналов типа «Транспорант»; 2 - электронный секундомер; 3 - кнопка сброса показаний секундомера; *4* - вторая группа сигналов - цифровой индикатор; 5 - третья группа сигналов с лампочками; в - сигнальная лампочка готовности оператора; 7 - кнопка исходного положения правой руки оператора; 8 - тумблерная группа управления лампочками $Л_1...Л_6$; *9* - кнопки управления цифровым индикатором; *10* - тумблерная группа управления транспорантами; *11* - кнопка исходного положения левой руки оператора; *12* - тумблер включения установки в сеть; *13* - тумблер включения звукового сигнала; *14* - контрольная лампочка включения установки.

На пульте оператора на расстоянии 30 см друг от друга установлены две кнопки 7 и 11 исходной фиксации рук оператора. При их нажатии загорается сигнальная лампочка **6.**

На установке можно исследовать простую реакцию, когда включается заранее известный сигнал, и сложную, когда включаемый сигнал неизвестен.

***2. Порядок проведения эксперимента.***

2.1. Исследовать зависимость времени реакции оператора от количества поступающей информации. При проведении исследований один из студентов занимает место за задающим пультом, второй за пультом оператора. (После выполнения программы исследований их место занимают другие студенты).

2.2. Включить установку в сеть. Оператору правой и левой руками налгать кнопки исходного положения. Экзаменатору после включения контрольной лампочки *6* подать какой-либо сигнал, а оператору, увидев или услышав его, возможно быстро отыскать необходимый тумблер или кнопку и выключить. Определить по секундомеру время реакции.

Поставить тумблеры на задающем пульте и пульте управления в исходное положение.

Провести 3-5 пробных замеров с целью обучения работе на установке.

2.3. Исследовать время простой реакции. Для этого произвести 15 контрольных измерений с каким-либо одним сигналом. Записать суммарное показание секундомера и определить среднее время реакции.

2.4. Исследовать время сложной реакции из 5 вариантов выбора (5 сигналов цветных транспарантов). Для этого провести 15 измерений с включением транспарантов по одному в случайном порядке.

2.5. Исследовать по такой же методике время сложной реакции выбора из 10 вариантов (10 сигналов цифрового индикатора), из 16 вариантов (10 значений цифрового индикатора и 6 значений лампочек 5), из 22 вариантов (все световые и звуковые сигналы).

2.6 Результаты исследований занести в протокол.

2.7. Построить график зависимости среднего времени реакции ($t_{ср}$) от количества сигналов (n).

Протокол измерения времени реакции

| Количество сигналов | 1 | 5 | 10 | 16 | 22 |
|---|---|---|---|---|---|
| Среднее время реакции, с | | | | | |

## 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

**3.1 Практическое занятие № ПЗ-1 (2 часа).**
**Тема: «Сокращение продолжительности жизни в зависимости от условий труда и быта»**
**3.1.1 Задание для работы:**
1. Определить снижение СПЖ в зависимости от условий труда и быта;
2. Сделать выводы и предложить рекомендации по увеличению СПЖ.
**3.1.2 Краткое описание проводимого занятия:**
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Используемые в тексте данной практической работы понятия несут следующую смысловую нагрузку:
неблагоприятные условия труда - условия труда, отягощенные вредными и опасными факторами производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса;
ущерб здоровью - нарушения целостности организма или профессиональные заболевания, а также эффекты в виде генетических изменений, нарушений репродуктивной функции, снижения психической устойчивости;
сокращение продолжительности жизни (СПЖ) - предположительное время сокращения продолжительности жизни в сутках конкретного человека на момент расчета в зависимости от условий его труда и быта;
риск - вероятность реализации негативного воздействия (травма, гибель) в зоне пребывания человека.
При суточной миграции человека во вредных условиях жизненного пространства суммарная оценка ущерба здоровью может быть определена через подсчет времени сокращения продолжительности жизни в сутках по приближенной формуле:
СПЖ = СПЖΣпр + СПЖг + СПЖБ, (1.)
где СПЖпр СПЖг СПЖБ – сокращения продолжительности жизни при пребывании, соответственно, в условиях производства, города и быта (сут.).
2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА.
Расчет снижения продолжительности жизни осуществляется:
1. По фактору неблагоприятных условий производства:
СПЖпр = (Кпр+ Кт + Кн) · (Т – Тн), (2.)
где Кпр, Кт, Кн – ущерб здоровью на основании оценки класса условий производства, тяжести и напряженности труда, сут/год (табл. 4.2. и 4..3.); Т – возраст человека, год; Тн – возраст начала трудовой деятельности;
2. По фактору неблагоприятных жилищных бытовых условий и загрязненного воздуха в городе:
СПЖБ, Г = (КБ +КГ)·Т, (3.)
где КБ, КГ – скрытый ущерб здоровью в условиях бытовой и городской среды, сут/год (табл. 4.4.);
По факту курения с учетом сомножителя (n/20):

СПЖБ (курение) = КБ Тк · (n/20), (4.)
где n – количество выкуриваемых сигарет в день;
Тк – стаж курильщика;
4. По фактору езды в общественном транспорте
СПЖг (транспорт) = Кг Тт t, (5.)
где Тт – количество лет езды на работу в общественном транспорте; t – суммарное количество часов, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд домой и на работу в оба конца.
Расчет носит вероятностный характер и позволяет оценить влияние наиболее весомых факторов, характеризующих качество жизни конкретного человека.
2.1. Классификация условий труда по степени вредности и опасности
Условия труда подразделяются на 4 класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные.
Оптимальные условия труда (1 класс) - такие условия, при которых сохраняется здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.
Допустимые условия труда (2 класс), при которых факторы не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время отдыха или к началу следующей смены.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и/или его потомство.
Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:
1 степень 3 класса (3.1) - условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами;
2 степень 3 класса (3.2.) - уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие к появлению начальных признаков профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет);
3 степень 3 класса (3.3.) - условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести с временной утратой трудоспособности;
4 степень 3 класса (3.4) - условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний.
опасные (экстремальные) условия труда (4 класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжелых форм.
Градация условий труда в зависимости от степени отклонения действующих факторов производственной среды и трудового процесса от гигиенических нормативов представлена в табл. 10.7 – 10.9.
Уровни вредных воздействий, реально возможные в условиях производства, не ограничиваются значениями, соответствующими классу 3.4. При более высоких значениях уровней вредных факторов их воздействие на человека может стать травмирующим класса 4. Пороговые значения таких уровней вредных факторов для класса 4 приведены в табл. 1.

Таблица 1. Пороговые значения уровней вредных факторов для класса 4

| Вредные факторы | Значение уровня |
|---|---|
| Вредные вещества 1-2 класса опасности | > 20 ПДК |
| Вредные вещества, опасные для развития острого отравления | > 10 ПДК |
| Шум, дБА | Превышение ПДУ > 35 |
| Вибрация локальная, дБ | Превышение ПДУ > 12 |
| Вибрация общая, дБ | Превышение ПДУ > 24 |
| Тепловое облучение | > 2800 Вт/м2 |
| Электрические поля промышленной частоты | > 40 ПДУ |
| Лазерное излучение | > 103 ПДУ при однократном воздействии |

Следует отметить, что работа в условиях труда 4 класса не допускается, за исключением ликвидации аварий и проведение экстренных работ для предупреждения аварийных ситуаций. При этом работы должны проводиться с применением средств индивидуальной защиты и при строгом соблюдении режимов проведения таких работ.
Нормативные значения вредных и опасных факторов приведены в справочной литературе.
2.2. Оценка влияния вредных факторов на здоровье человека.

Воздействие вредных факторов на здоровье человека определяется их уровнями, совокупностью факторов и длительностью пребывания человека в этих зонах (см. табл. 1. - 6.).
Шкала оценки ущерба здоровью с учетом влияния возможных сочетаний вредных факторов и их уровней, тяжести и напряженности трудового процесса на здоровье работающих (табл. 2. и 3.).

Таблица 2. - Скрытый ущерб здоровью на основании общей оценки класса условий труда

| № п/п | Фактические условия труда | Класс условий труда | Ущерб, суток за год Кпр (Кн) |
|---|---|---|---|
| 1. | 1 фактор класса 3.1. | 3.1. | 2,5 |
| 2. | 2 фактора класса 3.1. | 3.1. | 3,75 + |
| 3. | 3 и более факторов класса 3.1. | 3.2 | 5,1 |
| 4. | 1 фактор класса 3.2. | 3.2 | 8,75 + |
| 5. | 2 и более факторов класса 3.2 | 3.3 | 12,6 |
| 6. | 1 фактор класса 3.3 | 3.3 | 18,75 + |
| 7. | 2 и более факторов класса 3.3 | 3.4 | 25 |
| 8. | 1 фактор класса 3.4 | 3.4 | 50,0 + |
| 9. | 2 и более факторов класса 3.4 | 4 | 75,1 |
| 10. | Наличие факторов класса 4 | 4 | 75,1 |

Таблица 3. Скрытый ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса

| № п/п | Фактические условия труда | Класс условий труда | Ущерб, суток за год Кт |
|---|---|---|---|
| 1. | Менее 3 факторов класса 2 | 2 | - |
| 2. | 3 и более факторов класса 2 | 3.1 | 2,5 |
| 3. | 1 фактор класса 3.1 | 3.1 | 3,75 |
| 4. | 2 и более факторов класса 3.1 | 3.2 | 5.1 |
| 5. | 1 фактор класса 3.2 | 3.2 | 8,75 |
| 6. | 2 фактора класса 3.2 | 3.3 | 12.6 |
| 7. | Более 2 факторов класса 3.2 | 3.3 | 18,75 |

Методика количественной оценки ущерба здоровья при работе в неблагоприятных условиях труда включает следующие этапы:
Проводится оценка условий труда на рабочем месте по каждому негативному фактору, указанному в описании варианта, и устанавливается класс вредности условий труда (см. табл. 7. – 9);
Оценивается ущерб здоровью в виде сокращения продолжительности жизни Кпр от класса условий труда на производстве по табл. 2;
При оценке ущерба здоровью только по показателю тяжести трудового процесса используют данные табл. 3.;
При оценке ущерба здоровью только по показателю напряженности трудового процесса величину ущерба принимают по классу условий труда по данным табл. 4.2., указанным в графе со значком «+».
Учет влияния вредных факторов городской и бытовой сред на здоровье людей обычно проводится по упрощенным показателям, приведенным в табл. 4.

Таблица 4. Скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской (Кг) и бытовой (Кб) среды, сутки/год

| Факторы городской среды | Кг |
|---|---|
| Загрязнение воздуха в крупных городах | 5 |
| Езда в часы «пик» в общественном транспорте ежедневно в течение 1 часа | 2 |
| Факторы бытовой среды | Кб |
| Проживание в неблагоприятных жилищных условиях | 7 |
| Курение по 20 сигарет в день | 50 |

2.3. Оценка влияния травмоопасных факторов на человека в производственных, городских и бытовых условиях.

Вероятность травмирования человека в различных условиях его жизнедеятельности оценивается величиной индивидуального риска R..

При использовании статистических данных величину риска 1/ (чел.год) определяют по формуле:

$R = Nтр / No,$ (6.)

где Nтр - число травм за год; No - численность работавших в тот же период.

Травмоопасность различных производств и отраслей показателями частоты травматизма Кч и Кси оценивают по формулам:

$Кч = (Nтр / No)\ 1000$ (7.)

$Кси = (Nси / No\ )\ 1000,$ (8.)

где Кч - показатель частоты травматизма, а Ксн - показатель травматизма со смертельным исходом, приходящиеся на 1000 работающих; Nси - число травм со смертельным исходом за год.

Нетрудно видеть, что при известных Кч и Кси риски получить травму Rтр или погибнуть на производстве Rси будут определяться по формулам:

$Rтр = Кч / 1000$ (8) (9)

$Rси = Кси / 1000$ (9) (10)

По данным за 2005 г. показатели Кч и Кси в различных отраслях экономики и по отдельным профессиям сведены в таблицу 5.

Таблица 5. Показатели Кч и Кси в различных отраслях экономики и по отдельным профессиям

| Отрасль, профессия | Кч | Кси |
|---|---|---|
| По всем отраслям | 5,0 | 0,15 |
| Промышленность (в среднем) | 5,5 | 0,133 |
| Электроэнергетика | 1,7 | 0,131 |
| Электрические сети | 2 | 0,211 |
| Тепловые сети | 3 | 0,132 |
| Нефтепереработка | 1,6 | 0,058 |
| Химическая промышленность | 3,1 | 0,104 |
| Угольная промышленность | 25,3 | 0,406 |
| Черная металлургия | 3,6 | 0,146 |
| Цветная металлургия | 4,5 | 0,216 |
| Приборостроение | 3,1 | 0,061 |

| | | |
|---|---|---|
| Автомобильная промышленность | 4,6 | 0,069 |
| Лесозагатовка | 21,2 | 0,479 |
| Лесопильное производство | 16,7 | 0,246 |
| Пищевая промышленность | 6,0 | 0,122 |
| Пивоварное производство | 7,0 | 0,185 |
| Спиртовая промышленность | 2,3 | 0,029 |
| Мясная и молочная промышленность | 7,4 | 0,079 |
| Сельское хозяйство | 8,3 | 0,216 |
| Транспорт | 3,6 | 0,162 |
| Железнодорожный | 1,3 | 0,111 |
| Водный | 5,0 | 0,345 |
| Авиационный | 2,5 | 0,264 |
| Строительство | 5,3 | 0,312 |
| Коммунальное хозяйство | 3,2 | 0,037 |
| Здравоохранение | 2 | 0,009 |
| Водитель | - | 0,32 |
| Электросварщик | - | 0,20 |
| Газосварщик | - | 0,21 |
| Грузчик | - | 0,18 |
| Слесарь | - | 0,11 |
| Крановщик | - | 0,14 |

Риск принудительной гибели людей в непроизводственных условиях RБ, RГ можно приближенно оценивать, пользуясь данными, приведенными ниже:

Таблица 6. Риск принудительной гибели людей в непроизводственных условиях

| Причина | Риск гибели человека |
|---|---|
| Автокатастрофа | 2,5 ·10-4 |
| Авиакатасрофа | 1 ·10-5 |
| Электротравма | 6 ·10-6 |
| Падение человека | 1 ·10-4 |
| Падение предметов на человека | 6· 10-6 |
| Воздействие пламени | 4 ·10-5 |
| Утопление | 3 ·10-5 |
| Авария на АЭС (на границе территории АЭС) | 5 ·10-7 |
| Природные явления (молнии, ураганы и пр.) | 10-6 - 10-7 |

Вычисление вероятности гибели человека в цепи несовместимых событий производится по формуле

n (11)

$R = \Sigma R i$ ,
i=1
где Ri - вероятность индивидуального события; R - суммарный риск от n последовательных событий.

Таблица 7. Классы условий труда в зависимости от условий труда.(температура, пыль, шум, вибрации, тепловое излучение и освещение РМ)

| Фактор рабочей среды | Класс условий труда | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 оптимальный | 2 допустимый | 3.1 вредный 1 | 3.2 вредный 2 | 3.3. вредный 3 степени | 3.4. вредный 4 степени |
| Температура воздуха на рабочем месте, 0С: | 18…20<br>20…22 | 21…22<br>17…19 | 23…28<br>15…16 | 29…32<br>7…14 | 33…35<br>Ниже +7 | >35<br>- |
| Токсичное вещество, кратность | - | ≤ 1 | 1,0…2,5 | 2,6…4,0 | 4,0…6,0 | >6 |
| Промышленная пыль, кратность | - | ≤ 1,0 | 1…5 | 6…10 | 11…30 | > 30 |
| Вибрация, превышение ПДУ дБ | Ниже ПДУ | На уровне ПДУ | 1…3 | 4…6 | 7…9 | > 9 |
| Промышленный шум, | < 1 | Равно ПДУ | 1…5 | 6…10 | > 10 | > 10 с |
| Ультразвук, превышение | < 1 | Равно ПДУ | 1…5 | 6…10 | 11…20 | > 20 |
| Интенсивность теплового излучения | ≤ 140 | 141…1000 | 1001-1500 | 1501-2000 | 2001…2500 | >2500 |
| Освещенность рабочего места, лк:<br>Мин. объект различ., мм | > 1<br>5…9 | 1,0…0,3<br>3…4 | < 0,3<br>1…2 | > 0,5<br>4…9 | < 0,5<br>1…3 | -<br>- |

Таблица 8. Классы условий труда по показателям тяжести трудового процесса

| Показатели тяжести трудового процесса | Классы условий труда | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Оптимальный (легкая физическая нагрузка) | Допустимый (средняя физическая нагрузка) | Вредный (тяжелый труд) | |
| | | | 1 степени | 2 степени |
| 1. Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену, кг • м) | | | | |
| 1.1. При региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) | до 2 500 | до 5 000 | до 7 000 | более 7000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| при перемещении груза на расстояние до 1 м:<br>для мужчин<br>для женщин | до 1 500 | до 3 000 | до 4 000 | более 4000 |
| 1.2. При общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног): | | | | |
| 1.2.1. При перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м<br>для мужчин<br>для женщин | до 12 500<br>до 7 500 | до 25 000<br>до 15 000 | до 35 000 до 25 000 | более 35000<br>более 25000 |
| 1.2.2. При перемещении груза на расстояние более 5 м<br>для мужчин<br>для женщин | до 24 000<br>до 14 000 | до 46 000<br>до 28 000 | до 70 000 до 40 000 | более 70000<br>более 40000 |
| 2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную (кг) | | | | |
| 2.1. Подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час):<br>для мужчин<br>для женщин | до 15<br>до 5 | до 30<br>до 10 | до 35<br>до 12 | более 35<br>более 12 |
| 2.2. Подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены:<br>для мужчин<br>для женщин | до 5<br>до 3 | до 15<br>до 7 | до 20<br>до 10 | более 20<br>более 10 |
| 2.3. Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены: | | | | |
| 2.3.1. С рабочей поверхности<br>для мужчин<br>для женщин | до 250<br>до 100 | до 870<br>до 350 | до 1500<br>до 700 | более 1500<br>более 700 |
| 2.3.2. С пола<br>для мужчин<br>для женщин | до 100<br>до 50 | до 435<br>до 175 | до 600<br>до 350 | более 600<br>более 350 |
| 3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену) | | | | |
| 3.1. При локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук) | до 20 000 | до 40 000 | до 60 000 | более 60 000 |
| 3.2. При региональной нагрузке (при работе с | до 10 000 | до 20 000 | до 30 000 | более 30 000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) | | | | |
| 4. Статическая нагрузка - величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий (кгс - с) | | | | |
| 4.1. Одной рукой:<br>для мужчин<br>для женщин | <br>до 18 000<br>до 11 000 | <br>до 36 000<br>до 22 000 | <br>до 70 000<br>до 42 000 | <br>более 70 000<br>более 42 000 |
| 4.2. Двумя руками:<br>для мужчин<br>для женщин | <br>до 36 000<br>до 22 000 | <br>до 70 000<br>до 42 000 | <br>до 140000<br>до 84 000 | <br>более 140000<br>более 84 000 |
| 4.3. С участием мышц корпуса и ног: для мужчин<br>для женщин | <br>до 43 000<br>до 26 000 | <br>до 100 000<br>до 60 000 | <br>до 200000<br>до120 000 | <br>более 200000<br>более 120000 |
| 5. Рабочая поза | | | | |
| 5.1. Рабочая поза | Свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в позе стоя до 40% времени смены. | Периодическое, до 25 % времени смены, нахождение в неудобной (работа с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей и др.) и/или фиксированной позе (невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга). Нахождение в позе стоя до 60 % времени смены. | Периодическое, до 50 % времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) до 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя до 80 % времени смены | Периодическое, более 50% времени смены нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) более 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя более 80 % времени смены. |
| 6. Наклоны корпуса | | | | |
| 6.1. Наклоны корпуса (вынужденные более 30°), количество за смену | до 50 | 51 – 100 | 101 – 300 | свыше 300 |
| 7. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7.1. По горизонтали | до 4 | до 8 | до 12 | более 12 |
| 7.2. По вертикали | до 1 | до 2,5 | до 5 | более 5 |

Таблица 9. Классы условий труда по показателям напряженности трудового процесса

| Показатели напряженности трудового процесса | Классы условий труда | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Оптимальный (Напряженность труда легкой степени) | Допустимый (Напряженность труда средней степени) | Вредный (напряженный труд) | |
| | | | 1 степени | 2 степени |
| 1. Интеллектуальные нагрузки: | | | | |
| 1.1. Содержание работы | Отсутствует необходимость принятия решения | Решение простых задач по инструкции | Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкций) | Эвристическая (творческая) деятельность, требующая решения алгоритма, единоличное руководство в сложных ситуациях |
| 1.2. Восприятие сигналов (информации) и их оценка | Восприятие сигналов, но не требуется коррекция действий | Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций | Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значениями. Заключительная оценка фактических значений параметров | Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой связанных параметров. Комплексная оценка всей производственной деятельности |
| 1.3. Распределение функций по степени сложности задания | Обработка и выполнение задания | Обработка, выполнение задания и его проверка | Обработка, проверка и контроль за выполнением задания | Контроль и предварительная работа по распределению заданий другим лицам. |
| 1.4. Характер выполняемой работы | Работа по индивидуальному плану | Работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности | Работа в условиях дефицита времени | Работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2. Сенсорные нагрузки | | | | |
| 2.1. Длительность сосредоточенного наблюдения (% времени смены) | до 25 | 26 – 50 | 51 – 75 | более 75 |
| 2.2.Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы | до 75 | 76 – 175 | 176 – 300 | более 300 |
| 2.3.Число производственных объектов одновременного наблюдения | до 5 | 6 – 10 | 11 – 25 | более 25 |
| 2.4. Размер объекта различения (при расстоянии от глаз работающего до объекта различения не более 0,5 м) в мм при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены) | более 5 мм - 100% | 5 - 1,1 мм - более 50 %;<br>1 - 0,3 мм - до 50 %;<br>менее 0,3 мм - до 25 % | 1 - 0,3 мм - более 50 %;<br>менее 0,3 мм - 26 - 50 % | менее 0,3 мм - более 50 % |
| 2.5. Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены) | до 25 | 26 – 50 | 51 – 75 | более 75 |
| 2.6. Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов в смену): при буквенно-цифровом типе отображения информации: при графическом типе отображения информации: | до 2<br>до 3 | до 3<br>до 5 | до 4<br>до 6 | более 4<br>более 6 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2.7. Нагрузка на слуховой анализатор (при производственной необходимости восприятия речи или дифференцированных сигналов) | Разборчивость слов и сигналов от 100 до 90 %. Помехи отсутствуют | Разборчивость слов и сигналов от 90 до 70 %. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 3,5 м | Разборчивость слов и сигналов от 70 до 50 %. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 2 м | Разборчивость слов и сигналов менее 50 % Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 1,5 м |
| 2.8. Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю) | до 16 | до 20 | до 25 | более 25 |
| 3. Эмоциональные нагрузки | | | | |
| 3.1.Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки | Несет ответственность за выполнение отдельных элементов заданий. Влечет за собой дополнительные усилия в работе со стороны работника | Несет ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий). Влечет за собой дополнительные усилия со стороны вышестоящего руководства (бригадира, мастера и т.п.) | Несет ответственность за функциональное качество основной работы (задания). Влечет за собой исправления за счет дополнительных усилий всего коллектива (группы, бригады и т.п.) | Несет ответственность за функциональное качество конечной продукции, работы, задания. Влечет за собой повреждение оборудования, остановку технологического процесса и может возникнуть опасность для жизни |
| 3.2. Степень риска для собственной жизни | Исключена | | | Вероятна |
| 3.3. Степень ответственности за безопасность других лиц | Исключена | | | Возможна |
| 3.4. Количество конфликтных ситуаций, обусловленных профессиональной деятельностью, | Отсутствуют | 1 – 3 | 4 – 8 | Более 8 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| за смену | | | | |
| 4. Монотонность нагрузок | | | | |
| 4.1. Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях | более 10 | 9 – 6 | 5 – 3 | менее 3 |
| 4.2. Продолжительность (в сек) выполнения простых заданий или повторяющихся операций | более 100 | 100 – 25 | 24 – 10 | менее 10 |
| 4.3. Время активных действий (в % к продолжительности смены). В остальное время – наблюдение за ходом производственного процесса | 20 и более | 19 – 10 | 9 – 5 | менее 5 |
| 4.4. Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса в % от времени смены) | менее 75 | 76–80 | 81–90 | более 90 |
| 5. Режим работы | | | | |
| 5.1. Фактическая продолжительность рабочего дня | 6 – 7 ч | 8 – 9 ч | 10 – 12 ч | более 12 ч |
| 5.2. Сменность работы | Односменная работа (без ночной смены) | Двухсменная работа (без ночной смены) | Трехсменная работа (работа в ночную смену) | Нерегулярная сменность с работой в ночное время |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5.3. Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность | Перерывы регламентированы, достаточной продолжительности: 7 % и более рабочего времени | Перерывы регламентированы, недостаточной продолжительности: от 3 до 7% рабочего времени | Перерывы не регламентированы и недостаточной продолжительности: до 3 % рабочего времени | Перерывы отсутствуют |

3.4.3 Результаты и выводы:
1. Внимательно изучите вариант задания, выданный Вам преподавателем.
2. Определите класс условий труда в соответствии с заданием по таблицам 7-9
3. Проведите количественную оценку ущерба здоровью при работе в неблагоприятных условиях труда по табл. 2. и 3, а также жизни в городе и в быту по табл. 4.
4. Оцените риск получения травмы Rтр или риск гибели на производстве Rси, согласно формулам (8) и (9.) , зная величины Кч и Кси из табл. 4.5., а риск гибели в непроизводственных условиях RБ, RГ из табл. 6.
5. Сделайте выводы и предложите рекомендации по увеличению СПЖ и снижению риска Rтр и Rс.и.

Градации условий труда в зависимости от степени отклонения действующих факторов производственной среды и трудового процесса от гигиенических нормативов.

**3.2 Практическое занятие № ПЗ-2 (2 часа).**

**Тема: «Интегральная балльная оценка тяжести и напряженности труда»**

**3.2.1 Задание для работы:** 1. Изучить основные положения и методику. Подготовить форму таблицы и занести в нее исходные данные согласно данным варианта;

2. Определить интегральную бальную оценку тяжести труда по формуле (1.) с учетом формулы (2.);

3. Определить категорию тяжести труда и дать ее определение;

**3.2.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Рабочая среда человек - оператор представляет собой совокупность физических, химических, биологических, социально-психологических и эстетических факторов внешней среды, воздействующих на оператора.

Различают четыре уровня воздействия факторов рабочей среды на человека, необходимые для их учета и нормирования:

- комфортная среда обеспечивает оптимальную динамику работоспособности оператора, хорошее самочувствие и сохранение его здоровья;
- относительно дискомфортная рабочая среда обеспечивает при воздействии в течение определенного интервала времени заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывает у человека субъективные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы;
- экстремальная рабочая среда приводит к снижению работоспособности оператора и вызывает функциональные изменения, выходящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим изменениям или невозможности выполнения работы;
- сверхэкстремальная среда приводит к возникновению в организме человека патологических изменений или невозможности выполнения работы.

Комплексную оценку факторов рабочей среды проводят на основе методики физиологической классификации тяжести работ.

*Тяжесть труда* – характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные

системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие жизнедеятельность.

*Тяжесть труда характеризуется:*

– физической динамической нагрузкой;
– массой поднимаемого и перемещаемого груза;
– общим числом стереотипных рабочих движений;
– величиной статической нагрузки;
– формой рабочей позы;
– степенью наклона корпуса;
– перемещениями в пространстве.

*Напряженность труда - характеристика трудового процесса отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника.*

К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся:

– интеллектуальные;
– сенсорные;
– эмоциональные нагрузки;
– степень монотонности нагрузок;
– режим работы.

*Опасный производственный фактор* – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного ухудшения здоровья и смерти.

В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные производственные факторы могут стать опасными.

Профессиональный риск – это величина вероятности нарушения (повреждения) здоровья с учетом тяжести последствий в результате неблагоприятного влияния факторов производственной среды и трудового процесса.

Оценка профессионального риска проводится с учетом величины экспозиции последних, показателей состояния здоровья и утраты работоспособности последних.

Защита временем – уменьшение вредного воздействия неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса на работающих на счет снижения времени их действия:

– введение внутрисменных перерывов;
– сокращенного рабочего дня;
– увеличение продолжительности отпуска;
– ограничение стажа работы в данных условиях.

*Принципы классификации условий труда:*

*Оптимальные условия труда* (1 класс) – такие условия, при которых сохраняются здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы производственных факторов установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

*Допустимые условия труда* (2 класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающих и их потомство. Допустимые условия труда относят к безопасным.

*Вредные условия труда* (3 класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и/или его потомство. По степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются 4 степени вредности:

— 1 степень 3 класса (3.1) – условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном, чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

— 2 степень 3 класса (3.2) – уровни вредных факторов, вызывающих стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости (что проявляется повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов), появлению начальных признаков или легких (без потери профессиональной трудоспособности) форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 лет и более);

— 3 степень 3 класса (3.3.) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействия которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степени тяжести (с потерей профессионально трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (производственно-обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

— 4 степень 3 класса (3.4) – условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечая значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

*Опасные (экстремальные) условия труда* (4 класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжелых форм.

**2. Методика расчета**

Для определения категории тяжести работ каждый из факторов рабочей среды, реально действующий на человека (см. табл. 1.), оценивают по балльной шкале и определяют интегральную балльную оценку тяжести и напряженности труда.

*Таблица 1. Критерии для бальной оценки факторов рабочей среды.*

| Фактор рабочей среды | Оценка, баллы | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Температура воздуха на рабочем месте, $^0$C:<br>теплый период<br>холодный период | <br>18…20<br>20…22 | <br>21…22<br>17…19 | <br>23…28<br>15…16 | <br>29…32<br>7…14 | <br>33…35<br>Ниже +7 | <br>>35<br>- |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Токсичное вещество, кратность превышения ПДК, раз | - | ≤ 1 | 1,0…2,5 | 2,6…4,0 | 4,0…6,0 | >6 |
| Промышленная пыль, кратность превышения ПДК, раз. | - | ≤ 1,0 | 1…5 | 6…10 | 11…30 | > 30 |
| Вибрация, превышение ПДУ, дБ | Ниже ПДУ | На уровне ПДУ | 1…3 | 4…6 | 7…9 | > 9 |
| Промышленный шум, превышение ПДУ, дБ | < 1 | Равно ПДУ | 1…5 | 6…10 | > 10 | > 10 с вибрацией |
| Ультразвук, превышение ПДУ, дБ | < 1 | Равно ПДУ | 1…5 | 6…10 | 11…20 | > 20 |
| Интенсивность теплового излучения, $Вт/м^2$ | ≤ 140 | 141…1000 | 1001-1500 | 1501-2000 | 2001…2500 | >2500 |
| Освещенность рабочего места, лк:<br>Мин. объект различ., мм | > 1 | 1,0…0,3 | < 0,3 | > 0,5 | < 0,5 | - |
| Физическая динамическая нагрузка, Дж:<br>Общая $x10^5$<br>Региональная $x10^5$ | 4,2<br>2,1 | 4,3…8,3<br>2,2…4,2 | 8,4…12<br>4,3…6,2 | 13…17<br>6,3…8,3 | 18…20<br>8,4…10 | > 20 |
| Физическая статическая нагрузка, Н · с:<br>На одну руку $x10^4$<br>На две руки $x10^4$<br>На мышцы корпуса $x10^4$ | < 18<br>< 43<br>< 61 | 18…36<br>43…86<br>61…123 | 37…70<br>87…144<br>124…210 | 71…97<br>145…220<br>211…300 | > 97<br>> 220<br>> 300 | -<br>-<br>- |
| Рабочее место (РМ), поза и перемещение в пространстве | РМ стационарное, поза свободная, масса перемещаемого груза | РМ стационарное, поза свободная, масса перемещаемого груза | РМ стационарное, поза несвободная, до 25% | РМ стационарное, поза вынужденная, – свыше 50% | РМ стационарное, поза вынужденная, неудобна | РМ стационарное, поза вынужденная, наклон |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Сменность | Утренняя смена | Две смены | Три смены | Нерегулярн. смены | - | - |
| Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч | - | < 8 | < 12 | > 12 | - | - |
| Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены | < 25 | 25…50 | 51…75 | 76…90 | > 90 | - |
| Число важных объектов наблюдения | < 5 | 5…10 | 11…25 | > 25 | - | - |
| Темп (число движений в час):<br>Мелких (кисти)<br>Крупных (руки) | <br>< 360<br>< 250 | <br>361…720<br>251…500 | <br>721…1080<br>501…750 | <br>1081…3000<br>751…1600 | <br>> 3000<br>> 1600 | <br>-<br>- |
| Число сигналов в час | < 75 | 76…175 | 176…300 | > 300 | - | - |
| Монотонность:<br>Число приемов в операции<br>Длительность | <br>> 10<br>> 100 | <br>6…10<br>31…100 | <br>3…5<br>20…30 | <br>3…5<br>10…19 | <br>2…1<br>5…9 | <br>2…1<br>1…4 |
| Режим труда и отдыха | Обоснованный, с включением музыки и гимнастики | Обоснованный без включения музыки и | Отсутствие обоснован. режима труда и | - | - | - |
| Нервно-эмоциональная нагрузка | Простые действия по индивидуальному плану | Простые действия по заданному плану | Сложные действия по заданному плану с возможно | Сложные действия по заданному плану при | Ответствен. за безопасность людей. Личный | - |

Интегральная балльная оценка тяжести и напряженности труда

$$T = x_{max} + [\,(6 - x_{max})\sum_{I=1} x_i,\,] / [6(N-1)], \qquad (1.)$$

где $x_{max}$ – наивысшая из полученных частных балльных оценок; $N$ – общее число факторов; $x_i$ - балльная оценка по $i$ – му из учитываемых факторов (частная балльная оценка); $n$ – число учитываемых факторов без учета одного фактора $x_{max}$ .

Данная формула справедлива, если каждый из учитываемых факторов действует в течение всего рабочего дня, т.е. *8 ч* (*480 мин*). Если какой-либо из факторов действует менее *8 ч*, то его фактическая оценка

$$x_{фi} = x_i \, t_{удi} = x_i \, (t_i / \ 480), \qquad (2.)$$

где $t_{удi}$ – удельный вес времени действия *i*-го фактора в общей продолжительности рабочего дня; $t$ - продолжительность действия фактора, *мин.*

Таким образом, если по варианту работ окажется, что какой-то фактор действует меньше *480 мин*, то в формулу (1.) в качестве значения *x* по данному фактору следует подставлять значение $x_ф$, определяемое по формуле (2.).

Для удобства выполнения задания все промежуточные расчеты следует заносить в табл. 1.2. в следующей последовательности (по каждой строке):

– записать фактор среды из варианта (графа 1);
– обозначить этот фактор как $X_i$ (графа 2);
– выписать значение фактора из варианта (графа 3);
– определить, используя данные табл. 1.1 , величину фактора $X_1$ в баллах и занести результат в графу 4.
– Исходные данные из варианта (табл. 1.3), данные $X_1$ в баллах (из табл. 1.) и результаты оценки удельной тяжести фактора рабочей среды, $X_{фi}$ сводят в таблицу 2.

*Таблица 2. Расчет интегральной балльной оценки тяжести труда.*

| Фактор рабочей среды и условия труда (см. табл. 1.3.) | Показатель | Значение показателя (см. табл. 1.3.) | Балльная оценка фактора (см. табл. 1.1.) | Продолжительность действия фактора $t_р$, мин | Удельный вес времени действия фактора $t_{удi}$(см. формулу 1.2.) | Оценка удельной тяжести фактора рабочей среды $X_ф$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. |
| | $X_1$ | | | | | |
| | … | | | | | |
| | $X_n$ | | | | | |

После расчета интегральной балльной оценки по формуле (1.1) определяют категорию тяжести и напряженности выполняемой работы.

| Интегральная оценка, баллы | Категория тяжести |
|---|---|
| До 1,8 | 1 |
| 1,8…3,3 | 2 |
| 3,4…4,5 | 3 |
| 4,6…5,3 | 4 |
| 5,4…5,9 | 5 |
| более 5,9 | 6 |

Если на рабочем месте фактические значения уровня вредных факторов находятся в пределах оптимальных или допустимых величин, условия труда на этом рабочем месте отвечают гигиеническим требованиям и относятся соответственно к 1 или 2 классу. Если уровень хотя бы одного фактора превышает допустимую величину, то условия труда на таком рабочем месте, в зависимости от величины превышения и в соответствии с настоящими гигиеническими критериями, как по отдельному фактору, так и при их сочетании могут быть отнесены к 1- 4 степеням 3 класса вредных или классу опасных условий труда.

Для установления класса условий труда превышение ПДК, ПДУ могут быть зарегистрированы в течение одной смены, если она типична для данного технологического процесса. При эпизодическом (в течение недели, месяца) воздействии на работника вредного фактора (типичным для данного технологического процесса, либо не типичном и не соответствующим функциональным обязанностям работника) его учет и оценка условий труда проводятся по согласованию с территориальным центром Госсанэпиднадзора.

Оценка условий труда с учетом комбинированного и сочетанного действия производственных факторов проводится на основании результатов измерений. Оцениваются условия труда для отдельных факторов. Результаты оценки вредных факторов производственной среды и трудового процесса вносят в таблицу для общей оценки условий труда по степени вредности и опасности. Затем устанавливается оценка вредных факторов:

- по наиболее высокому классу и степени вредности;
- в случае сочетанного действия 3 и более факторов, относящихся к классу 1, общая оценка условий труда соответствует классу 2;
- при сочетании 2-х и более факторов 2, 3, 4 – условия труда оцениваются соответственно на одну степень выше.

При работе источниками ионизирующих излучений проводят контроль и оценку параметров радиационного факторов в соответствии с «нормами радиационной опасности» НРБ – 96г. при соблюдении предела годовой дозы и других контролируемых параметров условия труда на данном рабочем месте оценивают как допустимые. При превышении оценка вредности и опасности по этому фактору (впредь до выхода специального документа) осуществляется организациями Госсанэпиднадзора.

Работа в условиях гигиенических нормативов должна осуществляться с использованием СИЗ при административном контроле за их применением (включение в технологический регламент, правила внутреннего распорядка с мерами поощрения за их использование и/или административными мерами наказания нарушителей). Использование эффективных (имеющих сертификат соответствия) СИЗ уменьшает уровень профессионального риска повреждения здоровья, но не изменяет класс условий труда работника.

На основании расчетов интегральной балльной оценки и коллективного договора, заключенного с администрацией, работнику дифференцируют заработную плату, т.е. устанавливают надбавку, назначают дополнительный отпуск или сокращенный рабочий день, дополнительное профилактическое питание и т.п.

**3.3 Практическое занятие № ПЗ-3 (2 часа).**

**Тема: «Расчет уровня шума в жилой застройке»**

**3.3.1 Задание для работы:**

1. Рассмотреть основные понятия и определения
2. Ознакомиться с методикой расчета уровня шума в жилой застройке.
3. Определить уровень звука в расчётной точке (площадка для отдыха в жилой застройке) от источника шума – автотранспорта, движущегося по уличной магистрали и сравнить с допустимым.

**3.3.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Шум как гигиенический фактор — это совокупность звуков различной частоты и интенсивности, которые воспринимаются органами слуха человека и вызывают неприятное субъективное ощущение.

Шум как физический фактор представляет собой волнообразно распространяющееся механическое колебательное движение упругой среды, носящее обычно случайный характер.

Производственным шумом называется шум на рабочих местах, на участках или на территориях предприятий, который возникает во время производственного процесса. Следствием вредного действия производственного шума могут быть профессиональные заболевания, повышение обшей заболеваемости, снижение работоспособности, повышение степени риска травм и несчастных случаев, связанных с нарушением восприятия предупредительных сигналов, нарушение слухового контроля функционирования технологического оборудования, снижение производительности труда. По характеру нарушения физиологических функций шум разделяется на такой, который мешает (препятствует языковой связи), раздражающий - (вызывает нервное напряжение и вследствие этого — снижения работоспособности, общее переутомление), вредный (нарушает физиологические функции на длительный период и вызывает развитие хронических заболеваний, которые непосредственно связаны со слуховым восприятием: ухудшение слуха, гипертония, туберкулез, язва желудка), травмирующий (резко нарушает физиологические функции организма человека).

Характер производственного шума зависит от вида его источников. Механический шум возникает в результате работы различных механизмов с неуравновешенными массами вследствие их вибрации, а также одиночных или периодических ударов в сочленениях деталей сборочных единиц или конструкций в целом.

Существуют нижняя и верхняя границы слышимости. Нижняя граница слышимости называется порогом слышимости, верхняя — болевым порогом. Порогом слышимости называется наименьшее изменение звукового давления, которое мы ощущаем.

Болевой порог — это максимальное звуковое давление, которое воспринимается ухом как звук. Давление свыше болевого порога может вызывать повреждение органов слуха.

Шум, даже когда он невелик (при уровне 50—60 дБА), создает значительную нагрузку на нервную систему человека, оказывая на него психологическое воздействие. Это особенно часто наблюдается у людей, занятых умственной деятельностью. Слабый шум различно влияет на людей. Причиной этого могут быть: возраст, состояние здоровья, вид труда, физическое и душевное состояние человека б момент действия шума и другие факторы. Степень вредности какого-либо шума зависит также от того, насколько он отличается от привычного шума. Неприятное воздействие шума зависит и от индивидуального отношения к нему. Так, шум, производимый самим человеком, не беспокоит его, в то время как небольшой посторонний шум может вызвать сильный раздражающий эффект.

Известно, что ряд таких серьезных заболеваний, как гипертоническая и язвенная болезни, неврозы, в ряде случаев желудочно-кишечные и кожные заболевания, связаны с перенапряжением нервной системы в процессе труда и отдыха. Отсутствие необходимой тишины, особенно в ночное время, приводит к преждевременной усталости, а часто и к заболеваниям. В этой связи необходимо отметить, что шум в 30—40 дБА в ночное время может явиться серьезным беспокоящим фактором. С увеличением уровней до 70 дБА и выше шум может оказывать определенное физиологическое воздействие на человека, приводя к видимым изменениям в его организме.

Под воздействием шума, превышающего 85—90 дБА, в первую очередь снижается слуховая чувствительность на высоких частотах.

Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха, а иногда и к глухоте, нарушается процесс пищеварения, происходят изменения объема внутренних органов.

Воздействуя на кору головного мозга, шум оказывает раздражающее действие, ускоряет процесс утомления, ослабляет внимание и замедляет психические реакции. По этим причинам сильный шум в условиях производства может способствовать возникновению травматизма, так как на фоне этого шума не слышно сигналов - транспорта, автопогрузчиков и других машин.

Эти вредные последствия шума выражены тем больше, чем сильнее шум и чем продолжительнее его действие.

Таким образом, шум вызывает нежелательную реакцию всего организма человека. Патологические изменения, возникшие под влиянием шума, рассматривают как шумовую болезнь.

Звуковые колебания могут восприниматься не только ухом, но и непосредственно через кости черепа (так называемая костная проводимость). Уровень шума, передаваемого этим путем, на 20—30 дБ меньше уровня, воспринимаемого ухом. Если при невысоких уровнях передача за счет костной проводимости мала, то при высоких уровнях она значительно возрастает и усугубляет вредное действие на человека.

При действии шума очень высоких уровней (более 145 дБ) возможен разрыв барабанной перепонки.

Средства защиты от шума подразделяют на средства коллективной и индивидуальной защиты.

Меры относительно снижения шума следует предусматривать на стадии проектирования промышленных объектов и оборудования. Особое внимание следует обращать на вынос шумного оборудования в отдельное помещение, что позволяет уменьшить число работников в условиях повышенного уровня шума и осуществить меры относительно снижения шума с минимальными расходами средств, оборудования и материалов. Снижение шума можно достичь только путем обезшумливания всего оборудования с высоким уровнем шума.

Работу относительно обезшумливания действующего производственного оборудования в помещении начинают с составления шумовых карт и спектров шума, оборудования и производственных помещений, на основании которых выносится решение относительно направления работы.

Борьба с шумом в источнике его возникновения — наиболее действенный способ борьбы с шумом. Создаются малошумные механические передачи, разрабатываются способы снижения шума в подшипниковых узлах, вентиляторах.

Архитектурно-планировочный аспект коллективной защиты от шума связан с необходимостью учета требований шумозащиты в проектах планирования и застройки городов и микрорайонов. Предполагается снижение уровня шума путем использования экранов, территориальных разрывов, шумозащитных конструкций, зонирования и районирования источников и объектов защиты, защитных полос озеленения.

Организационно-технические средства защиты от шума связаны с изучением процессов шумообразования промышленных установок и агрегатов, транспортных машин, технологического и инженерного оборудования, а также с разработкой более совершенных малошумных конструкторских решений, норм предельно допустимых уровней шума станков, агрегатов, транспортных средств и т. д.

Акустические средства защиты от шума подразделяются на средства звукоизоляции, звукопоглощения и глушители шума.

Снижение шума звукоизоляцией. Суть этого метода заключается в том, что шумоизлучающий объект или несколько наиболее шумных объектов располагаются отдельно, изолировано от основного, менее шумного помещения звукоизолированной стеной или перегородкой. Звукоизоляция также достигается путем расположения наиболее шумного объекта в отдельной кабине. При этом в изолированном помещении и в кабине уровень шума не уменьшится, но шум будет влиять на меньшее число людей. Звукоизоляция достигается также путем расположения оператора в специальной кабине, откуда он наблюдает и руководит технологическим процессом. Звукоизолирующий эффект обеспечивается также установлением экранов и колпаков. Они защищают рабочее место и человека от непосредственного влияния прямого звука, однако не снижают шум в помещении.

Звукопоглощение достигается за счет перехода колебательной энергии в теплоту вследствие потерь на трение в звукопоглотителе. Звукопоглощающие материалы и конструкции предназначены для поглощения звука как в помещениях с источником, так и в соседних помещениях. Потери на трение наиболее значительны в пористых материалах, которые вследствие этого используются в звукопоглощающих материалах. Звукопоглощение используется при акустической обработке помещений.

Акустическая обработка помещения предусматривает покрытие потолка и верхней части стен звукопоглощающим материалом. Вследствие этого снижается интенсивность отраженных звуковых волн. Дополнительно к потолку могут подвешиваться звукопоглощающие щиты, конусы, кубы, устанавливаться резонаторные экраны, тоесть искусственные поглотители. Искусственные поглотители могут применяться отдельно или в сочетании с облицовкой потолка и стен. Эффективность акустической обработки помещений зависит от звукопоглощающих свойств применяемых материалов и конструкций, особенностей их расположения, объема помещения, его геометрии, мест расположения источников шума. Эффект акустической обработки больше в низких помещениях (где высота потолка не превышает 6 м) вытянутой формы. Акустическая обработка позволяет снизить шум на 8 дБА.
Глушители шума применяются в основном для снижения шума различных аэродинамических установок и устройств.

В практике борьбы с шумом используют глушители различных конструкций, выбор которых зависит от конкретных условий каждой установки, спектра шума и требуемой степени снижения шума.

Глушители разделяются на абсорбционные, реактивные и комбинированные. Абсорбционные 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.

В процессе разработки проектов генеральных планов городов и детальной планировки их районов предусматривают градостроительные меры по снижению транспортного шума в жилой застройке. При этом учитывают расположение транспортных магистралей, жилых и нежилых зданий, возможное наличие зелёных насаждений. Учёт этих факторов помогает в одних случаях обойтись без специальных строительно-акустических мероприятий по защите от шума, а в других – снизить затраты на их осуществление.

Нормативные требования по уровням шума в жилых и общественных зданиях установлены для различных категорий:

категория А - обеспечение высококомфортных условий;

категория Б - обеспечение комфортных условий;

категория В - обеспечение предельно допустимых условий.

Категорию здания устанавливают техническим заданием на проектирование.

К гостиницам категории А относятся гостиницы, имеющие по международной классификации четыре и пять звезд, к категории Б - три звезды, к категории В - менее трех звезд.

Оценка соответствия уровня шума гигиеническим нормативам (санитарно-эпидемиологическая экспертиза) осуществляется центрами гигиены и эпидемиологии, другими организациями, аккредитованными в установленном порядке, или экспертами с подтвержденной квалификацией,

Измерение параметров шума в целях оценки их соответствия гигиеническим нормативам осуществляется испытательной лабораторией, аккредитованной в установленном порядке.

При оценке влияния шума на здоровье человека следует руководствоваться положениями Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30 марта 1999 г. и действующими санитарно-эпидемиологическими правилами.

При планировании строительства объектов жилой застройки, промышленности и транспорта рекомендуется проведение санитарно-эпидемиологической экспертизы результатов расчета уровня шума на территории жилой застройки и в жилых и общественных зданиях по материалам проекта строительства объекта.

Определение характера шума производится по результатам измерений и оценки в соответствии с критериями, изложенными в действующих санитарно-эпидемиологических правилах. Вычисление средних и эквивалентных уровней звука производится в соответствии с действующими нормативными документами.

Измерения уровней шума на открытой территории не должны проводиться во время выпадения атмосферных осадков и при скорости ветра более 5 м/с. При скорости ветра от 1 до 5 м/с следует применять противоветровое устройство.

Микрофон шумомера должен быть направлен в сторону основного источника шума и удален не менее чем на 0,5 м от человека, проводящего измерения. Если в помещении невозможно определить основной источник шума, микрофон должен быть направлен вертикально вверх.

Условия измерения и порядок эксплуатации средств измерения шума и их калибровки должны соответствовать инструкциям по эксплуатации этого оборудования. Калибровка шумомера (измерительной системы) проводится с помощью внешнего акустического калибратора.

С нормативными значениями должны сопоставляться результаты измерения в той точке помещения или территории (или зоны внутри них при наличии зонирования при разных допустимых значениях уровней шума), где получены наибольшие значения определяемых уровней звука (звукового давления).

Протокол измерений шума оформляется в соответствии с установленной формой. В протоколе измерений помимо общих сведений, должны быть отражены; основные источники шума, характер шума, временной режим измерений, условия проведения измерений, влияющие на уровень и характер шума, поправки к нормативным значениям.

Значение уровней звука (уровней звукового давления) следует считывать с прибора и вносить в протокол с точностью до 1 дБА (дБ) с округлением при необходимости согласно общим правилам округления.

Поправки в допустимые и в измеренные уровни шума вносятся в протокол отдельно.

Инструментальный контроль уровня шума в жилых зданиях проводится:

• перед вводом зданий в эксплуатацию - за исключением случаев строительства частных жилых домов (кроме многоквартирных) и дачных строений;
• перед вводом в эксплуатацию и при контроле деятельности встроенных, пристроенных к жилым зданиям объектов, а также объектов, находящихся вблизи жилой застройки, и способных создавать повышенный уровень шума в жилых помещениях;
• при рассмотрении жалоб населения на повышенный уровень шума в помещениях;
• по заявкам юридических и физических лиц.
• для получения информации с целью разработки мероприятий по улучшению акустической обстановки (с согласия жителей);
. Инструментальный контроль уровня шума в общественных зданиях проводится:
• перед вводом зданий в эксплуатацию, в том числе после реконструкции;
• в порядке государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
• при рассмотрении жалоб на повышенный уровень шума;
• в порядке производственного контроля;
• по заявкам юридических и физических лиц.
Примерный перечень источников шума в жилых помещениях и общественных зданиях включает:
• источники внешнего шума: транспорт, объекты производства различных работ на территории жилой застройки (ремонтных, строительных и др.), объекты, создающие при своем функционировании шум, в том числе различные звуковоспроизводящие установки; промышленные предприятия;
• источники внутреннего шума: инженерно-технологическое оборудование (оборудование лифтов, системы вентиляции, кондиционирования воздуха, насосное оборудование, другие системы, обеспечивающие функционирование жилых и общественных зданий), производственное и другое оборудование в общественных зданиях;
• встроенные и пристроенные объекты.

Измерение уровня шума на территории жилой застройки проводится:
• при уточнении границ санитарно-защитных зон;
• при определении возможности отвода земельных участков под жилую застройку, строительство лечебно-профилактических, детских, учебных учреждений и т.д.;
• при рассмотрении жалоб населения;
• в порядке производственного контроля;
• для получения информации с целью разработки мероприятий по улучшению акустической обстановки;
•- по заявкам юридических и физических лиц.

Примерный перечень источников шума на территории жилой застройки включает:
• различные предприятия;
• транспорт автомобильный, рельсовый, воздушный и др.;
• звукоусилительные устройства, в том числе рекламные;
• ремонтные и строительные работы.

При решении вопроса об отводе земельного участка для строительства в зоне жилой застройки, строительства медицинских, детских, учебных учреждений и т.д. акустическая обстановка оценивается предварительно по результатам расчетов, предоставляемых заявителем.

## 2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Задача данного практического занятия – определить уровень звука в расчётной точке (площадка для отдыха в жилой застройке, см. рис. 1) от источника шума – автотранспорта, движущегося по уличной магистрали.

Уровень звука в расчётной точке, *дБА,*

$$L_{рт} = L_{и.ш.} - \Delta L_{рас} - \Delta L_{воз} - \Delta L_{зел} - \Delta L_{э} - \Delta L_{зд}, \quad (1.)$$

где $L_{и.ш.}$ – уровень звука от источника шума (автотранспорта); $\Delta L_{рас}$ – снижение уровня звука из-за его рассеивания в пространстве; *дБА*; $\Delta L_{воз}$ – снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе, *дБА*, $\Delta L_{зел}$ – снижение уровня звука зелёными насаждениями, *дБА*; $\Delta L_{э}$ – снижение уровня звука экраном (зданием), *дБА*;

В формуле влияние травяного покрытия и ветра на снижение уровня звука не учитывается.

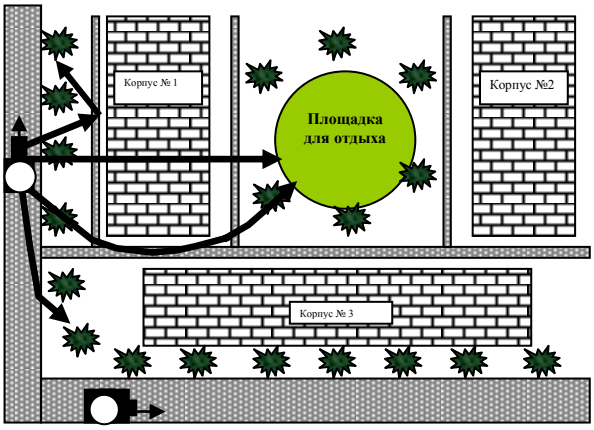



*Рис. 1 Расположение площадки для отдыха в жилой застройке.*

Снижение уровня звука от его рассеивания в пространстве

$$\Delta L_{рас} = 10 \lg (r_{n} / r_{o}), \quad (2.)$$

где $r_n$ – кратчайшее расстояние от источника шума до расчётной точки, *м;* $r_o$– кратчайшее расстояние между точкой, в которой определяется звуковая характеристика источника шума, и источники шума; $r_o$=*7,5 м.*

Снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе

$$\Delta L_{воз} = (\alpha_{воз} r_{n})/100, \quad (3.)$$

где $\alpha_{воз}$ – коэффициент затухания звука в воздухе; $\alpha_{воз}$ = *0,5 дБА/м.*

Снижение уровня звука зелёными насаждениями

$$\Delta L_{воз} = \alpha_{зел} \cdot B, \quad (4.)$$

где $\alpha_{зел}$ – постоянная затухания шума; $\alpha_{зел}$ = *0,1 дБА*; *B* – ширина полосы зелёных насаждений;

*B = 10м.*

Снижение уровня звука экраном (зданием) зависит от разности длин путей звукового луча $\delta$, *м.*

*Таблица 1. Зависимость снижение уровня звука экраном (зданием) от разности звукового луча.*

| δ | 1 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 50 | 60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΔL | 14 | 16,2 | 18,4 | 21,2 | 22,4 | 22,5 | 23,1 | 23,7 | 24,2 |

Расстоянием от источника шума и от расчётной точки до поверхности земли можно пренебречь.

Снижение шума за экраном (зданием) происходит в результате образования звуковой тени в расчётной точке и огибания экрана звуковым лучом.

Снижение шума зданием (преградой) обусловлено отражением звуковой энергии от верхней части здания:

$$\Delta L_{зд} = K \cdot W, \qquad (5)$$

где *К* – коэффициент, *дБА/м*; *К = 0,8…0,9*; *W* – толщина (ширина) здания, *м*.

Допустимый уровень звука на площадке для отдыха – не более *45 дБА*.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

3.1. Выбрать вариант (см. табл. 3.).

3.2. Ознакомиться с методикой расчёта.

3.3.В соответствии с данными варианта определить снижение уровня звука в расчётной точке и, зная уровень звука от автотранспорта (источник шума), по формуле (1.) найти уровень звука в жилой застройке.

3.4. Определив уровень звука в жилой застройке, сделать вывод о соответствии расчётных данных допустимым нормам.

3.5. Подписать отчёт и сдать преподавателю.

**3.4 Практическое занятие № ПЗ-4 (2 часа).**

**Тема: «Прогнозирование и оценка обстановки и работоспособности МТП при аварии на РОО»**

**3.4.1 Задание для работы:**

1. Определить радиус зоны разрушения.
2. Определить величину уровня радиации через определенные интервалы времени.
3. Определить коэффициент защищенности укрытия.

i. **Краткое описание проводимого занятия:**

***1. Общие сведения***

В настоящее время практически в любой отрасли хозяйства и науки во все более возрастающих масштабах используются радиоактивные вещества и источники

ионизирующих излучений. Особенно высокими темпами развивается ядерная энергетика. Атомная наука и техника таят в себе огромные возможности, но вместе с тем и большую опасность для людей и окружающей среды.

Ядерные материалы приходится возить, хранить, перерабатывать. Все эти операции создают дополнительный риск радиоактивного загрязнения окружающей среды, поражения людей, животных и растительного мира.

В случае аварии на химически опасных объектах происходит не только заражение приземного слоя атмосферы, заражение водных источников, продуктов питания, почвы, но может произойти массовое поражение людей, животных и растений АХОВ (аварийно химически опасные вещества).

Опасность поражения людей, сельскохозяйственных животных, растений требует быстрой оценки радиационной и химической обстановки и принятия на основе анализа и выводов из оценки решения на ведение спасательных работ в очаге радиоактивного загрязнения и химического заражения.

При авариях на объектах атомной энергетики, а также в случае применения ядерного оружия радиоактивному загрязнению подвергнется воздух, местность и расположенные на ней сооружения, техника и имущество.

Наиболее характерным вариантом обстановки для сельскохозяйственного объекта, расположенного, как правило, в загородной зоне, может быть такая ситуация, когда объект оказывается вне зон воздействия ударной волны и светового излучения ядерного взрыва, но подвергается опасному радиоактивному загрязнению. При этом варианте обстановки управление по делам ГО и ЧС объекта проводит оценку влияния радиоактивного загрязнения на производственную деятельность объекта. На основании оценки уровня радиации, защитных свойств жилых и производственных зданий, противорадиационных укрытий, а также транспортных средств вырабатывается режим работы сельскохозяйственного объекта, который бы исключал радиационные потери среди рабочих и служащих.

Радиационная обстановка - это ситуация, складывающаяся на объекте в результате радиоактивного загрязнения местности и всех расположенных на ней предметов и требующая принятия определенных мер защиты, исключающих радиационные потери среди населения и животных.

Под оценкой радиационной обстановки понимают определение показателей радиоактивного загрязнения местности и влияния их на людей, животных, растения и сооружения.

К основным показателям относят: уровни радиации на территории объекта и размеры зон радиоактивного загрязнения местности.

Оценка радиационной обстановки является обязательным элементом работы управлений по делам ГО и ЧС и командиров ГО гражданских организаций и проводится для принятия необходимых мер по защите людей, животных, кормов, продовольствия, воды, техники и других объектов.

Оценка радиационной обстановки может проводиться двумя способами:

- по результатам прогнозирования;
- по данным радиационной разведки.

Целью прогнозирования радиоактивного загрязнения местности является установление с определенной степенью достоверности местоположения и размеров зон радиоактивного загрязнения. Для прогнозирования радиоактивного загрязнения необходимо знать время взрыва; координаты центра (эпицентра) взрыва; мощность ядерного взрыва; вид взрыва; направление и скорость среднего ветра в районе взрыва.

Радиационная обстановка, выявленная методом прогноза, дает только приближенные характеристики радиоактивного загрязнения. Однако она обладает неоспоримым преимуществом - быстротой получения данных о возможном загрязнении,

что обеспечивает своевременное принятие мер по организации защиты людей, помогает выбрать наиболее целесообразные способы действий, поставить задачи разведке.

Фактическая радиационная обстановка выявляется поданным разведки на основании измеренных уровней радиации после выпадения радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва и образования следа облака на местности.

Для оценки радиационной обстановки необходимо иметь следующие исходные данные:

- время и вид ядерного взрыва, от которого произошло радиоактивное загрязнение объекта или маршрутов передвижения формирований;
- коэффициенты ослабления уровней радиации зданий, сооружений, убежищ, противорадиационных укрытий, транспортных средств, используемых для защиты;
- установленные для выполнения заданий допустимые дозы облучения;
- сроки выполнения поставленных задач;
- метеорологические данные (направление и скорость среднего ветра).

Время взрыва может быть установлено органами разведки или получено из управления по делам ГО и ЧС района или города. Если по каким-либо причинам время ядерного взрыва не установлено, то его определяют расчетным путем.

Если время ядерного взрыва неизвестно, то его определяют по скорости спада уровня радиации со временем. Для этого в какой-либо точке на территории объекта дважды одним и тем же прибором измеряют величину уровня радиации с определенным интервалом между замерами.

Затем рассчитывают отношение уровней радиации при втором и первом замерах $P_2$:$P_1$- По найденному отношению и известному интервалу времени определяют время с момента взрыва до второго измерения.

Значение коэффициентов ослабления уровня радиации зданиями, противорадиационными укрытиями и транспортными средствами берут из справочных материалов. Коэффициент показывает, во сколько раз укрытие ослабляет воздействие уровня радиации, а следовательно, и дозу облучения.

Значение коэффициента определяют по зависимости

$$К_{осл}=Р_{вн}+ Р_в$$

где $К_{осл}$ - коэффициент ослабления уровня радиации здания, сооружения, транспортного средства;

$Р_{вн}$, $Р_в$ - соответственно уровень радиации вне укрытия и внутри укрытия, Р/ч.

Допустимые дозы облучения устанавливают таким образом, чтобы они не вызывали у людей радиационных поражений. При установлении допустимых доз учитывают, что облучение может быть однократным и многократным.

Допустимые дозы для выполнения задания, как правило, определяют старшие начальники.

Сроки выполнения задач определяют старшие начальники, но по продолжительности они не должны превышать время, за которое личный состав может получить дозы выше допустимой.

Метеорологические данные управление по делам ГО и ЧС объекта будет получать с метеостанций или метеопостов.

***2 Оценка радиационной обстановки***

В начале излагаются исходные данные, в соответствии со своем вариантом (приложение 1), в следующей последовательности.

В результате аварии, уровень радиации на территории _____ через _____ часов после взрыва составил _____ Р/ч, установленная доза облучения _____ Р, время выпадения радиоактивных осадков ____ часов после взрыва.

Для защиты населения необходимо дополнительно построить противорадиационное укрытие (ПРУ) или щель из указанного преподавателем материала _____, вместимостью на _____ человек.

Для оценки обстановки необходимо:

1. Дать определение что такое устойчивость работы сельскохозяйственного объекта.

2. Определить предел устойчивости здания и МТП к воздействию ударной волны (Приложение №7 ).

3. Определить эталонный уровень радиации (на 1 час после взрыва) ($P_1$) на территории объекта

Воспользуемся формулой вычисления эталонной мощности:

$$P_1 = P_t t_{но}^{1.2} \quad (1)$$

где $P_t$ – уровень радиации принятый на произвольный момент времени $t_{но,}$, отсчитанный от момента взрыва.

4. Определить и вычертить график спада мощности дозы ($P_t$) за период 96 часов. От момента взрыва первые и вторые сутки определение делать на 1, 2, 6, 12, 18, 24, 30, 42, 48, часов, третьи и четвертые сутки на 60, 72, 84, 96

5. Определить дозу облучения персонала МТП за 4 суток при условии его работы на открытой местности (время смены составляет 8 ч):

$$D_4 = \frac{5P_1\Delta t^{-0,2}}{k_{защ}} \quad (2)$$

где Δt – время воздействия поражающего фактора, ч;

$\Delta t = t_р - t_{но}$

$t_р$ – время работы, ч

$k_{защ}$–коэффициент защиты здания, для открытой местности равен 1.

6. Определить требуемый коэффициент ослабления (Ктр.) при котором люди могут получить дозу облучения не более допустимой доза .

$$К_{Тр} = \frac{D_4}{D_{доп}} \quad (10.3)$$

7. Сравнивая коэффициент ослабления фактически ($К_{фак.}$) для зданий и сооружений (подвал) по заданию с коэффициентом требуемым ($К_{Тр.}$) необходимо сделать вывод: устойчиво ваше сооружение радиоактивному заражению или неустойчиво $К_{фак.}$ выбирается из таблицы (приложение 2).

Защита населения

1. Определить расход материалов, продолжительность строительства и затраты труда на строительство ПРУ или щели, используя свои исходные данные (приложение № 7).

2. Определить режим защиты населения в создавшейся ситуации (приложение 3).

3. Определить время ввода формирований МТП и допустимую продолжительность их работы (смен) на территории зараженной радиоактивными веществами (приложение 4).

Определение уровня устойчивости работы МТП в чрезвычайных ситуациях

Для этого необходимо:

Определить степень загрязнения техники после выпадения радиоактивных осадков по формуле:

$$Qтех = 80\ P_{ос},$$

где $Q_{тех}$ – степень загрязнения техники, 80 – постоянный коэффициент, $P_{ос}$ – уровень радиации на момент выпадения радиоактивных осадков.

Делается вывод о возможности использования техники без обеззараживания (при крайней необходимости). (Приложение 5).

3.2. Определить расход материалов и время для дезактивации машин, используя способ обмывания струей воды (Приложение 6). Данные в приложении по продолжительности дезактивации объектов приняты для работы с одним брандспойтом и не включает время, необходимое на подготовку объектов к обработке и последующую

чистку и смазку частей и деталей, подвергающихся коррозии. Расход ветоши дан с учетом необходимой сухой протирки и смазки наиболее ответственных частей.

**3.4.3 Результаты и выводы:**

1. Внимательно изучить вариант задания, выданный преподавателем.
2. Изучить основные положения и методику расчета.
3. Произвести оценку радиационной обстановки на объекте АПК.
4. Определить уровень устойчивости работы МТП в чрезвычайных ситуациях.
5. Сделать общие выводы по проделанной работе с указанием мероприятии по повышению устойчивости работы машинно-тракторного парка в чрезвычайной ситуации по защите населения, по подготовке объекта к работе в чрезвычайных ситуация, по подготовке к восстановлению нарушенного производства, по подготовке системы управления. В ответах необходимо ссылаться на проделанные расчеты.
6. Оформить отчет и сдать преподавателю.

**3.4 Практическое занятие № ПЗ-5 (2 часа).**

**Тема: «Оценка химической обстановки при аварии на объектах, имеющих АХОВ»**

**3.5.1 Задание для работы:**

1. Определить размеров и площади зоны химического заражения.
2. Определить времени подхода облака зараженного воздуха к определенному рубежу (ОНХ).
3. Определить времени поражающего воздействия СДЯВ (АХОВ).
4. Определить возможных потерь в очаге заражения.

**3.5.2 Краткое описание проводимого занятия:**

***1. Понятие об оценки химической обстановки и исходные данные для ее проведения.***

Химическое заражение местности (объект) может возникнуть при разрушении, повреждении емкостей и технологической коммуникации в АХОВ (аварийно-химически опасные вещества) вследствие производственных аварий или стихийных бедствий, а также в результате применения противником отравляющих веществ.

Под химической обстановкой на объекте понимается ситуация, создавшаяся в результате химического заражения местности и требующая принятия мер по защите.

Опасность поражения людей, сельскохозяйственных животных, растений требует быстрой оценки химической обстановки и учета ее влияния на ведение спасательных работ.

Под оценкой химической обстановки понимается определение показателей, характеризующих заражение объекта АХОВ и анализ их влияния на людей, животных, растения и сооружения.

К показателям, определяющим химическую обстановку, относят:

- концентрацию АХОВ в воздухе;
- размеры и площадь зоны химического заражения;
- время подхода облака зараженного воздуха к определенному рубежу;
- продолжительность поражающего воздействия АХОВ;
- возможные потери людей в очаге химического поражения.

Оценка химической обстановки проводится с целью:

- принять меры по защите населения;
- разработать мероприятия по ведению спасательных работ в условиях зараженной местности АХОВ;
- восстановить производственную деятельность и обеспечить жизнедеятельность

населения.

При решении задач по повышению устойчивости работы объектов в военное время оценка химической обстановки проводится заблаговременно методом прогнозирования на объектах, имеющих АХОВ, и соседних с ними объектов. В случае аварии на объекте оценка химической обстановки проводится в период возникновения ее на основании фактических данных.

Исходными данными для оценки химической обстановки являются:

- место и время выброса (вылива) АХОВ;
- тип, количество и условия хранения выброшенных АХОВ;
- метеорологические данные;

топографические условия местности и характер застройки на пути распространения зараженного воздуха;

- степень защищенности, укрытие техники и имущества. При оценке химической обстановки методом прогнозирования место, время выброса, тип, количество и условия хранения выброшенных АХОВ задаются, исходя из возможной обстановки.

При выбросе АХОВ эти данные определяют разведывательные группы.

Метеорологические данные включают в себя:

- скорость и направление приземного ветра;
- температуру воздуха и почвы;
- степень вертикальной устойчивости воздуха.

Эти метеоданные штаб по делам ГО и ЧС объекта получает от метеостанций или постов радиационного и химического наблюдения каждые 4 часа

На глубину распространения АХОВ и на их концентрацию в воздухе значительно влияют вертикальные потоки воздуха. Их направление характеризуется степенью вертикальной устойчивости атмосферы. Различают три степени вертикальной устойчивости атмосферы: инверсию, изотермию и конвекцию.

Инверсия в атмосфере — это повышение температуры воздуха по мере увеличения высоты. Инверсия в приземном слое воздуха чаще всего образуется в безветренные ночи в результате интенсивного излучения тепла земной поверхностью, что приводит к охлаждению как самой поверхности, так и прилегающего слоя воздуха.

Инверсионный слой является задерживающим в атмосфере, препятствует движению воздуха по вертикали, вследствие чего под ним накапливаются водяной пар, пыль, а это способствует образованию дыма и тумана. Инверсия препятствует рассеиванию воздуха по высоте и создает наиболее благоприятные условия для сохранения высоких концентраций АХОВ.

Изотермия характеризуется стабильным равновесием воздуха. Она наиболее типична для пасмурной погоды, но может возникнуть и в утренние и в вечерние часы. Изотермия способствует длительному застою паров АХОВ на местности, в лесу, в жилых кварталах городов и населенных пунктов.

Конвекция - это вертикальное перемещение воздуха с одних высот на другие. Воздух более теплый перемещается вверх, а более холодный и более плотный — вниз При конвекции наблюдаются восходящие потоки воздуха, рассеивающие зараженное облако, что создает неблагоприятные условия для распространения ОХВ. Отмечается конвекция в ясные летние дни.

Степень вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха может быть определена по данным прогноза погоды с помощью графика (рис.1).

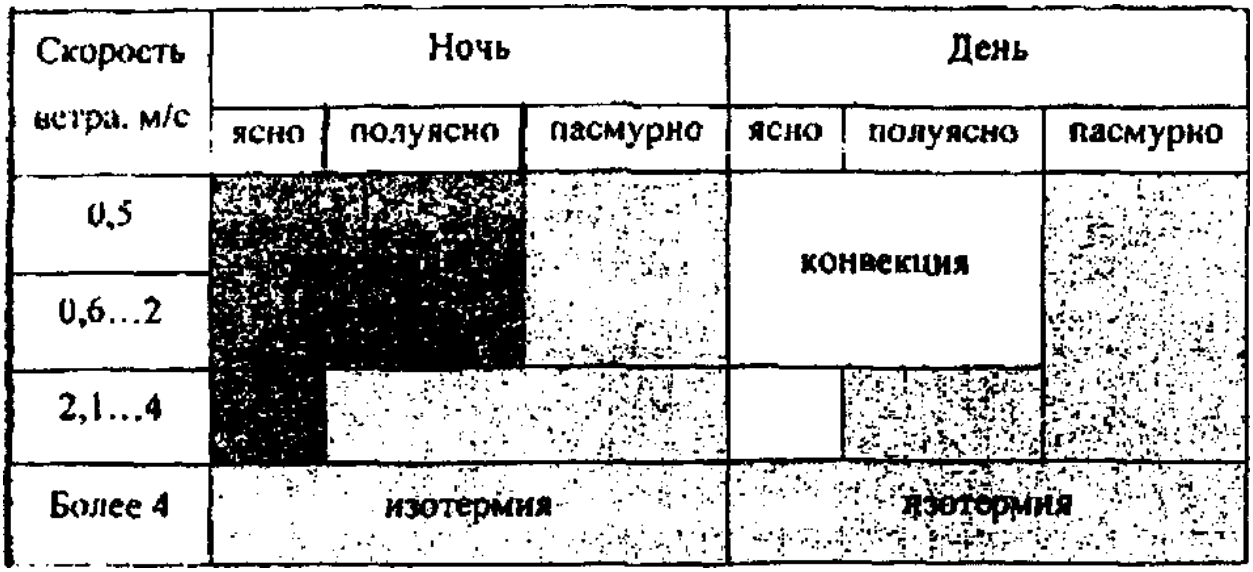



Рис.11.1. График для оценки степени вертикальной устойчивости воздуха по данным прогноза погоды

Более точно степень вертикальной устойчивости воздуха можно определить по скорости ветра на высоте 1 метра и температурному градиенту с помощью графика (рис. 11.2).

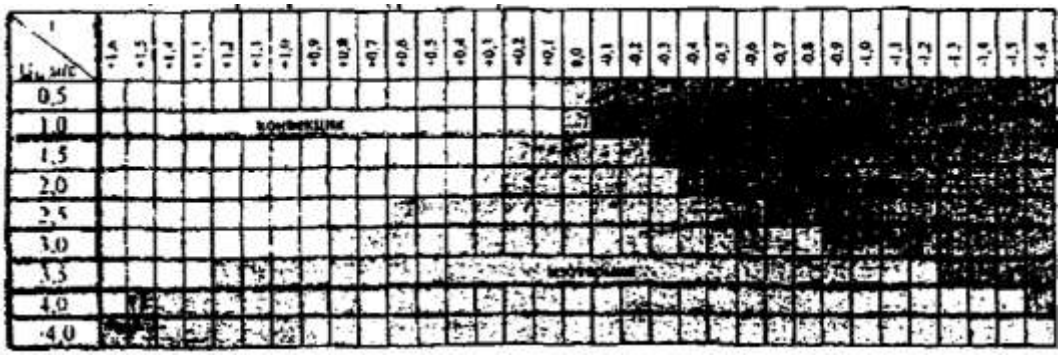



Рис. 2. График для определения устойчивости воздуха

Температурный градиент определяется по зависимости:

$$t = t_{50} - t_{200}$$

где t - температурный градиент, "С;

$t_{50}$, $t_{200}$ - соответственно температура воздуха на высоте 50 и 200 см от поверхности земли.

Используя плакат, пояснить порядок пользования графиком определения степени вертикальной устойчивости воздуха**.**

***2. Методика оценки химической обстановки***

Определение размеров и площади зоны химического заражения

Размеры зон химического заражения зависят от количества АХОВ на объекте, физических и токсикологических свойств, условий хранения, метеоусловий и рельефа местности.

К размерам зоны химического заражения относят: глубину зоны химического заражения, ширину зоны химического заражения и площадь зоны химического заражения.

**1.** Глубину зоны химического заражения (Г) определяют в зависимости от вида выброшенного (вылившегося) АХОВ, его количества и вертикальной устойчивости воздуха. Глубина зоны химического заражения корректируется поправочным коэффициентом в зависимости от скорости ветра.

$$Г = г * х$$

где г - глубина распространения облака зараженного воздуха при скорости ветра 1 м/с (находится по приложению №7);

х - поправочный коэффициент, который находится по справочным данным приложения №8.

2. Ширина зоны химического заражения (Ш) определяется по следующим соотношениям:

Ш = 0,03 * Г - при инверсии;

Ш = 0,15 * Г - при изотермии;

Ш = 0,8 * Г - при конвекции.

3. Площадь зоны химического заражения определяют по зависимости:

$$s = {}^{1}/_{2}r*m,$$

где S - площадь химического заражения, км$^2$;

Г - глубина зоны химического заражения, км;

Ш-ширина зоны химического заражения, км.

Определение времени подхода облака зараженного воздуха к определенному рубежу (ОНХ).

Для оценки химической обстановки необходимо знать время, в течение которого облако зараженного воздуха достигнет определенного рубежа и создастся угроза поражения людей на нем. Это время определяют по зависимости:

$$t_{под} = L * 1000/ V_{ОЗВ}*60,$$

где $t_{под}$ - время подхода облака зараженного воздуха к определенному рубежу, мин;

L - расстояние от места выброса АХОВ до рубежа, км;

$V_{ОЗВ}$ - средняя скорость переноса облака зараженного воздуха, м/с.

Расстояние от места выброса АХОВ до рубежа берут в таблице исходных данных, а среднюю скорость переноса зараженного воздуха - по справочным данным (Приложение № 9).

Определение времени поражающего воздействия СДЯВ (АХОВ).

Время поражающего воздействия АХОВ определяется временем его испарения с поверхности выброса (разлива).

Время испарения АХОВ зависит от скорости ветра. Чем больше скорость ветра, тем быстрее испаряется АХОВ. Время испарения АХОВ при скорости ветра 1 м/с. Время испарения АХОВ корректируется поправочным коэффициентом

*Определение возможных потерь в очаге заражения.*

Потери работников объекта и проживающего вблизи от объекта населения будут зависеть от численности людей, оказавшихся в зоне химического заражения, степени защищенности их и своевременного использования ими противогазов.

Количество рабочих и служащих, оказавшихся в зоне химического заражения, подсчитывается по их наличию на территории объекта по зданиям, цехам, площадкам; количество населения - по жилым кварталам в населенных пунктах (городах).

$$P=N*C,$$

где P- потери людей;

N - численность рабочей смены, местных жителей;

C - возможные потери людей от АХОВ в очаге химического поражения, % (Приложение №12)

В соответствии с этим структура потерь рабочих и местных жителей будет следующей:

- со смертельным исходом Р * 0,35 = кол-во человек;
- средней и тяжелой степени Р * 0,4 = кол-во человек;
- легкой степени Р * 0,25 = кол-во человек.

**3.5.3 Результаты и выводы:**

1. Выводы и решения по защите людей выносятся на основе результатов оценки химической обстановки. Они включают в себя перечисление необходимых мер и способов защиты населения находящегося в жилых районах недалеко от объектов, на которых может произойти авария с выбросом АХОВ.

2. Оформить отчет и сдать преподавателю.

**3.6 Практическое занятие № ПЗ-6 (2 часа).**

**Тема: «Прогнозирование параметров взрыва легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) на нефтескладах в сельском хозяйстве»**

**3.6.1 Задание для работы:**

1. Определить среднюю скорость, полное время истечения и расход бензина.
2. Определить площади разливного бензина.
3. Определить радиуса разлива.
4. Рост площади разлива бензина в зависимости от времени.
5. Расчет радиуса взрывоопасной зоны.
6. Величина избыточного давления при взрыве цистерны с бензином.

**3.6.2 Краткое описание проводимого занятия:**

***1. Общие сведения***

Современная нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность вырабатывает из нефти широкий ассортимент продуктов, необходимых народному хозяйству страны. Из всего многообразия этих продуктов значительную часть потребляет сельское хозяйство в качестве моторных топлив для двигателей внутреннего сгорания (бензин, керосин, дизельное топливо различных марок, мазут), смазочных и других масел и мазей, растворителей для смол, каучука и лакокрасочных материалов. Все эти продукты переработки нефти позволяют обеспечить длительную и безотказную работу МТП.

В процессе технического обслуживания и ремонта применяется большое количество различных моющих средств, лакокрасочных материалов, органических растворителей, значительная часть которых вырабатывается из нефти. Все нефтепродукты, необходимые сельскохозяйственному производству, с нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов различными видами транспорта доставляются к месту хранения потребления.

Легкая испаряемость, горючесть и повышенная взрывоопасность - свойства нефтепродуктов, опасные в пожарном отношении.

*Пожар* – это неконтролируемое горение вне специального очага, в результате которого уничтожаются или повреждаются материальные ценности, создается опасность для жизни и здоровья людей.

*Горение* - это быстро протекающий химический процесс окисления или соединения горючего вещества и кислорода воздуха, сопровождающийся выделением газа, тепла и света. Известно горение и без кислорода воздуха с образованием тепла и света. Таким образом, горение представляет собой не только химическую реакцию соединения, но и разложения.

Для того чтобы происходило горение требуется наличие трех условий:

2. Горючая среда (материал и предметы, способные гореть);

3. Источник зажигания (открытый огонь, искра, химические реакции с выделением большого количества тепла и т.п.);

4. Окислитель (наличие в воздухе кислорода более 14%. При снижении содержания кислорода до 10% горение переходит в тление). Если не будет хотя бы одного

из этих условий, горения не произойдет. Например, при наличии горючей среды и источника зажигания, но отсутствии окислителя горение не произойдет. Окислителем может быть не только кислород, но и хлор, фтор, бром, йод, окислы азота и т.д.

Для того чтобы произошел пожар, требуется наличие четырех условий:

1. Горючая среда;
2. Источник зажигания;
3. Окислитель;
4. Пути распространения пожара (горючие вещества по которым огонь может распространяться на дальние расстояния).

Горючая среда (горючая нагрузка) представляет собой всю обстановку жилого помещения. Она может быть более или менее горючей в зависимости от содержимого этой среды. В этой связи существует понятие группы горючести веществ или материалов. По горючести все вещества и материалы подразделяются на 3 группы:

- негорючие - не способны к горению в воздухе, но тем не менее могут быть пожароопасными в виде окислителей или веществ, выделяющих горючие продукты при взаимодействии с водой( например, негорючий карбид кальция при контакте с влагой воздуха выделяет взрывоопасный газ ацетилен);
- трудногорючие - способны возгораться от источника зажигания, но самостоятельно не горят, когда этот источник удаляют;
- горючие - самовозгораются, а также возгораются от источника зажигания и продолжают гореть после его удаления.

*Вспышка* - процесс горения паровой фазы жидкого или твердого вещества, которая образуется под поверхностью горючего тела при воздействии на вещество открытого огня или раскаленного тела. По температуре вспышки различают легковоспламеняемые (до 45°С – ацетон, скипидар, спирт) и горючие ( свыше 45°С - растительные масла, минеральные смазки).

*Воспламенение* – процесс, при котором вещество, нагреваясь до температуры кипения, продолжает гореть и тлеть до тех пор, пока происходит парообразование или выделение летучих углеводородов и других горючих соединений. Температура воспламенения выше температуры вспышки для горючих веществ на 5…30°С, для легковоспламеняемых – на 2…5°С.

*Самовоспламенение* – процесс самостоятельного ускорения реакции, проходящей в горении.

Пары нефтепродуктов в смеси с воздухом образуют взрывоопасные смеси. Пары нефтепродуктов в 2 - 2,5 раза тяжелее воздуха. В тихую погоду они стелются по земле и заполняют все пониженные места. Взрыв смеси возможен вблизи нефтехранилищ или в помещениях, частично заполненных парами нефтепродуктов. Взрыв происходит от искры, открытого пламени и даже от раскаленного предмета. Сила взрыва велика, она может привести к пожару и вызвать значительные разрушения.

При эксплуатации производств допускается незначительная утечка химических продуктов через небольшие, но в ряде случаев многочисленные рассредоточенные неплотности в аппаратуре и оборудовании.

Вследствие непредвиденной значительной разгерметизации технологических систем, а также по другим причинам в химических и нефтехимических производствах происходят и аварийные залповые выбросы взрывоопасных продуктов. Условия формирования взрывоопасных газовоздушных смесей при аварийных залповых выбросах существенно отличаются от условий переноса вредных веществ при малых утечках газов; значительно различаются и концентрации газовых смесей. При залповых выбросах нижний предел воспламенения смесей значительно превышает допускаемые концентрации по санитарным нормам

Аварийные залповые выбросы газов (паров) часто приводят к образованию в атмосфере взрывоопасного облака большого объема и последующему взрыву его.

При оценке пожарной безопасности веществ и материалов необходимо учитывать их агрегатное состояние. Поскольку горение, как правило, происходит в газовой среде, то в качестве показателей пожарной опасности необходимо учитывать условия, при которых образуется достаточное для горения количество газообразных горючих продуктов.

Предусматриваемые при проектировании каждого конкретного здания (сооружения, помещения) противопожарные мероприятия должны учитывать степень его пожарной или взрывной опасности, которая зависит от размещенного в этом здании (сооружении, помещении), производства.

В зависимости от характера технологического процесса различают производства пяти категорий: А, Б – взрывоопасные; В, Г и Д – пожароопасные.

Категория А – производства, где имеются: горючие газы с нижнем пределом воспламенения до 10 % объема воздуха; жидкости с температурой вспышки паров до 28 ºС включительно (при условии, что указанные газы и жидкости могут образовывать взрывоопасные смеси объемом более 5 % объема помещений); твердые вещества, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или между собой (клады бензина, спирта, карбида кальция и т.д.; газогенераторные помещения; участки отделения, где выполняются работы с красками и органическими растворами, и др.).

Категория Б – производства, в которых могут находиться: горючие газы с нижнем пределом взрываемости более 10 % объема воздуха; жидкости с температурой воспламенения паров 28…61 ºС включительно; жидкости, нагретые в условиях производства до температур вспышки и выше; горючие пыли или волокна с нижнем пределом воспламенения до 65 г/м³ к объему воздуха. При этом указанные газы, жидкости и пыли могут образовывать взрывоопасные смеси объемом более 5 % объема помещения (склады лаков и красок, баллонов с кислородом или сжатым аммиаком; цехи по приготовлению травяной муки, комбикормов, белково-витаминных добавок, дроблению сухого сена, соломы, жмыха; машинные и аппаратные залы аммиачных компрессорных станций и др.).

Категория В – производства, где используются: жидкости с температурой вспышки паров выше 61 ºС; горючие пыли и волокна с нижнем пределом взрываемости более 65 г/м³ к объему воздуха; вещества, способные только гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или между собой; твердые горючие вещества и материалы (зерносушилки; элеваторы зерна; участки диагностики и ремонта двигателей; гаражи; столярные мастерские; отделения дробления и просеивания концентрированных кормов; цехи сушки молока, крови, яйцепродуктов и др.).

Категория Г – производства, в которых обрабатываются: негорючие материалы и вещества в горячем и расплавленном состоянии при наличии выделений лучистой теплоты, искр, пламени; производства с использованием твердых, жидких и газообразных веществ, сжигаемых или утилизируемых в качестве топлива (котельные; кузницы; сварочные участки; термические, травильные, лудильные отделения; машинные залы фреоновых холодильных установок и др.).

Категория Д – производства, связанные с обработкой негорючих веществ и материалов в холодном состоянии (токарный, инструментальный, разборочно-моечные цехи; овощехранилища; силосохранилища и др.).

Меры противопожарной защиты можно разделить на пассивные и активные.

*Пассивные меры* сводятся к архитектурно-планировочным решениям. При проектировании здания необходимо предусмотреть удобство подхода и проникновения в помещения пожарных подразделений, снижение опасности распространения огня между этажами, отдельными помещениями и зданиями, конструктивные меры, обеспечивающие незадымляемость зданий, противопожарные разрывы, преграды для распространения огня, выполнение конструкции здания из трудногорючих материалов и т. д.

*Активные меры* заключаются в создании автоматической пожарной сигнализации, установке систем автоматического пожаротушения, снабжении помещений первичными средствами пожаротушения и др.

*Пассивные меры.* Архитектурно-планировочные решения заключаются в зонировании территории предприятия и установлении между отдельными зданиями противопожарных разрывов.

**2. Методика расчета.**

1. Определение средней скорости; полного времени истечения; расхода бензина.

$$V_{ср} = \mu \cdot \sqrt{2g \cdot H} \quad (1)$$

где μ-коэффициент расхода жидкости (равен 0,3)

H-высота столба жидкости в цистерне (диаметр цистерны)

g- ускорение свободного падения (9,8 м/с$^2$)

Полное время истечения ЛВЖ.

$$\tau = \frac{M_ц}{G}, \text{ мин} \quad (2)$$

где $M_ц$ -масса бензина в цистерне

G-расход бензина, кг/мин

$$M_ц = \rho_{ж} \cdot V_{ж} \cdot e \quad (3)$$

$\rho_ж$- плотность ЛВЖ, кг/м$^3$ (800 кг/м$^3$)

$V_ж$-полная емкость цистерны, м$^3$

e-степень заполнения цистерны.

$$G = 60 \cdot V_{ср} \cdot \rho_{ж} \cdot S_0, \text{ кг/мин} \quad (4)$$

где $S_0$- площадь сечения сливного прибора, м$^2$

$V_{ср}$- средняя скорость истечения

$\rho_ж$- плотность ЛВЖ

2. Определение площади разлитого бензина.

$$S_p = f \cdot e \cdot V_{ж}, \text{ м}^2 \quad (5)$$

где f-коэффициент разлива

при расположении цистерны в низине или на ровной поверхности, уклон до $1^0$ равен 5

при расположении цистерны на возвышенности равен 12.

$V_ж$- вместимость цистерны, м$^3$.

3. Определение радиуса разлива

При расположении в низине:

$$R_p = \left(\frac{S_p}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}}, \text{ м} \quad (6)$$

При расположении на возвышенности:

$$b = \left(\frac{k_{ук} \cdot S_p}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}}, \text{ м} \quad (7)$$

$$a = \frac{4 \cdot S_p}{\pi \cdot b}, \text{ м.}$$

$k_{ук}$- коэффициент характеризующий уклон.

При уклоне от$1^0$ до $3^0$ $k_{ук}$=8, более $3^0$ $k_{ук}$=16.

4. Рост площади разлива бензина.

$$S_p = \left(\frac{f \cdot G}{\rho_{ж}}\right) \cdot \tau \quad (8)$$

5. Расчет радиуса взрывоопасной зоны

$$R_{взр} = 3{,}2 \cdot k^{\frac{1}{2}} \cdot \left[\frac{P_n}{C_{нкпр}}\right]^{0{,}8} \cdot \left[\frac{M_p}{\rho_n \cdot P_n}\right]^{0{,}33} \quad (9)$$

$$k = \frac{T}{14400}$$

где Т - расчетная продолжительность поступления паров ЛВЖ в окружающее пространство, но не более 14400.

$$T = M_ц / \cdot S_p \cdot S_p _ < 14400$$

$P_н$- давление насыщенных паров ЛВЖ при расчетной температуре

$C_{нкпр}$ – нижний концентрационный предел распространения пламени, равен 1,1.

$M_р$ – масса паров ЛВЖ поступивших в открытое пространство за время полного испарения, но не более 14400 с кг.

$\rho_н$ – плотность паров ЛВЖ, кг/м$^3$

η- коэффициент принимаемый по таблице №2

$M_м$ – молекулярная масса, кг/моль.

$P_n$ – давление насыщенных паров

$t_p$ – расчетная температура

$V_0$ – мольный объем, равный 22,413 м$^3$кмоль$^{-1}$

Для определения радиуса взрывоопасности определим параметры

5.1. Масса пролитой ЛВЖ в зависимости от времени истечения:

$$M = G \cdot \tau \quad (10)$$

5.2. Давление насыщенных паров:

$$P_n = 0{,}133 \cdot 10^{\left(5{,}14031 - \frac{695{,}019}{223{,}220 + t_p}\right)} \quad (11)$$

Константы уравнения:

A=5,1403

B=695,019

CA=223,220

5.3. Определение интенсивности испарения паров бензина при неподвижной среде:

$$J_p = 10^{-6} \cdot \eta \cdot M_M^{0{,}5} \cdot P_n \quad (12)$$

5.4. Определение расчетной продолжительности поступления паров бензина в окружающее пространство:

$$T = \frac{M_ц}{J_p \cdot S_p} \quad (13)$$

5.5. Определение массы паров, поступления в окружающее пространство с полной поверхности пролитого бензина:

$$M_p = J_p \cdot T \cdot S_p \quad (14)$$

5.6 Определяем плотность паров бензина при расчетной температуре:

$$\rho_n = \frac{M_M}{V_0 \cdot (1 + 0{,}00367 \cdot t_p _} \quad (15)$$

5.7. Определение радиуса взрывоопасной зоны при полной разгерметизации:

$$R_{взр.} = 3{,}2 \cdot k^{0{,}5} \cdot \left(\frac{P_n}{c_{нкпр}}\right)^{0{,}8} \cdot \left(\frac{M_p}{\rho_n \cdot P_n}\right)^{0{,}33} \quad (16)$$

5.8. Масса паров бензина, поступающих в окружающее пространство в зависимости от времени истечения:

$$M_P = \left( \frac{J_P \cdot T \cdot f \cdot G}{\rho_{ж}} \right) \tau \qquad (17)$$

Определим расчетное количество паров бензина, поступающее в окружающее пространство в зависимости от времени истечения

5.9. Радиус зоны загазованности взрывоопасности изменяется во времени в зависимости от количества паров бензина:

$$R_{вз} = \left[ \frac{3{,}2 \cdot k \left( \frac{P_n}{C_{нкпк}} \right)^{0{,}8}}{\rho_n \cdot P_n^{0{,}33}} \right] \cdot \left( \frac{J_P \cdot T \cdot f \cdot G}{\rho_{ж}} \right)^{0{,}33} \cdot \tau^{0{,}33} \qquad (18)$$

Рассчитаем радиус взрывоопасной зоны в любой момент времени.

6. Величина избыточного давления ΔР при взрыве ТВС, образовавшихся в результате аварии цистерны с бензином по формуле:

$$\Delta P = P_a \left( \frac{0{,}8 \cdot M_{пр}^{0{,}33}}{R_{вз}} + \frac{3 \cdot M_{пр}^{0{,}66}}{R_{вз}^{\ 2}} + \frac{5 \cdot M_{пр}}{R_{вз}^{\ 3}} \right) \qquad (19)$$

где $P_a$- атмосферное давление, кПа;

$R_{в3}$– расстояние от геометрического центра облака ТВС кг;

$M_{пр}$ – приведенная масса паров ЛВЖ, кг.

6.1. Рассчитываем величину приведенной массы паров бензина при проливе всего количества бензина, находящегося в цистерне:

$$M_{пр} = \left( \frac{Q_{сг}}{Q_o} \right) \cdot M_p \cdot K_z \qquad (20)$$

где $Q_{сг}$ – удельная теплота сгорания, кДж/кг;

$Q_o$ – константа, равная 4,52 $10^3$ кДж/кг;

$M_p$ – масса паров ЛВЖ в окружающем пространстве;

$K_z$ – коэффициент участия горючего во взрыве, равный 0,1.

6.2. Определяем величину избыточного давления на границе взрывоопасной зоны:

$$\Delta P = P_a \left( \frac{0{,}8 \cdot M_{пр}^{0{,}33}}{R_{вз}} + \frac{3 \cdot M_{пр}^{0{,}66}}{R_{вз}^{\ 2}} + \frac{5 \cdot M_{пр}}{R_{вз}^{\ 3}} \right)$$

Выводы по защите людей, выносятся на основе результатов оценки величины зоны взрывоопасности и величины избыточного давления при взрыве ТВС.

Таблица величины избыточного давления при различных расстояниях от центра разлива.

| τ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $S_p$ | | | | |
| $R_{взр}$ | | | | |
| $R_{вз}$ | | | | |
| ΔР | | | | |

**3.6.3 Результаты и выводы:**

1. Внимательно изучить вариант задания, выданный преподавателем.
2. Изучить основные положения и методику расчета.
3. Определить среднюю скорость полного времени истечения, расхода бензина.

4. Определить площадь разлитого бензина и радиус разлива.

5. Рассчитать величины избыточного давления на различных расстояниях от геометрического центра облака.

6. Внести данные в таблицу величины избыточного давления при различных расстояниях от центра разлива

7. Вычертить схему зоны разлива бензина, и размера взрывоопасной зоны в зависимости от времени продолжения аварии. Данная схема должна выполняться в масштабе выбранном произвольно. На ней должны быть показаны:

а) объект непосредственного и место (участок) непосредственного разлива.

б) объект народного хозяйства.

в) расстояние от места выброса до ближайшего строения.

К схеме должны прилагаться условные обозначения.

8. Оформить отчет и сдать преподавателю.

### 3.7 Практическое занятие № ПЗ-7 (2 часа).

**Тема: «Расчет нагрузок создаваемой ударной волной»**

#### 3.7.1 Задание для работы:

1. Определить избыточное давление.
2. Определить степень разрушения объектов.

#### 3.7.2 Краткое описание проводимого занятия:

***1. Общие сведения***

Ударная волна – это скачок уплотнения, распространяющаяся со сверхзвуковой скоростью тонкая переходная область, в которой происходит резкое увеличение плотности, давления и скорости вещества.

Например, при взрыве взрывоопасных веществ образуются высоконагретые продукты, обладающие большой плотностью и находящиеся под высоким давлением. В начальный момент они окружены покоящимся воздухом при нормальной плотности и атмосферном давлении. Расширяющиеся продукты взрыва сжимают окружающий воздух, причём в каждый момент времени сжатым оказывается лишь воздух, находящийся в определённом объёме; вне этого объёма воздух остаётся в невозмущённом состоянии. С течением времени объём сжатого воздуха возрастает.

Ударная волна в обычной среде - это всегда волна сжатия. Однако в тех системах, в которых скорость распространения возмущений уменьшается с ростом плотности, будет наблюдаться ударная волна разрежения.

Для характеристики ударной волны при взрыве газовоздушных смесей используются параметры по своему физическому содержанию аналогичные параметрам ударной волны при взрыве конденсированных взрывоопасных веществ.

Параметры ударной волны представлены в таблице 1.

Таблица 1.Параметры ударной волны ЯВ мощностью 30 Кт.

| Параметры | Расстояние от центра взрыва (км) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 |
| Избыточное давление во фронте, кПа | 135 | 75 | 48 | 26 | 17 | 12 |
| Скорость фронта, м/с | 494 | 432 | 402 | 374 | 364 | 357 |
| Скорость воздуха во фронте, м/с | 310 | 189 | 124 | 68 | 43 | 31 |

В случае возникновения ударной волны люди, здания, сооружения могут находиться под прямым или косвенным воздействием ударной волны. Прямое воздействие ударной волны на человека носит травматический характер, а при воздействии на здания, сооружения - разрушительный характер.

Прямое воздействие ударной волны на человека приводит к травматическим последствиям, тяжесть которых зависит от величины давления во фронте ударной волны. Все травмы подразделяются по степени тяжести на легкие, средние, тяжелые и крайне тяжелые.

Открыто расположенные люди получают легкие травмы при избыточном давлении во фронте ударной волны 20 – 40 кПа. В этом случае человек может получить незначительные повреждения: ушибы, вывихи конечностей, временное повреждение слуха, легкие контузии.

Средние травмы человек получает при давлении 40 – 60 кПа, которые характеризуются серьезными контузиями, повреждениями слуха, кровотечением из носа и ушей, вывихами, переломами конечностей.

Тяжелые травмы наступают при давлении 60–100 кПа и характеризуются тяжелыми контузиями, значительными переломами конечностей, сильным кровотечением из носа и ушей.

Крайне тяжелые травмы человек получает при избыточном давлении более 100 кПа и такие травмы, как правило, оканчиваются летальным исходом.

Прямое воздействие избыточного давления во фронте ударной волны и скоростной напор на здания, сооружения и т. д. приводит к их частичному или полному разрушению. Разрушения зданий, сооружений в зависимости от величины давления могут быть слабыми, средними, сильными и полными.

Полные разрушения - когда разрушаются все основные элементы здания, в том числе и несущие конструкции. Подвальные помещения могут частично сохраниться.

Сильные разрушения - когда разрушаются несущие конструкции и перекрытия верхних этажей, деформируются перекрытия нижних этажей. Использование здания невозможно, а восстановление нецелесообразно.

Средние разрушения - когда разрушаются крыши, внутренние перегородки и частично перекрытия верхних этажей. После расчистки часть помещений нижних этажей и подвалы могут быть использованы. Восстановление зданий возможно при проведении капитального ремонта.

Слабые разрушения - когда разрушаются оконные и дверные заполнения, кровля и лёгкие внутренние перегородки. Возможны трещины в стенах верхних этажей. Здание может эксплуатироваться после текущего ремонта.

Степень разрушения техники (оборудования):

Полные разрушения - объект не может быть восстановлен.

Сильные повреждения - повреждения, которые могут быть устранены капитальным ремонтом в заводских условиях.

Средние повреждения - повреждения, устраняемые силами ремонтных мастерских.

Слабые повреждения - это повреждения, существенно не влияющие на использование техники и устраняются текущим ремонтом.

Косвенное воздействие ударной волны происходит за счет действия на людей, здания, сооружения и другие объекты обломков (зданий, сооружений, падающих деревьев и др.), появляющихся в результате действия прямой ударной волны.

Для уменьшения поражающего действия ударной волны необходимо выполнять требования строительных норм и при строительстве не допускать отклонений от проекта в сторону ухудшения прочностных характеристик для удешевления строительства.

Под воздействием ударной волны создаются очаги поражения, разрушения, размеры которых зависят от мощности и вида взрыва, рельефа местности (рис. 9.1)

Граница очага поражения на равнинной местности условно ограничивается радиусом с избыточным давлением во фронте ударной волны 10 кПа (0,1 кгс/см).

На параметры ударной волны заметное влияние оказывают рельеф местности, лесные массивы и растительность. На скатах, обращенных к взрыву с крутизной более 10°, давление увеличивается: чем круче скат, тем больше давление. На обратных скатах возвышенностей имеет место обратное явление. В лощинах, траншеях и других сооружениях земляного типа, расположенных перпендикулярно к направлению распространения ударной волны, метательное действие значительно меньше, чем на открытой местности. Давление в ударной волне внутри лесного массива выше, а метательное действие меньше, чем на открытой местности. Это объясняется сопротивлением деревьев воздушным массам, движущимся с большой скоростью за фронтом ударной волны.

Поражающее действие ударной волны воздушного ядерного взрыва больше чем наземного той же мощности, так как при воздушном взрыве дополнительно образуется отраженная волна, которая на некотором удалении от взрыва сливается с прямой волной и, соответственно, избыточное давление во фронте ударной волны увеличивается.

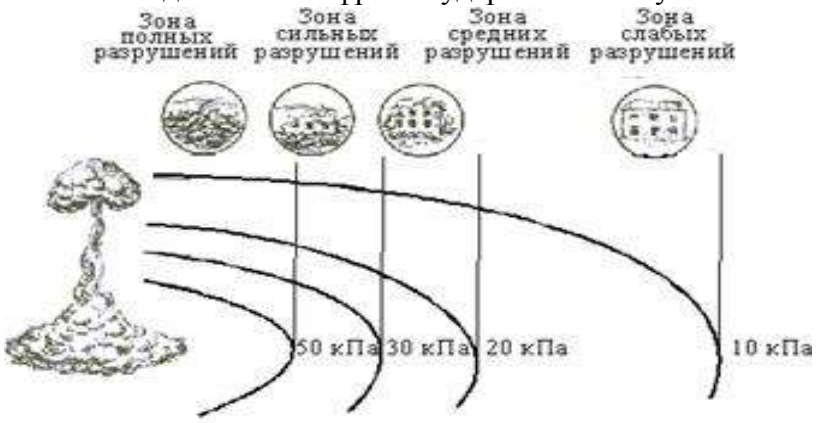



Рис.1 Очаги поражения при воздействии ударной волной

Нагрузки, создаваемые ударной волной в результате взрыва емкостей со сжатым газом, взрыва газовоздушной смеси, воздушного и наземного ядерных взрывов, приводят к разрушениям зданий, сооружений, оборудования, установок и т.д.

В результате разрушения объектов возникают чрезвычайные ситуации с соответствующими степенями разрушения, опрокидывания и смещения оборудования и установок.

Для принятия решений по проведению восстановительных работ на объектах, подвергшихся разрушению, необходимо провести оценку степени разрушения.

***2. Методика расчета***

***2.1. Взрыв емкости со сжатым газом:***

Тротиловый эквивалент, *кг,*

$$Q = A / 3{,}8, \qquad (1.)$$

где $A$ – работа взрыва (работа газа при адиабатическом расширении), *МДж*.

$$A = [(p_1 \cdot V)[1 - (p_2 / p_1)^{(m-1)/m}]] / (m - 1), \qquad (2.)$$

где $p_1$ – начальное давление в сосуде, *МПа*; $V$ – начальный объем газа, $м^3$;

$p_2$ - конечное давление, *МПа,* $p_2 = 0{,}1 \cdot p_1$ ; $m$ – показатель адиабаты, $m = 1{,}4$.

Безопасное расстояние, *м*, от места взрыва для человека

$$R_{min} = 16\, q^{1/3} \quad (3.)$$

Безопасное расстояние, *м*, места взрыва для жилой застройки

$$R_{min} = 5\, q^{1/2} \quad (4.)$$

***2.2. Взрыв газовоздушной смеси***

Избыточное давление при взрыве газовоздушной смеси*, кПа*,

$$\Delta p_{\phi} = (m \cdot H_T \cdot p_0 \cdot z) / (V_n \cdot c \cdot \rho \cdot T_0 \cdot R_H), \quad (5.)$$

где *m* – масса горючего газа, *кг*; $H_T$ – теплота сгорания, *кДж/кг,* $H_T = 40 \cdot 10^3$ *кДж/кг*; $p_0 = 101$ *кПА* – начальное давление; *z* - доля участия взвешенного дисперсного продукта при взрыве, *z=0,5;*

$V_n$ - объем помещения, $м^3$; *c = 1,01 кДж* – теплоемкость воздуха; $\rho = 1{,}29$ *кг/*$м^3$ - плотность воздуха;

$T_0 = 300$ *К* – температура в помещении; $R_H = 3$, коэффициент негерметичности помещения;

***2.3. Ядерный взрыв и взрыв емкости***

Избыточное давление, *кПа*, во фронте ударной волны наземного и воздушного ядерного взрыва, а также при взрыве емкости со сжатым газом

$$\Delta p_{\phi} = \frac{105 \cdot (\sqrt[3]{0{,}5 \cdot q})}{R} + \frac{410 \cdot (\sqrt[3]{(0{,}5 \cdot q)^2})}{R^2} + \frac{1370 \cdot (0{,}5 \cdot q)}{R^3}, \quad (6.)$$

где *R* – расстояние от центра взрыва, *м*.

***2.4. Степень разрушения объекта воздействия (здания, сооружения и т.д.***

Степень разрушения объекта воздействия оценивают по критерию физической устойчивости (сильное, среднее, слабое), а объекты воздействия (оборудование, установки и т.д.) – по критерию опрокидывания и смещения.

2.4.1. Если под воздействием ударной волны с избыточным давлением элементы производственного комплекса разрушаются полностью, разрушение оценивается как сильное; если элементы производственного комплекса в этих условиях могут быть восстановлены в короткие сроки, разрушение оценивается как среднее или слабое.

Степень разрушения производственных комплексов в зависимости от избыточного давления может быть оценена следующим образом:

- для промышленного здания с металлическим или железобетонным каркасом: при избыточном давлении 50…60 кПа – сильное, 40…50 – среднее, 20…40 кПа – слабое;
- для кирпичного многоэтажного здания с остеклением: при избыточном давлении 20…30 кПа – сильное, 10…20 кПа – среднее, 8…10 кПа – слабое;
- для кирпичного одно- и двухэтажного здания с остеклением: при избыточном давлении 25…35 кПа – сильное, 15…25 кПа – среднее, 8…15 кПа – слабое;
- для приборных стоек: при избыточном давлении 50…70 кПа – сильное, 30…50 кПа – среднее, 10…30 кПа – слабое;

- для антенных устройств: при избыточном давлении 40 кПа – сильное, 20…40 кПа – среднее, 10…20 кПа – слабое;
- для открытых складов с железобетонным перекрытием: при избыточном давлении 200 кПа – сильное.

2.4.2. Степень опрокидывания и смещения антенного устройства или приборной стойки.

Скоростной напор взрыва, *кПа*,

$$Р_{ск.} = 2{,}5 \cdot \Delta р_ф^{\,2} / (\Delta р_ф + 7p_0), \qquad (7.)$$

где $p_0$ – начальное скоростное давление, *кПа,* $p_0 = 101$ *кПа.*

Допустимый скоростной напор взрыва, *кПа*, при опрокидывании антенного устройства или приборной стойки

$$Р^{опр.}_{ск} \geq (a / b) \cdot [G / (C_x \cdot S)], \qquad (8.)$$

где *a* и *b* – высота и ширина объекта, *м*; *G* - масса объекта, *Н*; $C_x$ - коэффициент аэродинамического сопротивления; *S* – площадь поперечного сечения приборной стойки, $м^2$.

Если скоростной напор взрыва больше допустимого при опрокидывании, то антенное устройство или приборная стойка опрокинется.

Допустимый скоростной напор взрыва при смещении антенного устройства или приборной стойки

$$Р^{см}_{ск} \geq (f \cdot G) / (C_x \cdot S), \qquad (9.)$$

где $f$ - коэффициент трения.

Если скоростной напор взрыва больше допустимого при смещении, то антенное устройство сместится.

**3.7.3 Результаты и выводы:**1. Выбрать вариант

2. Ознакомиться с методикой расчета.

3. Выполнить расчет в соответствии с выбранным вариантом.

4. Подписать отчет и сдать преподавателю.

### 3.8 Практическое занятие № ПЗ-8 (2 часа).

### Тема: «Организация защиты с/х животных, растений, продуктов питания от заражения РВ, ОВ, БС»

**3.8.1 Задание для работы:**

1. Изучить особенности защиты продуктов питания, фуража от заражения РВ, ОВ, БС.
2. Изучить особенности защиты животных при стихийных бедствиях.
3. Дать определение понятию ветеринарная обработка животных. Подробно рассмотреть все виды ветеринарной обработки животных.
4. рассмотреть сущность и содержание специальной обработки объектов с/х..

### 3.8.2 Краткое описание проводимого занятия:

## 1.Защита продуктов питания, фуража, воды

Ясно, что защита продовольствия, фуража и воды ответственная задача не только органов гражданской обороны, местном администрации, но и всего населения. Каждый взрослый человек должен знать об опасных факторах воздействия радиации, АХОВ (аварийно химически опасные вещества), инфекционных возбудителей, которые, если заблаговременно не принять необходимые меры, могут привести к большим потерям продовольствия. Все мы должны уметь сохранять продукты питания, фураж, воду в чрезвычайных ситуациях.

При авариях на радиационно опасных объектах возникает опасность радиоактивного, при авариях на химически опасных объектах - химического заражения. Немалую опасность представляют и инфекционные возбудители.

Основной способ защиты продуктов питания и воды от заражения их изоляция от внешней среды. Поэтому определенная степень защиты создается уже при герметизации мест хранения, кладовых, подвалов и тары.

Образовавшихся в процессе аварии ядерной энергетической установки радиоактивные продукты в виде пыли, аэрозолей и других мельчайших частиц оседают на местности, разносятся воздухом и ветром, загрязняя вес вокруг. Если запасы продовольствия окажутся неукрытыми или будет нарушена целостность тары и упаковки, то радиоактивные вещества, загрязняя продукты питания, будут занесены в пищу с загрязненных поверхностей тары, кухонного инвентаря и оборудования, одежды и рук при обработке.

Радиоактивные вещества, попадающие на поверхность неупакованных продуктов или через щели и неплотности тары, проникают внутрь: в хлеб и сухари — на глубину пор; сыпучие продукты (мука, крупа, сахарный песок, поваренная соль) - в поверхностные (10-15 мм) и нижележащие слои в зависимости от плотности продукта. Мясо, рыба, овощи и фрукты загрязняются радиоактивной пылью, аэрозолями с поверхности, к которой весьма плотно прилипают. В жидких продуктах крупные частицы оседают на дно тары, а мелкие образуют взвеси.

Наибольшую опасность представляет попадание радиоактивных веществ внутрь организма с загрязненной пищей и водой, так как поступление их в количествах, более установленных величин, вызывает лучевую болезнь.

Аварийно химически опасные и отравляющие вещества (ОБ) представляют опасность для заражения незащищенного продовольствия, воды, фуража во всех вариантах их состояния: капельно-жидком, твердом, в виде тумана и дыма, в газообразном и парообразном. Эти вещества проникают в тароупаковочные материалы из дерева на глубину до 5—10 мм, фанеры - 3-4 мм и пропитывают брезент, картон, четырех-, пятислойную бумагу, многие полимерные пленки, мешочную ткань. Растворяясь и впитываясь, они заражают незащищенные продукты. Глубина проникновения в продукты питания, особенно сыпучие, в несколько раз выше, чем в тароупаковочные материалы, при этом в твердых жирах, масле сливочном, комбижире, маргарине она постепенно увеличивается, В растительных маслах капли АХОВ, ОВ и аэрозоли растворяются и могут распространиться на всю массу.

Пары ядовитых и отравляющих веществ легко проникают с воздухом через неплотности помещений, негерметическую тару и упаковку, концентрируясь в большей степени в муке, крупе, картофеле, овощах — в наружном слое, в хлебе - главным образом в корке, а в соли, сахарном песке вследствие их малой способности удерживать пары, аэрозоли - в нижележащих слоях. В мясе они заражают в первую очередь участки, покрытые жиром.

Продовольствие, находящееся в очаге, представляющем бактериологическую опасность, при хранении на открытых площадках и в не герметичных помещениях подвергается опасности заражения возбудителями инфекционных заболеваний, и прежде

всего незатаренные или негерметично упакованные продукты питания. На зараженной местности бактериальные рецептуры длительное время сохраняют свои поражающие свойства, особенно при низких температурах и в пасмурную погоду (несколько недель и более). Они могут выжить на внутренних поверхностях помещений и тары, а также в различных пищевых продуктах, где микроорганизмы активно размножаются. Например, возбудитель холеры и сыром молоке сохраняется 1-6 суток (до скисания), в кипяченом - до 10 су ток, в сливочном масле - до 20-30 суток, на черном хлебе - от 1 до 4 суток, на белом - от 1 до 26 суток, на картофеле - до 14 суток.

Таким образом, тара и упаковка играют первостепенную роль в защите продуктов питания. По своим защитным свойствам тара делится натри категории: высшую, первую и вторую. К высшей категории относится тара, защищающая от радиоактивных, АХОВ, ОВ и бактериальных средств (БС). Это герметически закрытая металлическая, стеклянная тара и некоторые виды деревянной и полимерной тары: фляги с резиновой кольцевой прокладкой; бочки стальные сварные и деревянные заливные; банки для консервов; банки со съемной крышкой и прикатанной прокладкой; трубы алюминиевые; банки стеклянные с жестяными крышками; бутылки узкогорлые, герметически закрытые металлическими капсулами или укупоренные плотными корковыми или полиэтиленовыми пробками и алюминиевыми колпачками; пакеты из комбинированного материала, бумаги, фольги, полиэтилена.

Тара мерной категории защищает продовольствие от бактериальных средств радиоактивных веществ (РВ): бочки деревянные сухо-тарные ящики дощатые с полиэтиленовыми вкладышами; банки, пакеты из комбинированного материала (для упаковки концентратов, круп, молока); бутылки из полихлорвинила для растительного масла.

Ящики, барабаны деревянные без полиэтиленовых вкладышей, многослойные бумажные мешки и другие, подобные им, относятся ко второй категории тары, защищающей продовольствие только от радиоактивных веществ.

Наиболее перспективной в качестве укрывочного материала является относительно дешевая пленка из полиэтилена высокого давления (низкой плотности). Она предохраняет продукты от заражения радиоактивными веществами и частично от АХОВ, ОВ и болезнетворных микробов.

В домашних условиях защита продуктов питания и запасов воды достигается хранением их в герметически закрывающейся посуде или использованием защитной упаковки.

Лучше всего защищены консервированные продукты, а также завернутые в пергамент, целлофан и плотную бумагу. Завернутые продукты рекомендуется хранить в буфетах, шкафах, ящиках, а лучше в домашних холодильниках. Для защиты продуктов питания можно использовать стеклянные и глиняные банки, различную домашнюю посуду, защитные мешки из прорезиненной ткани или полиэтиленовых пленок, деревянные или фанерные ящики, выложенные изнутри плотной бумагой.

Мясные продукты, рыба, масло хорошо защищены от заражения в холодильниках, бидонах или бочках с плотно пригнанными крышками. Во избежание отравления людей нельзя хранить мясо и рыбу в медной, оцинкованной или плохо луженой посуде. Сливочное масло и другие жиры следует хранить в стеклянных или металлических банках с плотно закрывающимися крышками.

Особенно тщательно нужно защищать хлеб, сухари, кондитерские изделия. Для этого применяют полиэтиленовые мешочки, пергамент, пленки и другие подобные материалы.

Зерновые, мучные и другие сыпучие продукты следует хранить в полиэтиленовых мешочках, пакетах из плотной бумаги, в мешках, а также ящиках и коробках, выложенных изнутри картоном, пленочными материалами или клеенкой и имеющих плотно закрывающиеся крышки.

Для защиты жидких продуктов используются посуда с хорошо пригнанными крышками, сосуды с притертыми пробками - термосы, бидоны, банки, бутылки.

Картофель, капусту и другие свежие овощи следует хранить в деревянных или фанерных ящиках, выстланных изнутри плотной бумагой, целлофаном, полиэтиленовой пленкой или клеенкой и укрытых брезентом или другой плотной тканью. Овощи хорошо могут сохраниться в подполье, погребе, кладовой, соответствующим образом оборудованных для хранения продуктов. Для этого в указанных помещениях необходимо тщательно заделать все щели (мелкие проконопатить и заклеить бумагой), а рамы дверей, окон (если таковые имеются) плотно пригнать. Отдушина в погребе или подполье должна иметь изнутри плотно закрывающуюся задвижку, а снаружи, на раме - мелкую металлическую сетку для защиты от грызунов.

Запасы питьевой воды, хранимые в домашних условиях, в целях защиты от заражения следует держать в герметизированной стеклянной или металлической посуде (термосе, бидоне, графине или банках с притертыми пробками). Эту воду желательно ежедневно заменять свежей. Воду можно также хранить в емкостях, сделанных из синтетических пленок, в ведрах и ваннах, накрываемых сверху пленкой, полиэтиленовыми или другими пленочными материалами.

Защита продуктов питания и фуража в сельских условиях достигается хранением их в герметизированных помещениях, применением защитной тары (упаковки) и специального транспорта для перевозки, а также укрытием специальными или подручными материалами.

Для герметизации различных хранилищ щели в их потолках и стенах замазывают глиняным (цементным, известковым) раствором. В деревянных помещениях щели проконопачивают мхом, паклей или тряпками и штукатурят. Стены этих помещений снаружи обваловывают землей. Окна наглухо закладывают кирпичом и замазывают глиной или заделывают с обеих сторон щитами, пространство между которыми засыпают землей (песком). Часть окон может оставаться незакрытыми. На эти окна делают съемные щиты, обшитые толем или другим плотным материалом. Лучше такое делать с внутренней стороны: надежнее, удобнее и хорошо сохраняется. Щели между деталями окон следует непременно промазать замазкой или каким-либо хорошо сохраняющимся раствором.

Двери ремонтируют, обивают толем, прорезиненным или пленочным материалом. На дверную раму крепят прокладку из упругого материала: резины губчатой, поролона, войлока. С внутренней стороны дверных проемов делают занавеси из плотного материала или соломенных матов, которые посредством планок плотно прижимают к дверной раме. Повседневно используемые двери должны иметь тамбур такой величины, чтобы, входя в него, можно было сначала закрыть за собой, а потом открыть следующую дверь. В тамбуре должно быть место для хранения загрязненной одежды, комбинезонов, смены обуви.

Система вентиляции должна отвечать всем требованиям защиты: дверцы или заслонки свободно открываться и закрываться, но в то же время плотно пригнаны. В вентиляционную трубу ставят фильтры из подручного материала: мешковины или рогожины в несколько слоев. Управление системой вентиляции должно осуществляться только из помещения.

Чтобы в хранилище не проникали грызуны, вентиляционные отверстия, отдушины, окна и дверные проемы снабжают мелкими металлическими сетками, а нижнюю часть дверей обивают полоской листовой стали.

Простейшая герметизация складских помещений не дает полной гарантии того, что радиоактивные, аварийно химически опасные и отравляющие вещества, а также бактериальные средства не будут попадать на продукты и фураж. Поэтому все то, что находится на складах, в сараях, ригах, рекомендуется хранить в ларях, закрытых ящиках, бочках полиэтиленовых или бумажных мешках.

Затаренные продукты (мука, зерно, крупа) целесообразно укладывать на предварительно подготовленные помосты, застланные брезентом. Только после этого ящики и мешки можно укладывать штабелями, которые в свою очередь тоже надо укрыть брезентом, полиэтиленовой пленкой.

Самая надежная защита продуктов обеспечивается при хранении их па складах в металлической и стеклянной таре с герметически закрывающимися крышками и пробками. Надежно защищены от всех средств поражения законсервированные продукты. Жиры и соления следует хранить в деревянных бочках с плотно пригнанными крышками, а замороженную рыбу, масло, сыпучие продукты и многослойной таре (картонных коробках, ящиках, выстланных изнутри несколькими слоями полиэтиленовой пленки или плотной бумаги).

Свежее мясо, молоко, фрукты в течение небольшого времени можно хранить в бочках с плотно прилегающими крышками, а также в глиняной посуде. В неохлажденном помещении их разрешается хранить только в консервированном виде.

При отсутствии необходимой тары продукты питания и фураж можно хранить россыпью, накрыв брезентом, толем или другим плотным материалом. Овощи должны иметь доступ воздуха, поэтому их лучше всего накрыть слоем соломы толщиной не менее 15-20 см.

Грубые корма хранят в сараях, ригах, на сеновалах, а также на чердаках животноводческих помещений.

Силос, хранящийся в башнях, надежно защищен практически от всех поражающих факторов. А вот силос в ямах и траншеях целесообразно прикрыть слоем соломы в 5-10 см и затем засыпать землей на 20-40 см.

Стога (скирды) сена, соломы укрывают брезентом, пленкой, слоем некормовой соломы или ветками. Толщина слоя должна быть не менее 15 см. При укрытии брезентом или пленкой края их плотно прижимают к земле камнями, бревнами, землей. Если стог укрыт соломой или ветками, то на них укладывают прижимные жерди, связанные в верхней части. Стога по периметру окапывают (опахивают) па ширину 3 м. Зимой на стога сена можно наморозить слой льда.

В первую очередь укрывают корма, находящиеся на территории животноводческих ферм или вблизи них. Для дойных коров запас укрытых кормов должен быть рассчитан не менее чем на 3 месяца.

При первой же возможности хранящиеся в поле продукты растениеводства должны быть перевезены в овощехранилища, зернохранилища и фуражные склады.

## 2. Защита сельскохозяйственных животных

При стихийных бедствиях

**Землетрясение** - наиболее опасный вид стихийного бедствия. Гибнут люди, рушатся здания и сооружения. Конечно, первейшая задача - защитить и спасти людей.

Но разрушению подвергаются также животноводческие помещения, фермы, склады, машинные дворы, гибнут или получают повреждения различной степени животные. Сильно пострадавших животных направляют на вынужденный убой, который производится на стационарных или полевых убойных пунктах. Однако предварительно должно быть проведено ветеринарное обследование. На полевой площадке устанавливается тренога с подъемным механизмом для разделки туши. Под ней яма, закрытая деревянной решеткой. Рядом вешалки для туш, столы для мездровки и засолки шкур, освобождения кишечника и яма для конфискантов и содержимого кишечника, бочки для посола кишечного сырья, деревянные колоды и топоры для разрубки, запас соли, цистерны с водой. На одной треноге можно обработать за 10 ч до 20 голов крупного рогатого скота. Консервация мяса производится путем посола в бочках, ящиках, полиэтиленовых мешках.

Животных с легкими и средними поражениями лечат. Для этого помещают их в отдельные скотные дворы под усиленный ветеринарный контроль.

Особые затруднения создаются из-за прекращения подачи электроэнергии. Останавливаются приборы доения, подачи воды, кормов и уборки навоза. В таких случаях надо предусмотреть и отработать на учениях и тренировках переход на электроснабжение от автономного подвижного или стационарного источника. Если этот источник по своей мощности не обеспечивает одновременного проведения всех работ, то он используется (подключается) для доения, кормления, водопоя и уборки навоза последовательно.

При отсутствии автономного источника для обеспечения работы доильных установок (создания вакуума) можно после устройства элементарных приспособлений с успехом использовать турбонаддувные агрегаты некоторых тракторов, а также всасывающие воздушные линии тракторов любого типа. При обычной работе двигателя наддувный агрегат засасывает воздух из атмосферы, сжимает его, несколько подогревает и подает в цилиндры двигателя. Для обеспечения же вакуума в доильном агрегате необходимо всасывающий патрубок турбонаддувного агрегата тракторного двигателя соединить с вакуум-баллоном доильной установки при помощи гибкого гофрированного шланга.

Это обеспечит одновременное доение до 12 коров.

В таких условиях раздача кормов производится с тракторных прицепных тележек.

**Наводнение.** Ежегодно всной или осенью, после ливневых дождей, прорыва дамб или повреждения других гидротехнических сооружений наступает беда. Вода заливает все вокруг. Спасают людей, продукты питания, материальные ценности и, конечно, нельзя забыть и о животных. Их надо в срочном порядке выгонять или вывозить на возвышенные места, туда, куда вода не доберется.

Поэтому местные органы власти, штабы ГО и ЧС, руководители хозяйств и жители должны заранее знать маршруты, по которым может придется угонять скот. Помните! Скорость движения стада очень низкая - всего 25-40 км в сутки. В некоторых случаях вода может прибывать быстрее. Тогда потребуется транспорт.

Кормить животных придется на первых порах подножным кормом, тем, что окажется в районе временного размещения.

Наводнение держится, как правило, неделю, реже - две. После спада воды скот придется перегонять на прежнее место, предварительно устранив те последствия, которые причинила стихия или рукотворное водохранилище.

**Бури, ураганы, снежные заносы.** Летом, когда скот пасется на открытой местности, при получении от гидрометслужбы штормового предупреждения, надо немедленно всех животных перегнать в помещения, па фермы, в скотные дворы. Здесь спокойнее и надежнее.

Постарайтесь успеть, а лучше заранее создать в животноводческих помещениях запасы кормов и воды, хотя бы па 2-3 суток. Буря и ураган за это время утихнут. Оставлять животных одних нельзя. С ними должна быть дежурная смена обслуживающего персонала. Она обязана следить за состоянием и поведением животных, наблюдать за воздушной средой, проводить кормление, доение и удаление навоза.

Для людей надо иметь отдельную комнату, где бы можно было отдохнуть, принять пищу. Здесь же обязательно наличие огнетушителя и медицинской аптечки. Все это очень может пригодиться при повреждениях и разрушениях отдельных конструкций. Ураганный ветер часто выбивает стекла, а осколки сильно ранят людей и животных. Электричество на это время лучше отключать. Иначе могут быть замыкания и, как следствие, пожар.

В зимнее время при снежных заносах животные остаются в помещениях. Главное - следить за их состоянием, обеспечивать своевременное кормление и водопой. При

необходимости проводить проветривание, но не создавать сквозняков. В таких условиях обычно приходится обходиться тем, что было запасено заранее и находилось на ферме.

Поэтому, зная свои климатические условия, особенности зим, надо заблаговременно готовиться к подобного рода неожиданностям.

При аварии на Чернобыльской АЭС происходило радиоактивное загрязнение местности, где проживали люди, находился скот. Естественно, возникал вопрос о защите. Как показала практика, основным и наиболее надежным способом защиты животных от радиоактивного загрязнения является содержание их в животноводческих помещениях, но они должны быть соответствующим образом дооборудованы. Подготовка эта заключается главным образом в герметизации и усилении защитной мощности стен, входов, окон, в оборудовании существующей вентиляции фильтрами, а еще лучше в устройстве новой системы принудительной вентиляции.

Для герметизации в кирпичных строениях отверстия и щели в стенах, потолках, окнах промазываются глиняным, цементным или известковым раствором, а в деревянных помещениях их проконопачивают мхом, паклей, тряпками и штукатурят. На перекрытие насыпают слой песка или шлака. Лишние окна закладывают кирпичом, мешками с песком или заделывают щитами. Дин естественного освещения некоторые окна оставляют незакрытыми. На них делают съемные щиты. В окне молочной комнаты вместо одного звена стекла вставляют лист железа с отверстием для шланга, с помощью которого молоко перекачивается в молоковоз. Но окончании перекачки молока отверстие закрывается задвижкой.

Все двери оборудуются с таким расчетом, чтобы достигалась надежная герметизация. Для защиты людей, обслуживающих животных, оборудуют одну из внутренних комнат.

В подготовленных таким образом животноводческих помещениях создается запас кормов на 5-7 дней. На территории фермы на расстоянии противопожарного разрыва готовится укрытый запас грубых кормов.

Минимальные суточные нормы кормов и воды на голову крупного рогатого скота: сена – 5-6 кг или сена 4-5 кг, но плюс 1-2 кг концентратов, воды – 20-30 л. Для мелкого рогатого скота: сена – 0,5 кг, воды - 4-5 л. Свиньям: концентратов - 2-3 кг, воды - 6-8 л.

В условиях радиоактивного загрязнения местности животные, находящиеся в герметизированных помещениях, надежно защищены.

Здесь они должны находиться до тех пор, пока не будет ликвидирована опасность или проведена эвакуация на новое место.

Эвакуация в безопасные районы осуществляется на автомашинах, тракторных прицепах или путем перегона. Для перегона по загрязненной местности лучше использовать дороги с твердым покрытием или участки с низкой травой. При этом важно не допустить поедания животными зараженной травы, для чего на морду каждого животного следует надеть защитную маску-торбу, мешок, а за неимением - морду обвязать веревкой. Пока животные находятся в помещении, к ним пускают молочных телят. Для обслуживания в помещении оставляют минимальное количество людей (2-3 человека на одно помещение), а при наличии дойных коров - 4-5 человек на 150-200 животных. Люди заходят только для кормления, водопоя и доения. Первое кормление и доение производят через 4-6 ч после укрытия коров, в последующем - раз в сутки. В этот период коров рекомендуется кормить одним сеном и уменьшить суточную норму воды в 2-3 раза. В герметизированных помещениях животные могут находиться в среднем 24-36 ч (летом эти сроки сокращаются, а в холодное время и при ветре увеличиваются). По истечении указанного времени помещение следует проветривать 2 часа.

Выпас скота на загрязненной местности и скашивание трав на корм разрешается только после тщательного радиационного контроля. Местные органы, санэпиднадзор, медицинская служба принимают все меры к тому, чтобы не допустить производство загрязненных и непригодных к употреблению продуктов животноводства.

До сих пор бытует мнение, что аварии в промышленности и на транспорте, разливы и выбросы АХОВ не касаются работников сельского хозяйства. Однако практика, опыт ликвидации последствий многих аварий говорят о другом. Вспомним трагические события 1989 г. В ночь на 11 января сложилась экстремальная ситуация. Газовый туман «накрыл» старинное оренбургское село Мужичья Павловка. Было зафиксировано массовое отравление людей. Пришлось незамедлительно эвакуировать жителей. Пострадало 76 человек. Симптомы отравления - общее недомогание, слабость, головная боль, носовое кровотечение. В чем дело? Авария на газоперерабатывающем заводе - очередной выброс сероводорода. А животные? Они тоже пострадали. Кого пришлось зарезать, а кого лечить. Еще пример.

На астраханском газоконденсатном комплексе загорелась сера. Сероводород стелился по земле. Через час ветер донес его до Сентовки, там норма была превышена в 7 раз, а в поселке Бузан-Пристань концентрация газа достигла 30 ПДК (предельно допустимых концентраций).

Людям стало трудно дышать, кружилась голова. Руководители местного колхоза сообщили о странном ожоге посевов. Пожух в огородах лук, пожелтел укроп, свернулись листья многих деревьев. В сельской школе появился запах гари, дети ощущали металлический привкус во рту, першение в горле, жжение глаз, тошноту, головную боль.

Нет никакой гарантии, что подобное не повторится. Вывод напрашивается сам: каждому жителю сельской местности надо знать, какие поблизости есть предприятия, какие АХОВ или производят, или используют в производстве. Конечно, такую работу, а также практические занятия с населением должны проводить местная администрация, территориальные органы МЧС.

Если в городе или на его окраине водопроводная станция, хлопчатобумажный или целлюлозно-бумажный комбинат - знайте: там имеется хлор. Если недалеко расположен хладо- или мясокомбинат, нефтеперерабатывающий завод, предприятие по производству азотной кислоты, соды, мочевины, удобрений, там должен быть аммиак.

На химических предприятиях и заводах по производству пластмасс широко распространена синильная кислота.

Сероводород в промышленности получают на нефте- и газоперерабатывающих заводах, при производстве серной кислоты, серы, сераорганических соединений.

Какую же клиническую картину поражения этими АХОВ можно наблюдать у животных? Во всех случаях у них в первую очередь поражаются органы дыхания и зрение. Вначале — частое мигание век, слезотечение, беспокойство. Затем, в период от 2 до 12 ч, клинические симптомы отравления пропадают. Если развивается отек легких, общее состояние животного резко ухудшается, появляются удушье, влажный кашель, одышка. Из носовых отверстий выделяется пенистая жидкость. В легких прослушиваются свистящие хрипы. Слизистые оболочки становятся синюшными. Животное стоит с широко расставленными передними ногами и вытянутой шеей, дыхание затрудненное, поверхностное.

Что надо сделать, чтобы защитить животных?

После получения информации об аварии, учитывая направление ветра, зная примерные районы распространения АХОВ, надо немедленно загнать животных в животноводческие помещения. Если это сделать невозможно, отогнать их в одну из сторон, перпендикулярную направлению движения ядовитого облака.

Помещение по возможности быстро загерметизировать: плотно закрыть окна и двери, вентиляционные отверстия. Если не удается срочно завезти корма, то первое время придется обходиться теми, которые окажутся к этому времени внутри помещений. Для водопоя лучше использовать закрытые источники - артезианские скважины. Водопойные корыта, находящиеся на улице, закрыть плотными крышками, полиэтиленовой пленкой или перевернуть вверх дном.

В помещениях, чтобы улучшить микроклимат, следует применить подстилку с повышенной влагоемкостью. В таком состоянии животные могут находиться от одних до полутора суток. Далее, в зависимости от обстановки, помещения надо проветривать. К тревожным сигналам, требующим проветривания, относятся повышение температуры тела животных на 1-1,5°С и увеличение содержания углекислого газа более чем на 5% (зажженная спичка немедленно гаснет).

Следует учитывать, что в закрытом помещении, где находятся животные, создается температурно-влажностный подпор, препятствующий проникновению внутрь газообразных ядовитых веществ. Более того, накапливающиеся внутри помещения аммиак, влага, а также повышение температуры воздуха способствуют разрушению вредных веществ.

После прохождения волны ядовитых газов проводится ветеринарное обследование животных. Пораженным оказывают лечебную помощь. В отдельных случаях производится вынужденный убой животных. После ветеринарного обследования принимается решение об использовании мяса, шкур и внутренних органов.

### 3. Защита сельскохозяйственных животных при появлении опасности инфекционных заболеваний

Для предупреждения появления инфекционных заболеваний среди животных осуществляются ветеринарно-санитарные мероприятия, направленные на повышение сопротивляемости организма животных. С этой целью необходимо поддерживать определенные условия содержания и кормления животных, содержать в чистоте помещения и территорию ферм, регулярно проводить их дезинфекцию, а также истреблять насекомых и грызунов как возможных переносчиков инфекционных заболеваний.

Основным средством, обеспечивающим наиболее эффективную защиту животных от инфекционных заболеваний, являются профилактические прививки, т.е. активная и пассивная иммунизация. Активная иммунизация проводится путем введения животному вакцины, в результате чего через определенное время наступает иммунитет (невосприимчивость) организма к этой болезни, против которой сделана прививка. Вакцины обеспечивают довольно длительный (6-12 месяцев и более) иммунитет. Пассивная иммунизация — это введение в организм животных сывороток, обеспечивающих короткий (до 2 недель) иммунитет сразу же после их введения. Сыворотки применяют Для срочной профилактики и лечения заразных болезней.

Мероприятия по ликвидации эпидемического (эпизоотического) очага зависят от вида возбудителя, времени года, метеорологических условий, степени подготовленности формирований и учреждений ветеринарной службы. Мероприятия в зоне заражения проводят в два этапа.

**Первый этап** - до определения вида возбудителя. Объявляют карантин, устанавливают границы зоны заражения, берут пробы и отсылают их в лабораторию для определения вида возбудителя. Животных переводят на стойловое содержание. Принимаются меры по обеззараживанию территории ферм, построек, фуража и предотвращению заражения животных через корм и воду. При заражении кожных покровов Проводят ветеринарную обработку, осуществляют контроль за убоем скота. На фермах оборудуют санитарный пропускник и камеру для обеззараживания спецодежды. Могут быть закрыты рынки, зрелищные учреждения, учебные заведения. Ограничивают передвижение людей и транспорта.

**Второй этап** - после определения возбудителя. Карантин либо оставляют, либо заменяют режимом обсервации (при инфекционных заболеваниях, не передающихся от больного к здоровому). Карантин оставляют при сибирской язве, сапе, чуме, энцифаломиелитах, холере, пситтакозе, сыпном тифе и заболеваниях, которые ранее не встречались. При некоторых заболеваниях, вокруг территории карантина устанавливают

угрожаемую зону (глубина ее при африканской чуме свиней может доходить до 100-150 км). В этой зоне проводят тщательное ветеринарное наблюдение и строгий ветеринарно-санитарный контроль за скотобазами, мясо перерабатывающими предприятиями, холодильниками, комбикормовыми заводам. Ограничивают передвижение транспорта и людей. На всех дорогах, ведущих к территории карантина, ставят предупредительные знаки. Обсервацию вводят при бруцеллезе, туберкулезе, паратифе. В это время организуется система изоляционных ограничений и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на предупреждение распространения заболевания.

**Ветеринарная обработка животных**

Для предупреждения массового поражения животных РВ, ОВ (отравляющие вещества), БС (бактериальные средства), необходимо постоянно осуществлять общие и специальные меры защиты животных и в случае поражения животных как можно раньше оказывать первую помощь и проводить ветеринарную обработку. Под ветеринарной обработкой животных понимают комплекс мероприятий, направленных на обеззараживание и удаление с кожных покровов животных РВ, ОВ, БС, а также оказание животным неотложной помощи.

В процессе ветеринарной обработки животных с наружных покровов их тела удаляют РВ, удаляют или обеззараживают попавшие на кожу ОВ и БС, а также оказывают пораженным животным не отложную помощь. Ветеринарная обработка пораженных животных имеет большое санитарно-гигиеническое значение. Она имеет цель — обезопасить работу персонала, обслуживающего пораженных животных, обеспечить возможность использования максимального, количества пораженного скота на мясо и другие хозяйственные нужды, предотвратить заболевание животных, подвергшихся воздействиям РВ, ОВ, БС, а в случае заражения БС не допустить распространения инфекционного заболевания.

**Обработку различают:**

**1) противорадиационную;**

**2) противохимическую;**

**3) противобактериологическую.**

**Противорадиационная** обработка заключается в механическом удалении радиоактивных веществ с помощью отсасывающих устройств,, щеток, жгутов (сухая обработка), используют ВДМ, пылесосы, для овец лучший способ обеззараживания - их стрижка. Используют различные растворы, способствующие смыванию радиоактивной пыли, или дачу внутрь адсорбирующих веществ, слабительных и специальных противолучевых препаратов, усиливающих выведение РВ из организма.

**Противохимическая** обработка основывается на применении химических дегазаторов, которые быстро вступают в реакцию с ОВ и превращают их в малотоксичные продукты, которые потом с помощью воды смываются с кожного покрова. Выведение ОВ из организма достигается путем нейтрализации и последующего обильного промывания желудочно-кишечного тракта.

**Противобактериологическая** обработка предусматривает обезвреживание и удаление с кожных покровов БС путем использования различных дезосредств, проведения предохранительных прививок, применения антибиотиков широкого спектра действия и путем обработки животных инсектицидными веществами.

В зависимости от степени обезвреживания объема и полноты ветеринарной обработки различают частичную ветеринарную обработку и полную ветеринарную обработку.

Частичная обработка проводится лицами, обслуживающими животных, совместно с командами защиты животных, и включает мероприятия по применению антидотных средств, обезвреживанию и удалению с кожных покровов сухим способом РВ, ОВ, БС.

Частичная обработка не обеспечивает полноты обезвреживания. Полная обработка животных, пораженных ОВ, РВ, БС, производится, как правило, после вывода животных из очага заражения на специальных площадках с использованием технических средств и различных растворов.

Обработке подвергают всех животных, находившихся в очаге химического и бактериологического поражения, загрязненных РВ выше допустимых величин.

Для ветеринарной обработки общественного скота оборудуют специальные площадки. Скот, находящийся в личной собственности населения, обрабатывают па местах.

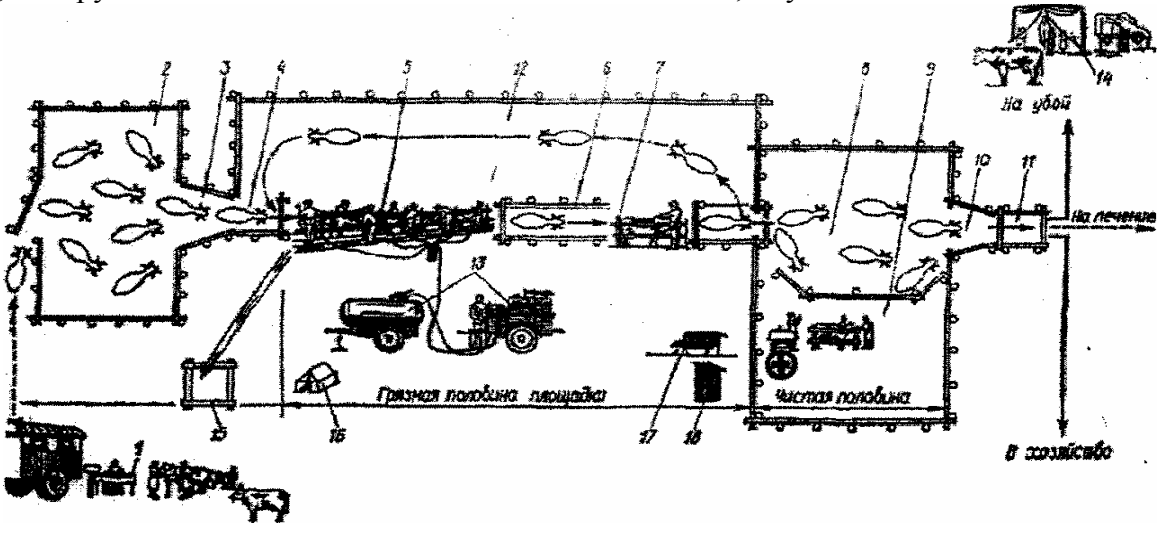
Площадку для ветеринарной обработки (рис. 1) в теплое время года оборудуют на местности с допустимым уровнем радиации, за пределами очага химического поражения, у границы или на территории очага бактериологического поражения. В последнем случае дезинфицируют территорию площадки ветобработки и территорию для содержания обработанных животных.

Площадку выбирают вблизи от источника воды, не ближе 100-200 м от проезжих дорог и животноводческих помещений, желательно на грунте, отличающемся хорошей поглотительной способностью для воды (песчаный). К площадке должны подходить хорошие подъездные пути.

В холодное время года площадку оборудуют внутри какого-нибудь помещения, позволяющего выполнять необходимую работу. При наличии в хозяйстве соответствующего помещения, обеспеченного достаточным количеством воды, с твердым покрытием пола, оборудованного стоком для отработанной воды, животных можно обрабатывать внутри такого помещения и в летнее время года. В указанных случаях сточные воды поступают в сборник, откуда их вывозят емкостями в безопасные места для захоронения, если радиоактивность воды будет большая. При обработке животных, зараженных ОВ и БС, воду дополнительно обеззараживают в водосборнике.

Размер площадки определяется количеством скота, подлежащего одновременной обработке; при этом исходят из расчета примерно 30 м$^2$ на одно животное.

Площадку разбивают на «грязную» и «чистую» половины. На площадке устраивают загон для размещения зараженного скота, переходящий в раскол, а затем в коридор шириной 0,8-0,9 м, перегороженный на 5-6 станков для обработки животных; за станками идет проход (до 10 м) и станок для дозиметрического контроля животных со съемной боковой перекладиной для перегона животного в боковой загон. Все это составляет «грязную» половину. С обеих сторон коридора роют сточные канавы и для удобства работы обслуживающего персонала над канавами делают настил из жердей, досок и т. п. Делают твердый настил и внутри станков, чтобы в них не было грязи при обработке животных. На расстоянии 10 м от станков роют яму для поглощения сточной воды, которую соединяют канавой со сточными канавами, идущими от станков.



На «грязной» половине оборудуют места для обработки спецодежды, предметов ухода за животными и санитарной обработки людей, приспособление для разгрузки животных, прибывающих на автотранспорте. Слева или справа от коридора устраивают боковой загон для животных, требующих повторной обработки. Сюда же загоняют скот для выдержки при обработке его в случае поражения ОВ и БС. Коридор переходит в загон для обработанных животных. Это «чистая» половина площадки. В загоне оборудуют место для проведения лечебно-профилактических мероприятий. На «чистой» половине оборудуют также места для отдыха личного состава и стоянки специальных машин; здесь строят эстакаду для погрузки животных.

Площадку для ветеринарной обработки животных ориентируют так, чтобы поток животных из «грязной» половины в «чистую» проходил против господствующих в данной местности ветров. Для устройства загонов и коридора используют жерди, доски и другой подручный материал. При необходимости вблизи площадки оборудуют полевой убойный пункт.

Способы и средства ветеринарной обработки животных

**Сухая обработка.** При загрязнении кожного покрова животных радиоактивной пылью такую обработку можно проводить с использованием соответствующих машин (ветеринарная дезинфекционная машина) и пылесосов. Собранную ими радиоактивную пыль вынимают и зарывают в землю. Лучшим способом сухой обработки овец является их стрижка.

При заражении кожных покровов животных ОВ, разрушающимися под действием хлора, поверхность их тела посыпают порошком хлорной извести или гипохлоритом кальция, которые затем втирают в волосяной покров жгутом из подручного материала. Обрабатывать начинают с участков кожи, зараженных в наибольшей степени, после чего последовательно обрабатывают голову, шею, переднюю конечность, туловище и заднюю конечность одной стороны, затем в том же порядке обрабатывают другую сторону.

Спустя 15-30 мин после обработки животного хлорную известь с кожных покровов следует удалить при помощи щетки, ветоши или соломенного жгута.

**Влажная обработка.** Заключается она в том, что кожные покровы животных, загрязненные РВ, обрабатывают водными растворами моющих (поверхностно-активных) веществ (ПАВ) с использованием различных машин. В качестве моющих средств для этой цели применяют 0,3%-ный раствор порошка СФ-2 или СФ-2У; 0,3%-ный раствор эмульгатора ОП-7 или ОП-10 с добавлением к нему 0,7% гексаметафосфата натрия. При отсутствии указанных средств применяют водные растворы моющих средств, сульфанол, обычные жировые мыла. Хороший результат дает стандартный пенообразователь ПО-1. Если никаких средств нет, кожные покровы обмывают чистой водой под давлением 2-3 атм. Эффективность обработки водой в 1,5-2 раза ниже, чем ПАВ.

Для обработки животных, зараженных ОВ, применяют дегазирующие вещества хлорирующего и окисляющего действия, а также основного характера. Зависит это от того, чем лучше разрушается ОВ. Из числа первых используют хлорную известь (в виде кашицы - 2 кг извести на 1 л воды или в виде раствора, содержащего не менее 4% активного хлора), двухосновную соль гипохлорита кальция (ДС-ГК) или дветретиосновную соль гипохлорита кальция (ДТС-ГК; 5-10%-ный водный раствор); 3%-ный водный раствор перекиси водорода, подкисленный 1%-ным раствором уксусной или соляной кислоты (применяется при поражении кожных покровов азотистым ипритом). Из дегазирующих веществ основного характера применяют: едкий натр (в виде 0,5%-ного водного раствора), 10-12%-ный водный раствор аммиака (при поражении зоманом), углекислый и двууглекислый натрий (в виде 2%-ного раствора для дегазации слизистых оболочек глаз, носовой и ротовой полостей).

Для обработки кожных покровов животных, зараженных споровыми формами микробов, применяют водные растворы следующих средств: 8%-ный раствор

однохлористого йода; раствор трихлоризоциануровой кислоты, содержащий не менее 0,7% активного хлора; 3%-ный раствор перекиси водорода на 0,5%-ном растворе муравьиной или уксусной кислоты; 10%-ный раствор ДТС-ГК; осветленный раствор хлорной извести, содержащий не менее 4—5% активного хлора. При заражении кожных покровов животного вирусами или неспорообразующей микрофлорой применяют растворы тех же препаратов, но в 1,5-2 раза пониженных концентрациях. Кроме того, для этих целей можно применять 3%-ную взвесь ДТС-ГК, 4%-ный раствор хлорамина. Указанные растворы готовят непосредственно перед их применением.

Для лучшего смачивания волосяного (шерстного) покрова животных дезинфицирующими растворами в них перед употреблением хорошо добавить 0,01% эмульгатора (ОП-7, ОП-10, СФ-2, сульфанол).

Растворы хлорной извести, трихлоризоциануровой кислоты готовят по специальной инструкции. Для подачи растворов на тело животных используют ветеринарную (ДУК-2, ВДМ, ЛСД-2) и другую технику (опрыскиватели, автотопливо- и автомаслозаправщики, авторазливочные станции и др.), оборудованную коллектором для раздачи воды.

Растворы ДТС-ГК, хлорамина Б, содержащего 4% активного хлора, и перекиси водорода на кислоте можно применять методом направленного аэрозоля (при поражении животных БС), используя для этого ветеринарную дезинфекционную машину (ВДМ). При аэрозольном применении расходуют в 3 раза меньше дезинфицирующего раствора, необходимого для ветобработки, чем при применении растворов путем обмывания тела животного с помощью щеток-душа.

**Порядок ветеринарной обработки животных.** Порядок и последовательность обработки кожных покровов животных зависят от вида поражающего вещества (ОВ, БС или РВ). Прежде всего, пораженных животных сортируют по виду и тяжести поражения, после чего определяют и назначают необходимое вещество для обработки кожных покровов. Одновременно решают вопрос о необходимости применения лечебно-профилактических средств. При загрязнении кожных покровов радиоактивными веществами проводят выборочную дозиметрию и осмотр животных. При загрязнении кожных покровов выше допустимых величин животных отбирают для ветеринарной обработки.

Подлежащий обработке скот загоняют в загон, откуда его через раскол группами по 5-6 животных (в зависимости от количества станков) направляют в станки для ветеринарной обработки. В станке каждого животного с обеих сторон обрабатывают соответствующим раствором, используй щетку-душ. Во избежание поражения людей щетки прикрепляют к палке длиной 80-100 см, вдоль которой располагают шланг; по нему к щетке и поступает раствор. Вначале обрабатывают хвост животного, затем голову, шею, спину, бока, передние и задние конечности (сверху вниз).

После обработки моющим раствором животное обмывают чистой водой,

С помощью моющих веществ с поверхности тела крупного рогатого скота и лошадей можно удалить до 65-70% РВ. Повторная обработка менее эффективна: удаляется дополнительно менее 10% оставшихся РВ.

Обработка пеной. Из стандартного пенообразователя ПО-1 пожарной машиной пена подается под давлением на животное и покрывает всю поверхность его тела. После 2-3-минутного контакта пену счищают щетками на длинных ручках, а вместе с ней с волосяного покрова и кож удаляется до 65-75% радиоактивной пыли. После такой обработки водой животных можно не обмывать.

Если моющих средств нет, животных обмывают из брандспойта водой (против шерсти), подавая ее под давлением 2-3 атм. При этом вымывают 30—50% радиоактивной пыли.

Обработанных животных по одному перегоняют в последний станок, где производят дозиметрический контроль. Если радиоактивность уменьшилась до допустимой

величины, животное направляют в загон для «чистого» скота, а если осталась выше допустимого предела, перегоняют через боковой загон для повторной обработки.

При поражении животных отравляющими веществами сначала определяют вид примененного противником вещества, а затем приступают к их обработке. При поражении фосфорорганическими веществами в мышцу животных до ветеринарной обработки вводят антидот.

При заражении ОВ типа $V_x$-газы и ипритом для обработки применяют хлорвыделяющие препараты: при заражении зоманом и люизитом - 0,5%-ный раствор едкого натра или 10-12%-ный раствор аммиака; при заражении азотистым ипритом - 3%-ный раствор марганцовокислого калия.

После тщательной обработки указанными растворами животных перегоняют в боковой загон для 20-30-минутной выдержки, в течение которой ОВ разрушаются. Затем животных снова загоняют в станки, где для удаления дегазатора и продуктов распада ОВ их обмывают водой, после чего переводят на чистую половину площадки.

При заражении животных бактериальными средствами ветеринарную обработку проводят как можно раньше, сразу после установления факта аэрозольного применения БС, не дожидаясь установления вида примененного возбудителя. В таких случаях применяют растворы дезинфицирующих средств против спорообразующей микрофлоры. При ветеринарной обработке поверхность тела животного обильно и полно смачивают тем или иным раствором. При этом расходуют следующее количество дезосредств (л): на взрослую лошадь и взрослый крупный, рогатый скот - 20-25, на теленка и овну - 12-15, на свинью - 4-5. Обработанных дезинфицирующим раствором животных перегоняют из станков в боковой загон и выдерживают там в течение часа (за это время микроорганизмы и вирусы будут убиты), после чего вновь загоняют в станки, обмывают теплой водой и переводят на чистую половину. Летом при жаркой погоде животных через 25-30 мин обрабатывают дезинфицирующим раствором повторно (после высыхания) с тем, чтобы суммарная экспозиция дезинфицирующего раствора на теле животного не была менее 1 ч. После обработки кожного покрова дезинфицирующим раствором животным вводят химиотерапевтические средства (сульфаниламиды) и антибиотики (тетрациклины и др.), а после установления вида возбудителя - специфические сыворотки и вакцины.

При поступлении животных с комбинированным заражением в первую очередь их обрабатывают дегазирующими растворами с целью разрушения и удаления ОВ. Применяемые для этого растворы эффективны и при поражении животных неспоровыми формами БС; при тщательном же обмывании животных с поверхности их тела удаляются и РВ. Затем при необходимости животных обмывают дезинфицирующими растворами главным образом с целью уничтожения спорообразующих форм микробов. Обработанных животных отправляют либо в хозяйство, либо на лечение, либо на убой. При одной дезинфекционной установке за 10 ч можно обработать 160-200 крупных сельскохозяйственных животных.

Для влажной ветеринарной обработки свиней, овец, телят целесообразнее на «грязной» половине площадки построить клетку с решетчатым полом вместимостью на 10 животных и проводить здесь групповую их обработку. Радиоактивную пыль удаляют водой, подаваемой какой-либо машиной под давлением в 3 атм. В случае заражения свиней, овец, телят ОВ или БС их обрабатывают обеззараживающими растворами в такой же последовательности, как и крупных животных. Мелкий рогатый скот и свиней, зараженных БС, можно обрабатывать купанием в ванне, заполненной раствором однохлористого йода или перекиси водорода в указанных выше концентрациях с последующей выдержкой их в течение 1 ч. Затем животных обмывают водой. Птицу, загрязненную РВ, обмывают непосредственно в клетках, а на птицекомбинатах - в камерах санитарной обработки, находящихся в цехах приема птицы. Растворы готовят из расчета 1 л на курицу, 1,2 л на утку и 1,5 л на гуся. При заражении птицы ОВ

рекомендуется обмывать ее 0,5%-ным раствором едкого натра или раствором ДТС-ГК. Обеззараживают птицу также в душевых камерах.

Если дальнейших работ на площадке не предвидится, сточные канавы и яму для сточной воды засыпают землей, «грязную» половину огораживают и на ее углах выставляют оградительные знаки с надписью «Заражено!».

## 4. Сущность и содержание специальной обработки

В результате крупных производственных аварий, катастроф окружающая среда, в том числе здания, сооружения, транспортные средства и техника, могут быть заражены аварийно химически опасными веществами и радиационными веществами. Необходимость специальной обработки возникает также при массовых инфекционных заболеваниях.

Специальная обработка проводится для того, чтобы устранить опасности массового поражения людей, восстановить нормальную жизнь на зараженной территории.

Специальная обработка включает:

- обеззараживание различных объектов, поверхностей;
- санитарную обработку людей.

Обеззараживание различных объектов, поверхностей проводится в зависимости от вида и характера заражения дезактивацией, дегазацией и дезинфекцией.

### З. 1 Обеззараживание

#### З.1 .1 Дегазация

Дегазация - это уничтожение (нейтрализация) АХОВ и ОВ или их удаление с поверхности таким образом, чтобы зараженность снизилась до допустимой нормы или исчезла полностью.

ОВ, АХОВ, попавшие на какую-либо поверхность, подвергаются влиянию процессов испарения, выветривания, гидролиза и с течением времени теряют свои поражающие свойства, т.е. происходит самодегазация (естественная дегазация).

Время самодегазации в естественных условиях называют стойкостью. Она зависит от свойств ОВ, АХОВ, метеоусловий, характера местности и характера распределения.

Обеззараживание АХОВ, ОВ достигается нейтрализацией, связыванием (поглощением), разложением, разбавлением жидкой фазы АХОВ, ОВ.

Известно немало способов дегазации, но чаще всего прибегают к механическому, физическому или химическому.

Механический - удаление отравляющего или аварийно химически опасного вещества с какой-то поверхности, территории, техники, транспорта и других отдельных предметов. Обычно зараженный слой грунта срезают и вывозят в специально отведенные места для захоронения или засыпают песком, землей, гравием, щебнем.

При физическом способе верхний слой прожигают паяльной лампой или специальными огнеобразующими приспособлениями. Из растворителей используют дихлорэтан, четыреххлористый углерод, бензин, керосин, спирт.

Наибольшее распространение нашел химический способ дегазации, основанный на применении веществ окисляющего и хлорирующего действия, - хлорной извести, двуосновной соли гипохлорита кальция (ДС-ГК), дветретиосновной соли гипохлорита кальция (ДТС-Г'К), хлористого сульфурила (ХС), монохлорамина Б (ДТ-1), дихлорамина Б (ДТ-2), а из веществ основного характера - едкого натра, аммиака, гашеной извести, сернистого натрия, углекислого натрия, двууглекислого аммония.

Дегазация территории - трудоемкий процесс, поэтому, как правило, первоначально обеззараживают не всю площадь предприятия, учреждения, животноводческого комплекса (фермы), а только те места, где возможно передвижение людей, животных и техники. Остальные участки обносят знаками ограждения.

Если грунт рыхлый, дегазацию дорог и проходов производят следующим способом: зараженный участок засыпают порошком хлорной извести из расчета 1 кг на $м^2$ и перепахивают его на глубину 3-4 см, а затем повторно покрывают хлорной известью.

Зараженные участки на твердом грунте, асфальтовом, бетонном покрытии обрабатывают хлорной известью или ДТС-ГК (0,5 кг на $м^2$), а затем через 20 мин поливают водой (доза - 1 л на $м^2$, ). При ветреной погоде делают наоборот.

Можно привести массу примеров, когда дегазацию приходится проводить и в мирные дни. Так, в первый день февраля 1988 г. в районе города Ярославля произошло крушение грузового поезда, в составе которого находились 3 цистерны с ядовитым веществом - гептилом. При падении с железнодорожной насыпи у одной из цистерн открылась крышка люка и вылилось около 750 литров АХОВ. Образовался очаг химического заражения площадью около 5000 $м^2$. Его засыпали специально подготовленной кашицей дегазирующего вещества ДТС-ГК (дветретиосновная соль гипохлорита кальция). Затем грунт срезали, вывезли и захоронили.

Надо помнить: чем глубже ядовитое или отравляющее вещество проникло в материал, тем труднее его дегазация. Поэтому природа материала, из которого сделаны одежда, обувь, комбинезоны, существенно влияет на его обеззараживание. Например, хлопчатобумажные, шерстяные, трикотажные ткани из-за их пористости очень легко заражаются. Ядовитые вещества проникают между нитей, волокон и ворса. В металлы, стекло, некоторые пластмассы они совершенно не проникают, заражая лишь их поверхность. Все это надо принимать во внимание при обращении с зараженным имуществом, техникой, приборами.

Дегазация одежды, обуви, средств индивидуальной защиты осуществляется в основном кипячением, обработкой пароаммиачной смесью, стиркой и проветриванием.

Сущность способа дегазации кипячением заключается в разложении ОВ и АХОВ водой. При кипячении они растворяются и постепенно подвергаются гидролизу, в результате чего образуются нетоксичные продукты.

Нагреванием воды до кипячения увеличивается скорость растворения и гидролиз. Для улучшения этого процесса и нейтрализации образовавшихся кислот, отрицательно влияющих на одежду, вводят соду или порошок **СФ-2.**

Кипячением можно дегазировать изделия из хлопчатобумажной ткани, резины и прорезиненных защитных тканей (лицевые части противогазов, костюмы Л-1, ОТТ-1, резиновые сапоги, перчатки). Следует обратить внимание на то, что меховые и кожаные изделия при кипячении приходят в полную негодность, так как при температуре более 60°С их белковая основа свертывается, а шерстяные и суконные изделия при кипячении получают большую усадку, из-за чего часто становятся непригодными к носке.

Пароаммиачной смесью дегазируются, главным образом, изделия из шерсти и головные уборы с искусственным мехом. Сущность метода заключается в гидролизе и нейтрализации аммиаком образующихся кислот. Этот метод длительный и трудоемкий, проводится, как правило, в бучильных установках или других емкостях при небольших количествах зараженного имущества.

Таким образом, дегазация пароаммиачной смесью является всего лишь вспомогательным способом.

Дегазация одежды стиркой проводится в механических прачечных с использованием стиральных машин.

Способ дегазации проветриванием может быть применен для всех видов одежды, обуви, средств индивидуальной защиты. Сущность его заключается в обезвреживании АХОВ и ОВ за счет испарения и частичного гидролиза под действием атмосферных условий. Для этого имущество летом, осенью или весной развешивается на открытом воздухе. Сроки проветривания зависят от времени года, температуры воздуха, типа АХОВ или ОВ.

Метеоусловия могут изменять величину стойкости в очень широких пределах. С повышением температуры вследствие увеличения скорости испарения стойкость уменьшается; наоборот, понижение температуры увеличивает стойкость. Повышение скорости ветра увеличивает испарение и уменьшает стойкость.

**Дезактивация**

Дезактивация - это обеззараживание объектов, подвергшихся радиоактивному загрязнению, путем его удаления или изоляции загрязненных поверхностей.

Конечная цель дезактивации - обеспечить безопасность людей, исключить или уменьшить вредное воздействие ионизирующего излучения на организм человека.

Речь идет лишь об удалении радиоактивных (РА) загрязнений или изоляции загрязненной поверхности. Радиоактивные загрязнения содержат радионуклиды, обладающие радиоактивностью, т.е. способностью самопроизвольно выделять энергию в виде потока $\alpha$ и $\beta$ частиц и электромагнитных квантов $\gamma$-излучения. Предотвратить или изменить самопроизвольное выделение энергии, которая в виде радиации оказывает пагубное воздействие на организм, невозможно.

В зависимости от условий различают поверхностное и глубинное загрязнение, по отношению к воздушной или жидкой среде - объемное загрязнение.

В условиях поверхностного загрязнения радионуклиды находятся лишь с внешней стороны поверхности объекта. В случае глубинного загрязнения радионуклиды проникают вглубь. Поэтому процесс дезактивации не ограничивается только удалением радиоактивных веществ с внешней стороны поверхности, их нужно извлечь еще из глубины. Дезактивацию объектов, подвергшихся глубинному загрязнению, провести труднее по сравнению с поверхностным радиоактивным загрязнением.

Глубина проникновения зависит от свойств и сортамента материалов, состояния радионуклидов, условий загрязнений.

Различают первичные и вторичные загрязнения. Первичными называют те, которые образовались непосредственно в процессе аварий, производственной деятельности, в результате взрывов. Вторичными загрязнениями считают переход радиоактивных веществ с ранее загрязненного объекта на незагрязненный или загрязненный, но в меньшей степени. Один и тот же объект за счет вторичных процессов может загрязняться несколько раз.

Чтобы решить вопрос, нужно ли дезактивировать тот или иной объект, следует установить степень его загрязненности с помощью дозиметрических приборов. Если степень загрязненности больше допустимой нормы, объект должен быть подвергнут дезактивации.

Объектами дезактивации могут быть жилые и производственные здания (рис. 3), участки территории, оборудование, транспорт и техника (рис. 4, 5), одежда, предметы домашнего обихода (рис. 6), продукты питания. Конечная цель - обеспечить безопасность людей, исключить или уменьшить вредное воздействие ионизирующего излучения на организм человека.

Характерной особенностью дезактивационных мероприятий является строго дифференцированный подход к определению объектов, которые следует обеззараживать в первую очередь, выделив из них наиболее важные для жизнедеятельности людей (особенно при ограниченных силах и средствах), провести запланированные работы.

Имеющиеся способы дезактивации можно разделить на жидкостные, безжидкостные и комбинированные.

**Жидкостный** - удаление РВ струей воды или пара, использование дезактивирующих растворов, стирка и экстракция.

**Безжидкостный** - механическое удаление **РВ:** сметание, отсасывание, сдувание, снятие загрязненного слоя; изоляция загрязненной поверхности.

**Комбинированный** - использование пара, дезактивирующих пленок, сорбентов.

Не все способы применяются одинаково часто. Бывают основные способы (вышеперечисленные) и вспомогательные, которые осуществляются без применения технических средств (протирание щетками, ветошью).

Процесс дезактивации происходит в 2 стадии:

1 - преодоление связи между носителями радиоактивного загрязнения и поверхностью, в случае глубинного загрязнения сначала производят извлечение глубинных загрязнений на поверхность;

2 - транспортировка радиоактивных загрязнений с обрабатываемого объекта, а иначе происходит вторичное загрязнение.

Выбор способа дезактивации зависит от характера загрязненного объекта, глубины проникновения радионуклидов, степени загрязненности и других факторов, а также от наличия сил и средств.

Естественная дезактивация - понижение степени загрязненности поверхности объектов, почвы или их полное обеззараживание вследствие естественного распада радионуклидов и воздействия метеорологических факторов.

Эффективность жидкостного способа зависит от расхода и напора воды, расстояния до обрабатываемой поверхности и тех добавок, которые применяются. Например, наибольший коэффициент дезактивации достигается при направлении струи под углом 30-45° к обрабатываемой поверхности.

Для уменьшения расхода воды или дезактивирующих растворов целесообразно использовать щетки.

При проведении работ стремятся использовать такие вещества, которые позволяют повысить эффективность удаления радиоактивных частиц, К ним относят поверхностно-активные моющие вещества, отходы производств, содержащие в своем составе щелочи, вещества окислительно-хлорирующего действия, а также органические растворители, сорбенты, ионообменные материалы.

Существенно повышают моющие способности воды, добавляемые в нее поверхностно-активные вещества (ПАВ). И добавлять их надо совсем немного - 0,1-0,5%. Они способствуют отрыву и выведению в дезактивирующий раствор радиоактивных частиц.

К ПАВ, обладающим моющим действием, относятся обычное мыло, гардиноль, сульфонол, препараты ОП-7 и ОП-10.

Отходы промышленных предприятий, содержащие в своем составе поверхностно-активные вещества, имеются на объектах текстильной промышленности, на масложиркомбинатах, фабриках химической чистки, банно-прачечных комбинатах.

Среди органических растворителей - дихлорэтан, бензин, керосин, дизельное топливо. Дезактивировать ими рекомендуется главным образом металлические поверхности (станки, машины, механизмы, технику, транспорт). В этом случае РВ смывают ветошью, щетками, кистями, смоченными в растворителях.

Обработку транспорта, оборудования, аппаратуры, зданий-« сооружений можно осуществлять струей пара. Это довольно эффективный способ.

К основным безжидкостным способам следует отнести обработку поверхностей струей газа (воздуха) и пылеотсасывание. Газовый поток в состоянии преодолеть лишь поверхностные радиоактивные загрязнения и не может извлечь их из глубины материала. В результате первой стадии радиоактивные загрязнения переводятся во взвешенное или аэрозольное состояние. Если не принять меры по их улавливанию, то произойдет оседание вблизи объекта. Дезактивация сведется к перераспределению радиоактивных загрязнений. Вторая стадия связана с удалением радиоактивных загрязнений с обрабатываемого объекта, когда эти загрязнения во взвешенном состоянии приобретают способность двигаться по инерции.

При пылеотсасывании поток воздуха направлен не на поверхность, а от нее. Удалению радиоактивных загрязнений помимо вакуума способствует механическое

воздействие щетки. Это первая стадия процесса. При второй стадии воздушный поток фильтруется - в этом преимущество способа пылеотсасывания от дезактивации струей воздуха. Недостатки способа: удаляются лишь поверхностные РА загрязнения, легко удаляются радиоактивные частицы, а жидкие радиоактивные и вязкие радиоактивные загрязнения удаляются не полностью.

При снятии загрязненного слоя совмещаются 2 стадии процесса дезактивации. Способ может быть реализован в отношении местности, дорог, окрашенных изделий, строительных материалов и конструкций.

Эффективность дезактивации определяется глубиной снимаемого верхнего загрязненного слоя, который зависит от глубины проникновения радионуклидов в различные материалы.

С учетом гарантии эффективности дезактивации принято считать, что снимаемый верхний слой должен быть в 2 раза толще глубины проникновения.

Несмотря на кажущуюся простоту, осуществление этого способа связано с затратами больших материальных средств и с необходимостью выполнения трудоемких работ.

Дезактивация путем снятия верхнего загрязненного слоя эффективна, но сопутствующие ей процессы, связанные с транспортировкой снятого загрязненного материала, его захоронением, оборачиваются неизбежным вторичным радиоактивным загрязнением.

Желание повысить эффективность дезактивации привело к осуществлению обработки путем сочетания различных способов. Безжидкостные и жидкостные реализуются в комбинированных, которые, в частности, применялись в Чернобыле. Например, дезактивацию перегретым паром можно отнести к безжидкостному, но после конденсации пара на поверхности объекта образуется водная пленка, и очистка идет по механизму жидкостного способа.

Под комплексной дезактивацией следует понимать обработку одного и того же объекта различными способами. Так, в Чернобыле оборудование и помещение обеззараживались сначала при помощи пылесосов, а затем с помощью дезактивирующих растворов. Такая же последовательность соблюдалась при дезактивации полимерных полов помещений после локальных аварийных радиоактивных загрязнений порошкообразным препаратом.

В условиях массового загрязнения может возникнуть необходимость многократной очистки. В Чернобыле она проводилась вынужденно в связи с множественным вторичным загрязнением одних и тех же объектов и недостаточной эффективностью одноразовой обработки.

Процесс дезактивации происходит в две стадии (рис. 7). Первая заключается в преодолении связи между носителями радиоактивных загрязнений и поверхностью обрабатываемого объекта (1а). В случае глубинного загрязнения сначала производят извлечение глубинных радиоактивных элементов на поверхность (16), после этого загрязнение переходит из глубинного в поверхностное и затем удаляется.

Не менее важной является вторая стадия процесса дезактивации. Она заключается в транспортировке (удалении) радиоактивных загрязнений с обрабатываемого объекта (2). Когда вторая стадия про водится не в полной мере, а тем более отсутствует, то происходит оседание радиоактивных загрязнений (3).

А это значит, что мы встречаемся со вторичным загрязнением уже в процессе самой дезактивации. Фактически имеет место перераспределение загрязнений на поверхности, а не их удаление.

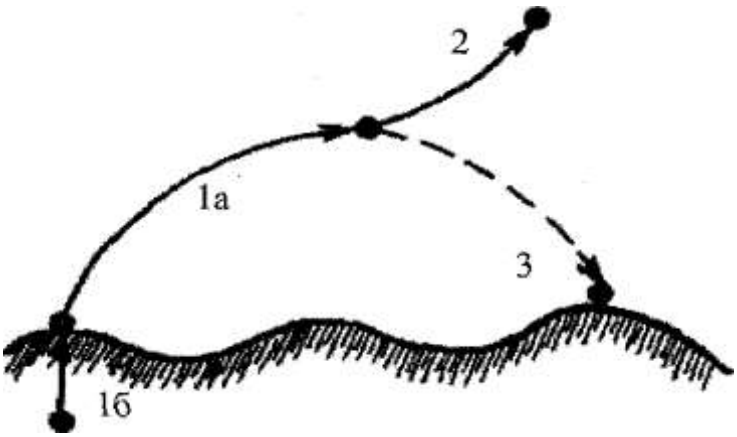



**Рис. Стадии процесса дезактивации**

Подобное разграничение процесса дезактивации на две стадии несколько условно. Это определяется тем, что обе стадии могут происходить одновременно либо с преимуществом какой-либо из них. Исключение составляет дезактивация путем снятия верхнего загрязненного слоя, когда две стадии процесса происходят одновременно.

Еще одна особенность. Процесс дезактивации может осуществляться на основе незамкнутого и замкнутого циклов. Схематически реализация этих процессов представлена на рис. 8. Дезактивирующий раствор (I) подается насосом (2) через устройство (3) на обрабатываемую загрязненную поверхность (4). Отработавшая рецептура (5), содержащая радиоактивные вещества, в ходе второй стадии процесса попадает на предметы, расположенные рядом. По существу происходит обеззараживание одного объекта и загрязнение другого. Поэтому применение способов дезактивации на основе незамкнутого цикла допустимо при относительно небольших уровнях радиоактивного загрязнения, в тех случаях, когда загрязнения разбавляются большой массой дезактивирующей среды (водой или воздухом), в процессе обеззараживания отдельных или ограниченного числа объектов и при условии, что окружающая территория будет загрязнена ниже допустимых уровней.

При замкнутом цикле (рис. 8) осуществляется сбор (6) отработавших дезактивирующих сред (растворов), часто их очистка и вторичное использование. Безусловно, способы, осуществляемые на основе замкнутого цикла, предпочтительнее. Но для своего осуществления они требуют капитальных затрат, создания специальных технических средств или монтажа стационарных установок.

Дезинфекция

Дезинфекция - процесс уничтожения или удаления возбудителей инфекционных болезней человека и животных во внешней среде. Существует три вида дезинфекции: профилактическая, текущая и заключительная.

Профилактическая проводится постоянно до возникновения заболевания среди населения и подразумевает выполнение обычных гигиенических норм (мытье рук, посуды, стирка белья, влажная уборка помещений и т.д.).

Текущая предусматривает реализацию комплекса противоэпидемических мероприятий при инфекционных заболеваниях и заключается в выполнении санитарно-гигиенических правил, проведении обеззараживания различных объектов внешней среды, а также выделений больного человека (фекалии, моча, мокрота). Такая дезинфекция является обязательным мероприятием, направленным на предупреждение распространения инфекционного заболевания за пределы очага. В таких случаях обеззараживанию с помощью химических веществ в обязательном порядке подвергаются: выделения инфекционных больных, белье, пищевые остатки, посуда для еды и питья, мебель, постельные принадлежности, игрушки, книги, предметы ухода за больным, кровати, полы, стены, двери, окна.

Заключительная осуществляется после госпитализации больного или его смерти.

В зависимости от показаний применяют биологические, механические, физические и химические методы обеззараживания.

Биологические - очистка сточных вод и др.

Механические - влажная уборка, выколачивание, побелка и окраска, мытье рук.

Физический основан "на разрушении болезнетворных микробов под действием высоких температур. Например, применением солнечных лучей, ультрафиолетовых облучателей, пара, кипячением (рис. 9), стиркой, проглаживанием горячим утюгом, сжиганием.

Надежная дезинфекция одежды, постели и прочего имущества физическим способом достигается в специальных дезинфекционных камерах - паровоздушных или пароформалиновых (при банях и санпропускниках в стационарных камерах или на автомобилях ДЦА-53, ДДА-53А, ДДА-66).

Химический - на применении дезинфицирующих растворов, обладающих свойствами уничтожать болезнетворные микробы. Основной и самый надежный способ - комбинированный. При этом разрушение болезнетворных микробов и их токсинов производится одно временным воздействием химических веществ и высокой температуры раствора. Обычно идут в ход хлорсодержащие препараты: хлорная известь, монохлорамин, ДТС-ГК, лизол, карболовая кислота.

*Паровоздушный или пароформалиновый способы дезинфекции.*

Паровоздушным способом можно дезинфицировать все виды одежды и средства индивидуальной защиты, зараженные вегетативными и споровыми формами микробов, за исключением кожаных и меховых изделий, которые портятся при нагревании во влажном состоянии выше 60 °С. Заметим, что большинство болезнетворных микробов погибает при температуре около 100 °С - пар обладает сильным дезинфицирующим свойством. При введение $го в емкость (камеру), где находятся зараженные изделия, пар .нагревает воздух и смешивается с ним, образуя паровоздушную смесь. Для дезинфекции, как правило, используется влажный насыщенный пар. Он имеет температуру 100 °С при атмосферном давлении и содержит определенное количество воды в виде мелких капель. Способ обработки зараженных изделий паровоздушной смесью является эффективным и надежным.

Пароформалиновой смесью можно обрабатывать все хлопчатобумажные, суконные, шерстяные, прорезиненные и другие предметы, изделия из кожи и меха рекомендуется дезинфицировать пароформалиновой смесью только при температуре 58-59 **°С.** Из-за того, что пар при этой температуре обладает меньшим дезинфицирующим действием, чем при 100 °С, в паровоздушную смесь вводят формалин, который усиливает дезинфицирующие свойства. Продолжительность обработки зависит от количества и состояния имущества, степени и характера заражения.

Кипячение применяют для дезинфекции хлопчатобумажной одежды, белья, средств индивидуальной защиты и другого имущества, изготовленного из резины и прорезиненной ткани. Вегетативные формы микробов погибают в горячей воде при 60-70 °С, споровые формы микробов уничтожаются только при температуре кипящей воды. Для ускорения процесса дезинфекции рекомендуется добавлять 1-2% кальцинированной соды или 0,3% порошка СФ-2.

Чтобы обеззаразить одежду из хлопчатобумажной ткани и средства индивидуальной защиты, их необходимо замачивать в дезинфицирующих растворах. При заражении вегетативными формами микробов дезинфекцию этих вещей надо производить пароформалиновым способом.

Изделия, продезинфицированные замачиванием или протиранием, должны затем тщательно промываться водой, а обувь, одежда и другие предметы из кожи, кроме того, после сушки смазываться сапожной мазью.

Санитарная обработка людей

Санитарной обработкой называют меры по удалению РВ, ОВ, АХОВ и БС, попавших на кожные покровы или слизистые оболочки глаз, носа, полости рта. Санитарную обработку проводят для предупреждения или максимально возможного ослабления поражения людей, в первую очередь в тех случаях, когда степень зараженности поверхности их тела превышает допустимые уровни.

По возможности ее следует проводить также и в тех случаях, когда из-за отсутствия контроля степень зараженности специально не определяли, но люди оказались зараженными.

Обычно одновременно происходит и опасное заражение одежды. Поэтому санитарная обработка сопровождается, как правило, дезактивацией, дегазацией или дезинфекцией одежды, обуви и СИЗ ( средства индивидуальной защиты).

В зависимости от условий, характера заражения и наличия соответствующих средств санитарная обработка бывает частичная или полная. Частичная санитарная обработка носит обычно характер предварительной меры перед более тщательной полной санитарной обработкой, и ее обязательно проводят после выхода из зараженного района.

Частичная, как правило, проводится непосредственно в зоне (очаге) заражения или сразу после выхода оттуда. В этом случае каждый самостоятельно удаляет РВ, обеззараживает АХОВ, ОВ и бактериальные средства, попавшие на открытые участки кожи, одежду, обувь и средства защиты.

При наличии радиоактивного загрязнения ее выполняют в следующем порядке: одежду вытряхивают, обметают, выколачивают; обувь протирают влажной ветошью (рис. 10); открытые участки шеи, рук обмывают; лицевую часть противогаза протирают и только после этого снимают. Если были надеты респиратор, ПТМ (противопыльная тканевая маска), ватно-марлевая повязка - их тоже снимают, но без какого-либо протирания. Затем моют лицо, полощут горло и рот. Когда воды недостаточно, можно шею, руки и лицевую часть противогаза протереть влажным тампоном, причем только в одном направлении, все время переворачивая его.

Зимой можно использовать незараженный снег. Разрешается использовать просто чистую ткань, траву, листья и другие подручные средства.

При заражении жидкими АХОВ, ОВ для частичной санитарной обработки используют индивидуальные противохимические пакеты ИПП-8, ИПП-9, ИПП-10 (рис. 11). Сначала обрабатывают открытые участки кожи, а затем зараженные места одежды и обуви. Если нет ИПП, тогда нужно все тщательно промыть теплой водой с мылом.

Сначала обрабатывают открытые участки кожи, а затем зараженные места одежды и обуви, особенно воротник, манжеты. Кожу вокруг глаз обрабатывают сухим тампоном или промывают чистой водой или 2% раствором соды. Если нет ИПП, нужно все тщательно промыть теплой водой с мылом, предварительно убрав мазки, капли АХОВ, ОВ платком, травой и пр. Если нет воды, то используют чистый песок, землю, снег. При этом не обеспечивается полная дегазация, но снижается степень поражения.

Обезвредить капельножидкие АХОВ и ОВ можно и бытовыми химическими средствами. Для взрослого: 1 л 3% перекиси водорода и 30 г едкого натра (или 150 г силикатного клея) смешивают перед использованием. Применяют как жидкость из ИПП.

Нельзя для частичной санитарной обработки кожных покровов использовать растворители и горючее, так как это может усугубить тяжесть поражения.

При заражении бактериальными (инфекционными) средствами частичную обработку начинают с того, что отряхивают одежду, обметают обувь. Затем раствором из ИПП обрабатывают открытые участки, тела. Все это осуществляется при надетом противогазе (ПТМ, ватно-марлевой повязке). Если пакета нет, используют дезинфицирующие растворы и воду с мылом.

Частичная санитарная обработка не обеспечивает полного обеззараживания и тем самым не гарантирует людям защиту от поражения радиоактивными, отравляющими, аварийно химически опасными веществами и бактериальными средствами. Поэтому при

первой возможности производят полную санитарную обработку: все тело обмывают теплой водой с мылом и мочалкой, обязательно меняют белье и одежду. Полная санитарная обработка, как и частичная, заключается в удалении РВ, ОВ, АХОВ и БС, но носит характер заключительной меры профилактики поражения. Полную санитарную обработку проходят обязательно все люди, которые находились на зараженной территории. Исключение - когда зараженность РВ не превышает допустимых величин. Проводится полная санитарная обработка на стационарных обмывочных пунктах, в банях, душевых павильонах или на специально развертываемых обмывочных площадках и пунктах специальной обработки (ПуСО). Летом можно осуществлять в незараженных проточных Водоемах (рис. 12).

Все обмывочные пункты и площадки, как правило, имеют 3 отделения: раздевальное, обмывочное и одевальное. Лица, прибывшие на санитарную обработку, перед входом в раздевальное отделение снимают верхнюю одежду и средства защиты (кроме противогаза) и складывают их в указанное место. Здесь же снимают белье, проходят медицинский осмотр, дозиметрический контроль. Тем, у кого подозревают инфекционные заболевания, измеряют температуру (рис. 13).

В случае заражения БС в раздевальной перед помывкой кожные покровы и волосистые части тела обтирают (обмывают) дезинфицирующим раствором. Слизистые оболочки глаз и носоглотки обрабатывают смесью антибиотиков группы аминогликозидов. В обмывочной волосистые части тела обмывают трехкратно. В одевальной повторяют дезинфекцию слизистых оболочек.

Перед входом в обмывочное отделение пораженные снимают противогазы и обрабатывают слизистые оболочки 2%-м раствором питьевой соды. Каждому выдается 25-40 г мыла и мочалка. Особенно тщательно требуется вымыть голову, шею, руки. Под каждой душевой сеткой одновременно моются 2 человека. Температура воды -38-40 °С. После выхода из него производится вторичный медицинский осмотр и дозиметрический контроль.

Если радиоактивное загрязнение все еще выше допустимых норм, людей направляют на повторную обработку.

В одевальном отделении все получают свою обеззараженную одежду или из запасного фонда и одеваются.

Продолжительность санитарной обработки - в пределах 30 мин (раздевание - 5, мытье под душем - 15, одевание - 10). Для увеличения пропускной способности душевой очередная смена людей раздевается еще до окончания мытья предыдущей и занимает место под душами по мере их освобождения.

**3.8.3 Результаты и выводы**

Оформить отчет и сдать препдавателю

**3.9 Практическое занятие № ПЗ-9 (2 часа).**

**Тема: «Анализ комплексного плана улучшения условий труда, охраны труда и санитарно- оздоровительных мероприятий с.х. предприятия»**

**3.9.1 Задание для работы:**

1. Усвоить содержание и методику разработки комплексных планов улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий.

2. Изучить рекомендованную преподавателем литературу и методические указания по выполнению работы.

3. Описать в отчете о практической работе назначение комплексных планов, порядок их разработки, согласования, утверждения подготовить таблицу результатов работы.

**3.9.2 Краткое описание проводимого занятия:**

**Общие сведения**. Комплексные планы улучшении условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий разрабатываются всеми предприятиям на пятилетний срок.

Они направлены на решение следующих основные задач:

- максимальное снижение уровней вредных и опасных производственных факторов, воздействующих на работающих, создание безопасных и безвредных условий труда на рабочих местах; приведение оборудования машин и механизмов в соответствие с требованиями государственных и отраслевых стандартов по безопасности труда;

- максимальное сокращение рабочих мест, не соответствующих требованиям и нормам охраны труда, а также сокращение численности рабочих, занятых в условиях, не соответствующих санитарным нормам;

- реконструкция, капитальный ремонт объектов производственного назначения, не обеспечивающих безопасности труда, или вывод их из эксплуатации, если они по своему техническому состоянию не подлежат реконструкции или капитальному ремонту;

- значительное сокращение, а в дальнейшем ликвидация тяжелых физических работ, уменьшение численности рабочих, занятых ручным трудом;

- приведение санитарно-бытовых и вспомогательных помещений в соответствие с действующими нормами;

- строительство и расширение сети лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений в соответствии с установленными нормативами.

Комплексные планы - составная часть планов экономического и социального развития предприятия и отрасли в целом. Мероприятия, предусмотренные комплексными планами, обязательно включаются в соответствующие разделы и приложения коллективных договоров, соглашения по охране труда.

Общее руководство разработкой комплексного плана возложено на руководителя предприятия, главного инженера и председателя профсоюзного комитета. К разработке комплексного плана привлекают работников соответствующих служб и подразделений хозяйства.

Основой для составления комплексного плана служат результаты паспортизации санитарно-технического состояния условий труда в производственных подразделениях сельскохозяйственного предприятия; материалы расследования несчастных случаев на производстве, акты формы Н-1, приказы администрации и постановления профсоюзного комитета о состоянии охраны труда и производственного травматизма; журналы трехступенчатого контроля, решения собраний трудовых коллективов по вопросам охраны труда, предложения общественных инспекторов по охране груда, рабочих, колхозников, служащих; предписания технических инспекторов труда профсоюзов, органов государственного надзора, служб охраны труда; акты обследования состояния условий и охраны труда на предприятии комиссиями; мероприятия, намеченные в ходе общественных смотров по охране труда и культуре производства, документы директивных и вышестоящих хозяйственных и профсоюзных органов по вопросам охраны труда.

При составлении комплексного плана выявляют потребности в материальных и финансовых ресурсах на реконструкцию, ремонт, замену или приобретение оборудования, строительство дополнительных объектов и т.п., а также на разработку необходимой проектной сметной документации и др. Определяют те работы, которые могут быть выполнены за счет собственных средств и материалов, и те, на которые необходимо получить дополнительное финансирование.

В комплексном плане по каждому году приводят сводные показатели (раздел I); план приведения состояния условий труда в соответствие с требованиями по отдельным опасным и вредным производственным факторам, план вывода из эксплуатации, реконструкции цехов, участков, производств, не отвечающих требованиям и нормам охраны труда (раздел II); мероприятия по приведению условий труда в соответствие с

требованиями и нормами охраны труда (раздел III); перечень организационных мероприятий по предупреждению производственного травматизма (раздел IV); показатели строительства и расширения санитарно-бытовых и вспомогательных помещений (раздел V); план строительства и расширения лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений (раздел VI).

Нормативные документы и материалы. Составленные комплексные планы улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий сельскохозяйственных предприятий. В них не заполнены сводные показатели раздела I.

Типовая форма комплексного плана.

**Порядок выполнений работы**. Ознакомиться с типовой формой комплексного плана, внимательно изучить структуру и содержание всех разделов.

Получить у преподавателя комплексный план улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий сельскохозяйственного предприятия и изучить его.

На основании анализа конкретных мероприятий приведенных в разделе III, определить ожидаемое за пятилетие сокращение количества рабочих мест, условия труда на которых не соответствуют требованиям охраны труда, а также уменьшение численности занятых на них работающих, в том числе женщин.

Проанализировать разделы II, III, V, VI комплексного плана, подсчитать общую стоимость всех запланированных работ.

**3.9.3 Результаты и выводы:**

Результаты анализа комплексного плана занести в отчет по следующей форме.

Наименование предприятия _____

| Показатели | До начала реализации плана | После реализации плана |
|---|---|---|
| Количество рабочих мест с условиями, не соответствующими требованиям охраны труда: всего, ед.<br>тоже к общему количеству рабочих мест, %<br>Численность работающих в условиях, не соответствующих требованиям охраны труда: всего, чел.<br>тоже к общей численности работающих, %<br>женщин, чел | | |
| Общая стоимость работ, предусмотренных комплексным планом, руб. | | |
| Стоимость работ, приходящихся на одного работающего, руб. | | |

Сделать общие выводы об эффективности намеченных мероприятий.

**3.10 Практическое занятие № ПЗ-10 (2 часа).**

**Тема: «Ознакомление с порядком и документами по расследованию и учету производственного травматизма. Вычисление показателей травматизма»**

**3.10.1 Задание для работы:**

1. Изучение порядка расследования несчастных случаев на производстве;

2. Изучение «Положение о расследовании и учете несчастных случаев на производстве»;

3. Изучение правил заполнения акта формы Н-1;

4. Определение показателей учета и анализа состояния охраны труда;

5. Решение задачи по варианту.

**3.10.2 Краткое описание проводимого занятия:**

***1. Общие сведения***

Порядок расследования несчастных случаев на производстве осуществляется в соответствии с Положением о расследовании и учете несчастных случаев на производстве.

Для расследования несчастного случая на производстве в организации работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее трех человек.

В состав комиссии включаются специалист по охране труда или лицо, назначенное ответственным за организацию работы по охране труда приказом (распоряжением) работодателя, представители работодателя, представители профсоюзного органа или иного уполномоченного работниками представительного органа, уполномоченный по охране труда. Комиссию возглавляет работодатель или уполномоченный им представитель. Состав комиссии утверждается приказом (распоряжением) работодателя.

Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке (объекте), где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.

В расследовании несчастного случая на производстве у работодателя – физического лица принимают участие указанный работодатель или уполномоченный его представитель, доверенное лицо пострадавшего, специалист по охране труда, который может привлекаться к расследованию несчастного случая и на договорной основе.

Несчастный случай на производстве, происшедший с лицом, направленным для выполнения работ к другому работодателю, расследуется комиссией, образованной работодателем, у которого произошел несчастный случай. В состав данной комиссии входит уполномоченный представитель работодателя, направившего это лицо. Неприбытие или несвоевременное прибытие указанного представителя не является основанием для изменения сроков расследования.

Несчастный случай, происшедший с работником организации, производящей работы на выделенном участке другой организации, расследуется и учитывается организацией, производящей эти работы. В данном случае комиссия, проводившая расследование несчастного случая, информирует руководителя организации, на территории которой производились эти работы, о своих выводах.

Несчастный случай, происшедший с работником при выполнении работы по совместительству, расследуется и учитывается по месту, где производилась работа по совместительству.

Расследование несчастного случая на производстве, происшедшего в результате аварии транспортного средства, проводится комиссией, образуемой работодателем с обязательным использованием материалов расследования, проведенного соответствующим государственным органом надзора и контроля.

Каждый работник или уполномоченный им представитель имеет право на личное участие в расследовании несчастного случая на производстве, происшедшего с работником.

Для расследования группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве, несчастного случая на производстве со смертельным исходом в состав комиссии также включаются государственный инспектор по охране труда, представители органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения организаций профессиональных союзов. Работодатель образует комиссию и утверждает ее состав во главе с государственным инспектором по охране труда.

По требованию пострадавшего (в случае смерти пострадавшего – его родственников) в расследовании несчастного случая может принимать участие его доверенное лицо. В случае если доверенное лицо не участвует в расследовании,

работодатель или уполномоченный им его представитель либо председатель комиссии обязан по требованию доверенного лица ознакомить его с материалами расследования. Случаи острого отравления или радиационного воздействия, превысившего установленные нормы, расследуются в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.

Если несчастный случай явился следствием нарушений в работе, влияющих на обеспечение ядерной, радиационной и технической безопасности на объектах использования атомной энергии, то в состав комиссии включается также представитель территориального органа федерального надзора по ядерной и радиационной безопасности.

При несчастном случае, происшедшем в организациях или на объектах, подконтрольных территориальным органам федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в сфере промышленной безопасности, состав комиссии утверждается руководителем соответствующего территориального органа. Возглавляет комиссию представитель этого органа.

**При групповом несчастном случае на производстве с числом погибших пять и более человек** в состав комиссии включаются также представители федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и общероссийского объединения профессиональных союзов. Возглавляет комиссию руководитель государственной инспекции труда - главный государственный инспектор труда соответствующей государственной инспекции труда или его заместитель по охране труда, а при расследовании несчастного случая, происшедшего в организации или на объекте, подконтрольных территориальному органу федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в сфере промышленной безопасности, - руководитель этого территориального органа

Расследование обстоятельств и причин несчастного случая на производстве, который не является групповым и не относится к категории тяжелых несчастных случаев или несчастных случаев со смертельным исходом, проводится комиссией в течение трех дней.

Расследование группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве и несчастного случая на производстве со смертельным исходом проводится комиссией в течение 15 дней.

Несчастный случай на производстве, о котором не было своевременно сообщено работодателю или в результате которого нетрудоспособность у пострадавшего наступила не сразу, расследуется комиссией по заявлению пострадавшего или его доверенного лица в течение одного месяца со дня поступления указанного заявления.

При необходимости проведения дополнительной проверки обстоятельств несчастного случая, получения соответствующих медицинских и иных заключений указанные в настоящей статье сроки могут быть продлены председателем комиссии, но не более чем на 15 дней.

В каждом случае расследования несчастного случая на производстве комиссия выявляет и опрашивает очевидцев происшествия, лиц, допустивших нарушения нормативных требований по охране труда, получает необходимую информацию от работодателя и по возможности – объяснения от пострадавшего.

По требованию комиссии в необходимых для проведения расследования случаях работодатель за счет собственных средств обеспечивает:

- выполнение технических расчетов, проведение лабораторных исследований, испытаний, других экспертных работ и привлечение в этих целях специалистов-экспертов;
- фотографирование и (или) видеосъемку места происшествия и поврежденных объектов, составление планов, эскизов, схем;

- предоставление транспорта, служебного помещения, средств связи, специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты.

Материалы расследования несчастного случая включают:

- приказ (распоряжение) о создании комиссии по расследованию несчастного случая;
- планы, эскизы, схемы, протокол осмотра места происшествия, а при необходимости - фото- и видеоматериалы;
- документы, характеризующие состояние рабочего места, наличие опасных и вредных производственных факторов;
- выписки из журналов регистрации инструктажей по охране труда и протоколов проверки знания пострадавшими требований охраны труда;
- протоколы опросов очевидцев несчастного случая и должностных лиц, объяснения пострадавших;
- экспертные заключения специалистов, результаты технических расчетов, лабораторных исследований и испытаний;
- медицинское заключение о характере и степени тяжести повреждения, причиненного здоровью пострадавшего, или причине его смерти, нахождении пострадавшего в момент несчастного случая в состоянии алкогольного, наркотического или иного токсического опьянения;
- копии документов, подтверждающих выдачу пострадавшему специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты в соответствии с действующими нормами;
- выписки из ранее выданных работодателю и касающихся предмета расследования предписаний государственных инспекторов труда и должностных лиц территориального органа соответствующего федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в установленной сфере деятельности (если несчастный случай произошел в организации или на объекте, подконтрольных этому органу), а также выписки из представлений профсоюзных инспекторов труда об устранении выявленных нарушений требований охраны труда;
- другие документы по усмотрению комиссии.

Конкретный перечень материалов расследования определяется председателем комиссии в зависимости от характера и обстоятельств несчастного случая.

На основании собранных документов и материалов комиссия устанавливает обстоятельства и причины несчастного случая, устанавливает обстоятельства и причины несчастного случая, а также лиц, допустивших нарушения требований охраны труда, вырабатывает предложения по устранению выявленных нарушений, причин несчастного случая и предупреждению аналогичных несчастных случаев, определяет, были ли действия (бездействие) пострадавшего в момент несчастного случая обусловлены трудовыми отношениями с работодателем либо участием в его производственной деятельности, в необходимых случаях решает вопрос о том, каким работодателем осуществляется учет несчастного случая, квалифицирует несчастный случай как несчастный случай на производстве или как несчастный случай, не связанный с производством.

Если при расследовании несчастного случая с застрахованным комиссией установлено, что грубая неосторожность застрахованного содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, то с учетом заключения выборного органа первичной профсоюзной организации или иного уполномоченного работниками органа комиссия определяет степень вины застрахованного в процентах. Порядок расследования несчастных случаев на производстве, учитывающий особенности отдельных отраслей и организаций, а также формы документов, необходимых для расследования несчастных случаев на производстве, утверждаются в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Особенности формирования комиссий по расследованию несчастных случаев, происшедших в отдельных отраслях и организациях с отдельными категориями работников (граждан)

Расследование несчастных случаев проводится комиссиями по расследованию несчастных случаев (далее – комиссия), образуемыми и формируемыми в соответствии с положениями статьи 229 Трудового Кодекса РФ и требованиями цитируемого Положения, в зависимости от обстоятельств происшествия, количества пострадавших и характера полученных ими повреждений здоровья. Во всех случаях состав комиссии должен состоять из нечетного числа членов.

Расследование несчастных случаев (в том числе групповых), происшедших в организации или у работодателя – физического лица, в результате которых пострадавшие получили повреждения, отнесенные в соответствии с установленными квалифицирующими признаками к категории легких, проводится комиссиями, образуемыми работодателем (его полномочным представителем) в соответствии с положениями ч 1 и 2 ст. 229 Трудового кодекса РФ, с учетом требований, установленных цитируемым Положением. Лица, осуществляющие (осуществлявшие) непосредственный контроль за работой пострадавшего, в состав комиссии не включаются.

Расследование указанных несчастных случаев, происшедших на находящихся в плавании рыбопромысловых или иных морских, речных и других судах, независимо от их отраслевой принадлежности проводится комиссиями, формируемыми из представителей командного состава, представителя судовой профсоюзной организации, а при ее отсутствии – представителя судовой команды. Комиссию возглавляет капитан судна. Состав комиссии утверждается приказом капитана судна.

Несчастные случаи, происшедшие с лицами, направленными в установленном порядке для выполнения работ к другому работодателю и работавшими там под его руководством и контролем (под руководством и контролем его представителей), расследуются комиссией, формируемой и возглавляемой этим работодателем (его представителем). В состав комиссии включается полномочный представитель организации или работодателя – физического лица, направивших упомянутых лиц. Неприбытие или несвоевременное их прибытие не является основанием для изменения сроков расследования.

Несчастные случаи, происшедшие на территории организации с работниками сторонних организаций и другими лицами при исполнении ими трудовых обязанностей или задания направившего их работодателя (его представителя), расследуются комиссией, формируемой и возглавляемой этим работодателем (его представителем). При необходимости в состав комиссии могут включаться представители организации, за которой закреплена данная территория на правах владения или аренды.

Несчастные случаи, происшедшие с работниками и другими лицами, выполнявшими работу по заданию работодателя (его представителя) на выделенном в установленном порядке участке сторонней организации, расследуются комиссией, формируемой и возглавляемой работодателем (его представителем), производящим работу, с обязательным участием представителя организации, на территории которой производилась эта работа.

Несчастные случаи, происшедшие с работниками при выполнении работы по совместительству, расследуются комиссией, формируемой и возглавляемой работодателем (его представителем), у которого фактически производилась работа по совместительству. В этом случае комиссия, проводившая расследование, информирует о результатах расследования и сделанных выводах работодателя (его представителя) по месту основной работы пострадавшего.

Расследование несчастных случаев со студентами или учащимися образовательных учреждений соответствующего уровня, проходящими в организациях производственную практику или выполняющими работу под руководством и контролем работодателя (его

представителя), проводится комиссиями, формируемыми и возглавляемыми этим работодателем (его представителем). В состав комиссии включаются представители образовательного учреждения.

Расследование несчастных случаев со студентами или учащимися образовательных учреждений, проходящими производственную практику на выделенном для этих целей участках организации и выполняющими работу под руководством и контролем полномочных представителей образовательного учреждения, проводится комиссиями, формируемыми руководителями образовательных учреждений. В состав комиссии включаются представители организации.

Несчастные случаи, происшедшие с профессиональными спортсменами во время тренировочного процесса или спортивного соревнования, независимо от количества пострадавших и тяжести полученных ими повреждений, расследуются комиссиями, формируемыми и возглавляемыми работодателями (их представителями) с обязательным участием представителей профсоюзного органа или иного уполномоченного профессиональными спортсменами органа, с учетом требований настоящего Положения.

Расследование и учет несчастных случаев, происшедших со студентами образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования, учащимися образовательных учреждений среднего, начального профессионального образования и образовательных учреждений основного общего образования во время учебно-воспитательного процесса в указанных образовательных учреждениях, осуществляется в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, ведающим вопросами образования, по согласованию с Министерством труда и социального развития Российской Федерации.

Расследование и учет несчастных случаев, происшедших со спортсменами-любителями во время учебно-тренировочных занятий и проведения спортивных соревнований, осуществляется в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, ведающим вопросами физической культуры и спорта по согласованию с Министерством труда и социального развития Российской Федерации.

Несчастные случаи, происшедшие с профессиональными спортсменами, а также тренерами, специалистами и другими работниками профессиональных спортивных организаций при осуществлении иных действий, обусловленных трудовыми отношениями с работодателем или совершаемых в его интересах, расследуются в установленном порядке.

Тяжелые несчастные случаи и несчастные случаи со смертельным исходом, происшедшие с лицами, выполнявшими работу на основе договора гражданско-правового характера, расследуются в установленном порядке государственными инспекторами труда на основании заявления пострадавшего, членов его семьи, а также иных лиц, уполномоченных пострадавшим (членами его семьи) представлять его интересы в ходе расследования несчастного случая, полномочия которых подтверждены в установленном порядке (далее – доверенные лица пострадавшего). При необходимости к расследованию таких несчастных случаев могут привлекаться представители соответствующего исполнительного органа Фонда социального страхования Российской Федерации и других заинтересованных органов.

Несчастные случаи с тяжелым исходом, а так же групповые или со смертельным исходом подлежат социальному расследованию, в ходе которого необходимо:

произвести осмотр и при необходимости детальное фотографирование места происшествия;

составить схему места происшествия с необходимыми данными (расположение оборудования, местонахождение пострадавшего и др.);

взять письменные объяснения (протоколы опросов) очевидцев несчастного случая, а также должностных лиц, ответственных за соблюдение требований ГОСТов, ССБТ, норм и правил по охране труда;

собрать документальные данные о профессиональной подготовке, квалификации, инструктаже и обучении по вопросам охраны труда пострадавшего, а при необходимости и других работников, имеющих отношение к расследуемому несчастному случаю;

ознакомиться с технической документацией, имеющей отношение к данному происшествию (технологические карты, проекты производства работ и др.);

установить, соответствует ли состояние участка, оборудования, рабочего места, места происшествия несчастного случая требованиям техники безопасности, производственной санитарии;

получить информацию об обеспеченности пострадавшего необходимыми средствами индивидуальной защиты, о соблюдении режима рабочего времени и времени отдыха и других производственных факторах, которые могут иметь отношение к расследуемому нечастному случаю;

при необходимости потребовать от администрация проведения экспертизы, измерений, лабораторных исследований, испытаний и других работ для выяснения причин несчастного случая; определить причины несчастного случая; указать, какие требования правил и норм охраны руда, ГОСТов, ССБТ и других нормативных актов были нарушены, кто допустил эти нарушения;

составить предложения по предупреждению несчастных случаев.

В настоящей деловой игре не используются акты другие материалы расследования несчастных случаев, а дается лишь описание их обстоятельств, составленное по материалам расследования.

**Нормативные документы, исходные материалы.**

Положение о расследовании и учете несчастных случаев на производстве.

Положение об организации работы по охране труда в системе Госагропрома РФ.

Должностная инструкция по технике безопасности; для бригадира тракторно-полеводческой бригады.

Правила техники безопасности при работе на тракторах, сельскохозяйственных и специализированных машинах.

Инструкция по технике безопасности для комбайнеров зерноуборочных комбайнов.

ГОСТ 12.0.004 - 79 «ССБТ. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения».

ОСТ 46.0.126 - 82 «ССБТ. Организация обучения охране труда в сельском хозяйстве. Общие положения».

Материалы расследования несчастных случаев.

**Обстоятельства несчастных случаев. С и т у а ц и я** № 1. После затянувшегося ненастья с 18 августа в совхозе «Рассвет» возобновилась уборка зерновых, 20 августа комбайнер Васильев начал жатву в 9 ч, а в 10 ч почувствовал себя плохо и ушел домой, предупредив бригадира комплексной бригады. Чтобы не прерывать работу комбайна, бригадир поехал домой к слесарю ремонтных мастерских Лебедеву, отдыхавшему после ночной смены, и попросил его поработать на комбайне вместо Васильева. Лебедев согласила и около 11 ч начал работу. Лебедев в течение 10 лет работал в совхозе. Начинал работу трактористом, имел удостоверение тракториста-машиниста III класса в течение четырех сезонов работал на комбайне. Н в октябре прошлого года за грубое нарушение правила техники безопасности был лишен удостоверения и переведен на работу слесарем в ремонтные мастерски 20 августа он закончил смену в 6 ч утра.

В этот день на отвозке зерна от комбайна на Тракторе Т-40 с прицепом работал учащийся средней школы Антонов. 10 июля текущего года ему исполнилось 16 лет. В прошлом году он помогал отцу ремонтировать трактор Т-40 и имел некоторый навык обращен» с ним. 15 августа Антонов письменно обратился к Директору совхоза с просьбой разрешить ему работа на тракторе. Директор разрешил и поставил на заявлении визу «В приказ», однако приказом по предприятию Антонов оформлен не был. Главный инженер совхоза, когда Антонов пришел к нему получать трактор, обратился с претензией к директору. Несмотря на это, директор устно обязал главного инженера выполнить его распоряжение, мотивируя это тем, что, наконец, установилась хорошая погода, а в хозяйстве мало механизаторов. Работу Антонов начал 20 августа в 8 ч утра.

В 19 ч, когда Антонов подъехал к комбайну за зерном, Лебедев остановил комбайн, выключил жатку и попросил Антонова вытащить из жатки солому, заклинившую шнек. При этом Лебедев не выключил двигатель комбайна и оставался в кабине. Потом Лебедев решил выйти из комбайна и, выходя из кабины, ногой задел рычаг включения жатки. В результате Антонова ударило мотовилом, он упал на жатку, его руки попали в режущий аппарат, и первые, вторые и третьи пальцы обеих рук были отрезаны. Услышав крик, Лебедев заглушил комбайн, перевязал Антонову бинтом руки и на тракторе отвез его в больницу. Из медицинского заключения, сделанного в районной больнице в тот же день и подписанного главным врачом, следует, что травма Антонова относится к тяжелой; в крови Васильева и Антонова алкоголя не обнаружено, а в крови Лебедева обнаружен алкоголь.

Из журнала регистрации инструктажей было установлено, что Васильев проходил вводный инструктаж 6 лет назад при поступлении на работу, а последний повторный инструктаж - 10 июля текущего года перед началом уборочных работ. Проводил этот инструктаж новый инженер по охране труда. Лебедев вводный инструктаж проходил 10 лет назад. Последний инструктаж на рабочем месте - в октябре прошлого года при переходе на работу слесарем. Это оформлено в журнале регистрации инструктажей подпиши Лебедева и заведующего мастерскими. Инструктаж Антонова при допуске его к трактору производил 15 августа текущего года главный инженер совхоза, но этот инструктаж в журнал еще не был занесен.

Из объяснительной записки Лебедева следует, что инструктаж в октябре прошлого года он не проходил.

Заведующий мастерскими просто дал ему расписаться в журнале.

Из объяснительной записки жены Лебедева следует, что 20 августа он лег спать около 7 ч утра и был; разбужен бригадиром комплексной бригады в 10 ч. 30 мин.

Инструкций по охране труда на рабочем месте комбайнера в совхозе нет.

Ситуация № 2. 15 марта бригадир комплексной бригады дал наряд трактористу Митрофанову перевезти на тракторе ДТ-75 стог соломы с поля на животноводческую ферму. Подцепив стог тросом, Митрофанов хотел вытащить его на дорогу с усовершенствованным покрытием, соединявшую два районных центра, для транспортировки по ней. При выезде на дорогу с поля трактор забуксовал. В это время по дороге на бульдозере ДТ-75 проезжал тракторист этого же совхоза Виноградов. Митрофанов, не выходя из трактора, жестом попросил оказать помощь. Виноградов своим бульдозером расчистил перед трактором Митрофанова снег и заехал за стог, чтобы подтолкнуть его сзади. Трактор Виноградова не был виден, а Митрофанов вдруг заметил, что трос от его трактора зацепился за палец гусеничной ленты. Митрофанов выскочил из трактора и стал снимать трос с пальца гусеничной ленты. Виноградов, не видя из-за стога трактора Митрофанова, ни того, что сам Митрофанов находится между стогом соломы и трактором, начал бульдозером подталкивать стог до тех пор, пока не почувствовал, что стог прижался к трактору Митрофанова и больше не двигается. При этом Митрофана оказался зажатым между стогом соломы и трактором и в результате получил перелом бедра. В таком

положении Виноградов остановил свой бульдозер и стал ждать, когда Митрофанов отъедет от стога. Примерно через 5 мин Виноградов вылез из кабины бульдозер и увидел, что Митрофанов прижат к трактору. Виноградов вскочил в трактор Митрофанова и подал его вперед, чем освободил Митрофанова. Видя, что Митрофанов не может встать, Виноградов сбегал в деревню, позвонил директору совхоза, который приехал через 10 минут на автомобиле УАЗ-469 и отвез Митрофанова в больницу.

Митрофанов Аркадий Иванович, 46 лет, тракторист - машинист III класса завода «Прогресс» по распоряжению директора завода в соответствии с решением облисполкома об оказании шефской помощи колхозам и совхозам области был откомандирован с 1 февраля на 3 месяца в совхоз «Рассвет». Вводный инструктаж он прошел на заводе 8 лет назад при поступлении на работу, последний инструктаж - на заводе 25 января текущего года перед отправкой на работу в совхоз. Инструктажей в совхозе он не проходил.

Виноградов Михаил Иванович, 26 лет, работает в совхозе «Рассвет» 6 лет. На третий день после начала работы вводный инструктаж с ним провел главный инженер. Последний повторный инструктаж он прослушал от бригадира комплексной бригады год назад. Инструкций по охране труда на рабочих местах ни Виноградова, ни у Митрофанова нет. В описанных ситуациях несчастных случаев допущены нарушения законодательства и правил по охране труда, которые во время работы предстоит выявить.

**3.10.3 Результаты и выводы:**

*1*. Описать в отчете о практической работе порядок расследования несчастного случая с тяжелым исходом содержание составляемых при этом документов и материалов.

2. Проанализировать причины несчастных случаев и действия лиц, имеющих к ним отношение; разработать мероприятия по предупреждению несчастных случаев.

3. Оформить отчет и сдать его преподавателю.

**3.11 Практическое занятие № ПЗ-11 (2 часа).**

**Тема: «Экономические потери от травматизма и заболеваемости. Эффективность внедрения безопасных условий труда»**

**3.11.1 Задание для работы:**

1. Изучение методики определения экономических последствий от травматизма и заболеваемости;

2. Определение суммарной потери, связанные с травматизмом и заболеваемостью;

3. Определение общей экономии от внедрения мероприятий на охрану труда;

4. Определение показателей затрат на мероприятия по охране труда;

5. Заключение по целесообразности внедрения мероприятий по охране труда с экономической точки зрения.

**3.11.2 Краткое описание проводимого занятия:**

**1. Общие сведения.**

Потери рабочего времени на производстве связаны не только с травматизмом, и с заболеваемостью рабочих и служащих из-за неудовлетворительных условий труда (отклонение параметров микроклимата от допустимых значений; концентрации вредностей, превышающие ПДК; нерациональная освещенность; высокий уровень шума и вибрации и т. д.). Именно поэтому при экономическом анализе необходимо изучать причины как травматизма, так и заболеваемости.

Внедрение мероприятий по охране труда способствует росту среднегодовой выработки рабочего и экономии средств по социальному страхованию, сокращению трудовых потерь.

Изучить методику экономической оценки мероприятий по охране труда. Получить задание и исходные данные для расчета. Провести экономический расчет последствий травматизма (или заболеваемости). После этого провести расчет экономической эффективности внедрения безопасных и безвредных условий труда.

Изучить методику определения экономических последствий травматизма и заболеваемости.

Суммарные потери хозяйства, связанные с травматизмом и заболеваемостью:

$$П_с = \Sigma П_т + \Sigma П_з; \quad (1)$$

где $\Sigma П_т$ - сумма потерь, связанная с травмами, руб,; $\Sigma П_З$ - сумма потерь, связанная с заболеваемостью из-за неудовлетворительных условий труда, руб.

Потери $П_т$, связанные с отдельной травмой, складываются из множества составляющих:

$$П_т = С_а + С_к + С_{зп} + С_н + С_б + С_р + С_о + С_п; \quad (2)$$

где $С_а$ - стоимость амбулаторного лечения, руб.; $С_к$ - стоимость клинического лечения, руб.; $С_{зп}$ - сумма недопроизведенной заработной платы за период лечения, руб.; $С_н$ - убытки из-за недополученной суммы налогов с необлагаемой части дохода (выплат по больничному листку), руб.; $С_б$ - сумма выплат по больничному листку, руб.; $С_Р$ - стоимость расследования несчастного случая, руб.; $С_о$ - стоимость испорченного оборудования или затраты на его ремонт, руб.; $С_п$ - стоимость валовой продукции, недополученной хозяйством вследствие травмы или заболевания, руб.

Потери от одного заболевания $П_{з1}$, являющегося следствием неудовлетворительных условий труда, определяются суммой следующих слагаемых:

$$П_{з1} = С_а + С_к + С_{зп} + С_ц + С_б + .. . + С_н. \quad (3)$$

Примечание. Если пострадавший переводится на менее квалифицированную работу, то необходимо учесть потери, связанные с переводом.

Слагаемые потери от травматизма и заболеваемости определяют по листкам нетрудоспособности, экспертной оценки стоимости испорченного оборудования и инструмента, медицинского заключения, данных бухгалтерии и т. д.

Так, стоимость амбулаторного $С_а$ и клинического $С_к$ лечения определяют соответственно из выражений

$$С_а = С_{а1} Д_а \quad и \quad С_к - С_{к1} Д_к, \quad (4)$$

где $С_{а1}$ и $С_{к1}$ - соответственно стоимость одного посещения лечебного заведения или одного койко-места в больнице, руб.; $Д_а$ и $Д_к$ - соответственно продолжительность лечения, дней (для Краснодарского края $С_а$ =1,8 руб..; $С_к$ = 7,2 руб. в сельской местности, 8,4 - в городе).

Сумму недопроизведенной заработной платы $С_{зп}$ определяют, исходя из среднего дневного $С_{З1}$ заработка:

$$С_{зп} = С_{з1} Д_б, \quad (5)$$

где $Д_б$ - число дней нетрудоспособности (для Краснодарского края $С_{з1}$ = 4...7 руб.).

Убытки от недополучения налога:

$$С_н = \frac{С_{з1}}{100} \cdot 4,4 \cdot 1,5 \, Дб; \quad (6)$$

(выражение в скобках - процент отчисления госстраху).

Сумма выплат по больничному листку:

$$С_б = С_{б1} Д_б, \quad (7)$$

где $С_{б1}$ - стоимость одного дня по больничному листку, руб.

Стоимость расследования несчастных случаев $С_р$ складывается из суммарного дневного заработка $С_д$ лиц, участвующих в расследовании (инженер по охране труда,

технический инспектор, общественный инспектор, начальник и др.), умноженного на число дней расследования $Д_р$:

$$С_р = С_д Д_р \bullet \quad (8)$$

Стоимость испорченного оборудования или инструмента; стоимость ремонта оборудования принимают по данным бухгалтерии.

Стоимость валовой продукции, недополученной из-за травмы или заболевания:

$$C_П = \frac{C_В Д_{бн}}{n_р Д} \quad (9)$$

где $С_в$ - стоимость всей валовой продукции, произведенной в хозяйстве за год, руб.;

$n_р$ - среднесписочное число работающих в течение года; Д - число рабочих дней (смен) в году; $Д_{бн} = (Д_т - Д_з)$ - сумма дней нетрудоспособности вследствие травм и заболеваемости.

Подставив результаты расчетов по формулам (8.4.. 8.9) в формулы (8.2 и 8.3), а затем в формулу (8.1), определяют суммарные потери от травматизма и заболеваемости.

Общая экономия от внедрения мероприятий по охране труда:

$$Э_0 = П_{С1} - П_{С2}, \quad (10)$$

где $Э_0$ - общая экономия, руб.; $П_{С1}$ - потери из-за травм и заболеваемости в базисном году, руб.; $П_{С2}$ - потери из-за травм и заболеваемости после внедрения мероприятий по охране труда, руб.

Для приближенного расчета общей экономии от внедрения мероприятий по охране труда можно воспользоваться формулой:

$$Э_о = (С_1 + С_{б1})(Д_{бн1} - Д_{бн2}), \quad (11)$$

где $С_1$ - среднегодовое производство продукции на одного работающего в день, руб.; $С_{б1}$ - стоимость среднегодовой оплаты больничных листков в день (из-за травм и заболеваний, связанных с условиями труда), руб.; $Д_{бн1}$ - дни нетрудоспособности в базисном году; $Д_{бн2}$ - дни нетрудоспособности в году после внедрения мероприятий по охране труда.

Для оценки влияния мероприятий по охране труда на увеличение производства продукции применяется показатель расходов $П_0$:

$$П_0 = \frac{З_П + З_Д}{Ф_0} 100\% \quad (12)$$

где $З_н$ - затраты на номенклатурные мероприятия по охране труда, руб.; $З_д$ - затраты на дополнительные мероприятия по охране труда, руб.; $Ф_0$ - основные производственные фонды, руб.

2. Определить (формула 8.1) суммарные потери, связанные с травматизмом и заболеваемостью (по заданию преподавателя).

Данные

$С_а$=….; $Д_а$=…..; $С_к$=….; $Д_к$=….;

$С_{з1}$=….; $Д_б$=…;

$С_{б1}$=….;

$С_Д$=….; $Д_р$=…;

$С_в$=…; $Д_{бн}$=…; $n_р$=…; Д=…;

3. Определить общую экономию от внедрения мероприятий по охране труда (формулы 8.10 и 8.11).

Данные

$П_{с1}$ - взять из предыдущего расчета (формула 1);

$П_{с2}$ - по заданию преподавателя.

$С_1$...; $С_{б1}$ - ...; $Д_{бн1}$ = ...; $Д_{бн2}$=…

1. Определить показатель затрат на мероприятия по охране труда (формула 8.12).

Данные

$З_Н$ = ...; $З_д$= ...; $Ф_о$= ....

2. Дать заключение о целесообразности внедрения мероприятий по охране труда с экономической точки зрения;

Примечание. Если расчеты покажут, что мероприятия по охране труда не дают ощутимого эффекта, в заключение следует отметить необходимость их внедрения с гуманной точки зрения - сохранения здоровья и жизни работающих.

**3.11.3 Результаты и выводы:**

1. Изучить методику экономической оценки травматизма.

2. Определить суммарные потери, связанные с травматизмом и заболеваемостью (по заданию преподавателя).

3. Дать заключение о целесообразности внедрения мероприятий по охране труда с экономической точки зрения.

4. Оформить отчет и сдать преподавателю.

**3.12 Практическое занятие № ПЗ-12 (2 часа).**

**Тема: «Изучение документации по охране труда»**

**3.12.1 Задание для работы:** Изучить назначение и содержание некоторых видов учетной и отчетной документации по охране труда, применяемой сельскохозяйственными предприятиями.

**3.12.2 Краткое описание проводимого занятия:**

**Общие сведения**. Документацию по охране труда, используемую сельскохозяйственными предприятиями, условно делят на следующие виды: нормативная (стандарты по безопасности труда, строительные нормы и правила, санитарные нормы, инструкции по охране труда, положения и др.), техническая (руководства по эксплуатации машин, оборудования, технические паспорта и др.), плановая (комплексные планы улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий, коллективные договоры с приложениями, соглашения по социальным вопросам и охране труда в колхозах, оперативные планы, мероприятия по устранению причин несчастных случаев, предписания органов государственного надзора и технической инспекции труда, мероприятия по охране труда, разрабатываемые в ходе трехступенчатого контроля и дней охраны труда и др.), распорядительная (приказы, постановления, указания, инструктивные письма и другие документы директивных органов), учетная (карточки и журналы регистрации инструктажей и курсового обучения, акты расследования и журналы регистрации несчастных случаев, журналы трехступенчатого контроля состояния охраны труда, личные карточки учета спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений и др.), отчетная (отчеты о травматизме, о выполнении комплексных планов, коллективных договоров, о дорожно-транспортных происшествиях и др.).

В настоящей работе рассматриваются только некоторые учетные и отчетные документы.

Исходные документы. Копии заполненных личных карточек инструктажа работающих.

Журналы регистрации вводного инструктажа.

Журналы регистрации инструктажа на рабочем месте.

Копии заполненных актов о несчастных случаях на производстве формы Н-1.

Копии актов специального расследования несчастных случаев.

Журналы регистрации несчастных случаев на производстве.

Акты расследования несчастных случаев, происшедших в быту, в пути на работу или с работы.

Личные карточки учета спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений.

Заполненные формы № 7-твн отчетов «О числе дней неявки в связи с временной нетрудоспособностью, пострадавших при несчастных случаях на производстве и затратах на мероприятия по охране труда».

Образцы этих документов приведены в приложениях 23—28.

**Порядок выполнения работы**. Проанализировать копии заполненных личных карточек инструктажа работающих на сельскохозяйственном предприятии, перенести сведения из них в журнал регистрации вводного инструктажа и журнал регистрации инструктажа на рабочем месте.

Проанализировать копии актов формы Н-1 сельскохозяйственного предприятия и занести сведения из них в журнал регистрации несчастных случаев на производстве.

Проанализировать копии актов специального расследования несчастных случаев на сельскохозяйственном предприятии и занести сведения из них в соответствующий журнал регистрации несчастных случаев на производстве.

Проанализировать отчет формы № 7-твн «О числе дней неявок в связи с временной нетрудоспособностью, пострадавших при несчастных случаях на производстве и затратах на мероприятия по охране труда» какого-либо сельскохозяйственного предприятия и на основании его определить относительные показатели травматизма этого хозяйства.

Коэффициент частоты несчастных случаев

$K_ч = 1000T/P.$ (1)

Коэффициент частоты несчастных случаев со смертельным исходом

$K_{чс} = 1000T_c/P.$ (2)

Коэффициент частоты несчастных случаев со смертельным исходом среди женщин

$K_{чсж} = 1000T_{сж}/P_ж.$ (3)

Коэффициент тяжести несчастных случаев

$K_т=Д/T.$ (4)

Коэффициент потери рабочих дней

$Kд=1000Д/P.$ (5)

Коэффициент материальных потерь на одного работающего

$K_{мр} = M/P.$ (6)

Коэффициент материальных потерь на одного пострадавшего

$K_{мт} = M/T,$ (7)

где T, $T_c$, $T_{сж}$ — число пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день или более соответственно всего, в том числе со смертельным исходом и со смертельным исходом среди женщин (чел.); P, $P_ж$—среднесписочная численность работающих на предприятии соответственно всего, в том числе женщин (чел.); Д — общее число чел.-дней нетрудоспособности; М — общая сумма материального ущерба от несчастных случаев за исследуемый период, руб.

Ознакомиться с другими учетными и отчетными документами, указанными в разделе «Исходные документы».

**3.12.3 Результаты и выводы:**

Результаты расчетов занести в таблицу.

Расчет относительных показателей травматизма за _____

год _____

(наименование хозяйства)

| $К_ч$ | $К_{чс}$ | $К_{чсж}$ | $К_Т$ | $К_Д$ | $К_{МР}$ | $К_{МТ}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

**3.13 Практическое занятие № ПЗ-13 (2 часа).**

**Тема: «Выбор и расчет потребности в средствах индивидуальной защиты»**

**3.13.1 Задание для работы:**

1. Изучить устройства средств индивидуальной защиты;

2. Подобрать средства индивидуальной защиты, рассчитать потребность в них, составить образец заявки.

**3.13.2 Краткое описание проводимого занятия:**

***Общие сведения.*** В тех случаях, когда средствами коллективной защиты не удается снизить уровень опасных и вредных производственных факторов, действующих в рабочей зоне, до безопасной величины, применяют средства индивидуальной защиты (СИЗ). По ГОСТ 12.4.011 - 75* «ССБТ. Средства защиты работающих. Классификация» их делят на ряд групп: изолирующие костюмы, специальная одежда, специальная обувь, средства защиты органов дыхания, головы, 1лица, глаз, органов слуха, предохранительные приспособления, защитные дерматологические средства.

Средства индивидуальной защиты выдаются рабочим и служащим в соответствии с установленными «Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты», где указаны наименования профессий и соответствующие им перечни СИЗ с указанием сроков носки в месяцах. Отдельные виды СИЗ эксплуатируются до износа или как дежурные для коллективного пользования.

Обеспечение СИЗ предприятий осуществляется на основе годовых сводных заявок, представляемых в территориальные управления материально-технического снабжения и в вышестоящие организации. Сводная заявка по предприятию составляется на основании расчетов потребности в СИЗ по отдельным цехам, участкам и даже рабочим местам. В сводной заявке учитываются остатки каждого вида СИЗ на складе.

***Нормативные документы и исходные материалы.*** Нормы бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты.

Образцы средств индивидуальной защиты.

Заявочная книга № 9 на спецодежду, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты Госагропрома РФ.

Порядок выполнения работы

***Задание 1. Ознакомиться с образцами средств индивидуальной защиты.***

Ознакомиться с устройством и технической характеристикой бесклапанных противоаэрозольных респи- ]раторов типа ШБ-1 «Лепесток» и «Кама».

Респираторы ШБ-1 «Лепесток», выпускаются трех модификаций: «Лепесток-200», «Лепесток-40» и «Лепесток-5». Конструктивно они выполнены одинаково и представляют собой легкую полумаску из фильтрующего материала (ФПП-15-1,5 - «Лепесток-200», ФГ1П-70-0,5 - «Лепесток-40», ФПП-70-0,2 - «Лепесток-5»), помещенного между двумя слоями марли. За счет пластмассовых распорок и резинового шнура, закрепленного по периферии фильтра, респиратору придают форму полусферы. Регулируя длину шнура, респиратор можно подогнать по размеру лица. Для улучшения прилегания к лицу периферийной кромки респираторы в верхней части имеют алюминиевую пластинку, с помощью которой край респиратора обжимается по форме переносицы. Сама периферийная кромка респиратора не закрыта марлей. Благодаря этому фильтрующая ткань по линии обтюрации непосредственно соприкасается с лицом и за счет своих

электростатических свойств обеспечивает хорошее прилегание респиратора к поверхности лица.

Все эти респираторы бесклапанные - вдох и выдох в них осуществляется через фильтрующую ткань. Их не рекомендуется применять при температуре воздуха выше + 28 °С и ниже 0°С, а также во время дождя и снега во избежание намокания или обмерзания фильтрующего элемента и резкого увеличения сопротивления дыханию. Срок службы респираторов типа ШБ-1 «Лепесток» - от 0,5 до 10 смен.

Респираторы «Кама-200» и «Кама-40» по принципу действия и устройству аналогичны респираторам «Лепесток», но имеют фиксированную форму треугольной полумаски.

Ознакомиться с устройством некоторых клапанных противоаэрозольных респираторов.

Патронный респиратор «Астра-2» состоит из мягкой резиновой полумаски и двух съемных фильтров в форме усеченных гофрированных конусов из матери ала ФПП-15-1,5 с фильтрующей поверхностью 560 $см^1$ Вдох осуществляется через патронные фильтры и клапаны вдоха, а выдох - через клапан выдоха. Полумаска респиратора крепится на голове с помощью резинового оголовья. Респиратор «Астра-2» выпускает двух размеров: 1 и 2.

Респиратор «У-2К» представляет собой полумаску из двух фильтрующих материалов: наружного из мелкозернистого пенополиуретана (поролона) и внутреннего из материала ФПП-15. Респиратор имеет клапан выдоха и два клапана вдоха. Внутренняя часть респиратора и обтюратор покрыты воздухонепроницаемой пленкой. Респиратор не обеспечивает надежной обтюрации. При высокой запыленности в подмасочное пространство попадает пыль. Применяется при концентрациях аэрозолей до 50 $мг/м^3$. Респираторы «У-2К» выпускают трех размеров: 1, 2, 3.

Ознакомиться с устройством некоторых типов противогазовых СИЗОД.

Респиратор РПГ-67 предназначен для защиты органов дыхания от воздействия вредных газов и паров (кроме особо токсичных). Он представляет собой резиновую полумаску ПР-7 с клапаном выдоха в центре и двумя противогазовыми патронами со специальными поглотителями. Респираторы РПГ-67 комплектуются фильтрующими патронами четырех марок: А, В, Г и КД, предназначенными для защиты от различных ядовитых газов при концентрациях их до 10 ПДК.

Фильтрующий противогаз состоит из резиновой лицевой части, либо-закрывающей все лицо и снабженной смотровыми стеклами (шлем-маска), либо закрывающей только рот и нос (полумаска), фильтрующей коробки с сорбентом, гофрированной трубки, соединяющей лицевую часть с фильтрующей коробкой, и клапана выдоха. Воздух в фильтрующей коробке очищается поглотителем, состоящим из активированного угля и химического сорбента, состав которого определяется видом токсичного газа, от которого осуществляется защита.

Коробки промышленных противогазов выпускают без аэрозольного фильтра марок $А_8$, $В_8$, $Г_8$, $Е_8$, $КД_8$, А, В, Г, Е, КД, М, СО, защищающие только от токсичных газов, и с аэрозольным фильтром марок А, В, Г, Е, КД, БКФ, защищающие от газов и аэрозолей, малого (МКП) и большого (БК) габаритов. Назначение противогазовых коробок отдельных марок приведено в приложении.

Ознакомиться с универсальными респираторами РУ-60М и Снежок-КУ-М.

Респиратор РУ-60М предназначен для защиты органов дыхания от вредных газов и аэрозолей. Представляет собой резиновую полумаску ГТР-7 с клапаном выдоха и двумя сменными патронами. Патроны содержат специальные поглотители и противоаэрозоль-ные фильтры. Респиратор комплектуется четырьмя марками патронов: А, В, КД, Г приложение.

Универсальный респиратор Снежок-КУ-М предназначен для защиты от аэрозолей (пыли, тумана, дыма) и газообразных HF, $SiF_4$, HC1, $Cl_2$, $S0_2$. Респиратор представляет собой пластмассовую полумаску-решетку с резиновым клапаном выдоха, на которую

снаружи надет противоаэрозольный фильтр из ткани ФПП, с внешней стороны защищенный слоем марли. С внутренней стороны в полумаску вставлен противогазовый фильтр из хемосорбционного волокнистого материала, который одновременно поглощает водяные пары и защищает лицо от холода. Срок службы противоаэрозольного фильтра от 1 до 5 смен, противогазового от 5 до 12 смен.

Ознакомиться с изолирующим противогазом ПШ-1 или ПШ-2. Противогаз шланговый ПШ-1 представляет собой шлем-маску, в которую самовсасыванием подается воздух по резинотканевому шлангу длиной 10 м, конец которого с фильтрующей коробкой укреплен в зоне чистого воздуха. В противогазе ПШ-2 подача чистого воздуха осуществляется вентилятором.

Изолирующие противогазы применяются в рабочей зоне с недостаточным содержанием кислорода (менее 18%) и с неограниченным содержанием вредных веществ.

Определить необходимые размеры шлем-маски противогаза и полумаски респираторов Астра-2 и У-2К Размер шлем-маски противогаза определяется измерением головы по линии, проходящей через подбородок, по щекам и через высшую точку головы (макушку), и расстоянием между ушами по лбу через надбровные дуги. На основании этих измерений определяется необходимый размер шлем-маски приложение. Размер полумаски определяется в соответствии с расстоянием от переносицы до нижней части подбородка.

Оценить удобство пребывания **в** СИЗОД, тяжесть дыхания, обзорность.

Для проверки правильности выбора шлем-маски противогаза или полумаски одного из патронных респираторов надеть СИЗОД, закрыть отверстие коробки противогаза или отверстия патронов респиратора ладонями и попытаться несколько раз глубоко вдохнуть. Если дыхание невозможно, то маска или полумаска подобраны правильно.

Выбор размера респиратора РП-К, а также респираторов с полумаской ПР-7 (Ф-62Ш, РПГ-67, РУ-60М, ПРШ-741, РП-74, РПА-73) осуществляется примеркой и подгонкой оголовья респиратора без измерения головы.

Ознакомиться с костюмами для защиты от общих производственных загрязнений мужскими (ГОСТ 12.4.109 - 82) и женскими (ГОСТ 12.4.108 - 82), комбинезонами для защиты от нетоксичных веществ, механических повреждений и общих производственных загрязнений женскими (ГОСТ 12.4.099 - 80) и мужскими (ГОСТ 12.4.100 - 80), халатами женскими' (ГОСТ 12.4.131 - 83) и мужскими (ГОСТ 12.4.132 - 83), костюмами для защиты от нефти и нефтепродуктов женскими (ГОСТ 12.4.112 - 82) и мужскими (ГОСТ 12.4.111 - 82), костюмами для защиты от пониженных температур мужскими (ГОСТ 12.4.084 - 80) и женскими (ГОСТ 12.4.088 - 80), костюмами для защиты от повышенных температур женскими (ГОСТ 12.4.044 - 78) и мужскими (ГОСТ 12.4.045 - 78), костюмами для защиты от кислот мужскими (ГОСТ 12.4.036 - 78) и женскими (ГОСТ 12.4.037 - 78), электрообогревательным комплектом «Пингвин» (ТУ 09049 - 74) и другими видами специальной одежды.

Ознакомиться с сапогами для защиты от общих загрязнений и механических повреждений (ГОСТ 5394 - 74), от нефти, масел, жиров (ГОСТ 5782 - 75), от пониженных температур (ТУ 17 РСФСР 10 – 1693 - 80), вибраций (ТУ 17 РСФСР 5444 - 76), электрического тока (ГОСТ 13385 - 78) и другими видами специальной обуви.

Ознакомиться с дерматологическими средствами защиты рук, в том числе с защитно-профилактическим кремом «Силиконовый», пастами «ИЭР-1» и «ИЭР-2», кремом «Пленкообразующий», пастами «Айро», «Невидимка», «Церигель», очистителями кожи «Фея», «Сож», «Ралли», мазь автоловая и др.

Ознакомиться с образцами средств индивидуальной защиты глаз, в том числе с защитными герметически ми очками ПО-2 (ТУ 38 – 1051204 - 78), защитными очками (ГОСТ 12.4.013 - 75) для механизаторов ЗП1-80, ЗН4-72, ЗП2-80 и др., для станочников

02-762У, 03-76 и др., для газосварщиков ЗН8-72 (Г1; Г2; ГЗ), ЗН5 (Г1; Г2; ГЗ), ОД2 (Г1; Г2; Bl; В2) и др., для электросварщиков ЗНР1 (С4; С5; С6; С7; С8; С9) и др.

Ознакомиться с некоторыми средствами защиты органов слуха, в том числе с противошумными наушниками «ВЦНИИОТ-2М» (ТУ 400-28-126-76), «ВЦНИИОТ-4а» (ТУ 400-28-127-75), «ВЦНИИОТ-Ь (ТУ 1-01-0636-80), «ПШ-00» (ТУ 205-УССР-10-75), вкладышами «Беруши» (ТУ 6-16-2402-80), антифонами (ТУ 400-28-152-76) и др.

**Задание 2. Подобрать средства индивидуальной защиты, рассчитать потребность в них, составить образец заявки.**

Исходя из характера выполняемой работы и ее продолжительности, уровней вредных производственных факторов, количества занятых в данных условиях рабочих, их роста, охвата груди, размера обуви, определить вид необходимых СИЗ.

Женская спецодежда выпускается размерами по росту (см): 146, 152; 158, 164; 170, 176; по обхвату груди (см): 88, 92; 96, 100; 104, 108; 112, 116; 120, 124; 128, 132. Мужская спецодежда выпускается размерами по росту (см): 158, 164; 170, 176; 182, 188; по обхвату груди (см): 88, 92; 95, 100; 104, 108; 112, 116; 120, 124.

Каждый размер спецодежды соответствует определенному интервалу размеров фигуры человека приложения 21 и 22).

Например, для мужчины, имеющего рост 174 см и обхват груди 98 см, наиболее подходящей будет спецодежда с размерами (см): рост 170, 176, обхват груди 96, 100. В товарном ярлыке на спецодежде этот размер записывается следующим образом 170, 176— 96, 100.

Спецобувь заказывается размерами с 37 по 46, валяная обувь - с 25 по 34 размер, резиновые галоши - с 1 по 12 размер.

Рассчитать потребность каждого отдельного вида СИЗ.

Если срок носки СИЗ меньше одного года, то количество каждого используемого типоразмера СИЗ следует рассчитывать в соответствии с формулой:

$П = Р(Т_р/Т_н)$, шт

где П - необходимое количество типоразмера СИЗ; Р - численность рабочих, использующих данное СИЗ, чел.;

$Т_Р$ - время работы в данном СИЗ (месяцы, смены, часы);

$Т_н$ - нормативный срок эксплуатации данного СИЗ (месяцы, смены, часы) по типовым отраслевым нормам.

Срок эксплуатации некоторых видов СИЗОД приведен в приложении.

Если срок эксплуатации СИЗ больше одного года, то заказывать их следует с учетом наличия их у рабочих и остаточного срока эксплуатации.

Средства индивидуальной защиты, которые по типовым отраслевым нормам числятся как «дежурные» или «до износа», следует приобретать только в том случае, если такие СИЗ на предприятии пришли в негодность. Срок эксплуатации дежурной спецодежды, спецобуви и других СИЗ определяется в каждом конкретном случае администрацией предприятия по согласованию с профсоюзным комитетом, но он не должен быть меньше сроков эксплуатации аналогичных СИЗ, выдаваемых в индивидуальное пользование.

При определении общего количества противогазов, респираторов со сменными патронами следует учитывать, что противогазы и патронные респираторы поступают без запасных коробок и патронов. Поэтому к ним заказывают дополнительные (если это необходимо по расчету) фильтрующие коробки и патроны.

Если потребность в каких-либо СИЗ (особенно СИЗОД) с учетом сроков эксплуатации получилась менее 1 шт., то их следует заказывать по количеству рабочих, одновременно занятых на данной работе (пусть даже временно). Если в результате расчета получились дробные количества СИЗ, то полученное значение следует округлить в сторону увеличения до целых единиц.

**Пример расчета 1**. Требуется подобрать средства индивидуальной защиты органов дыхания и рассчитать годовую потребность для трех рабочих, занятых на протравливании семян гранозаном в течение 84 ч. Средняя концентрация паров этилмеркур-хлорида в рабочей зоне - 0,09 мг/м$^3$ по ртути, зерновой пыли - 60 мг/м$^3$.

По ГОСТ 12.1.005 - 76 находим, что предельно допустимая концентрации этилмеркурхлорида в воздухе рабочей зоны 0,005 мг/м$^3$. Следовательно, в рабочей зоне фактическая концентрация газа составляет 18 ПДК. На основании этого по приложению выбираем для защиты органов дыхания работающих противогаз МКПФ марки Г с аэрозольным фильтром, обеспечивающим защиту в пределах до 100 ПДК соединений ртути и до 100 мг/м$^3$ пыли.

По приложению находим, что предельный срок службы противогазовой коробки МКПФ марки Г составляет 36 час. С учетом этого по формуле определяем необходимое количество фильтрующих коробок для каждого рабочего: П = (84/36) =2,3, т. е. 3. Так как в каждом комплекте противогаза поставляется только по одной коробке, то окончательно заявляем 3 (но числу рабочих) противогаза МКПФ марки Г с аэрозольным фильтром (ФУ-13Г ГОСТ 12.4.121-83) и дополнительно 6 коробок марки Г с аэрозольным фильтром (ГОСТ 12.4.122-83).

Данные подбора и расчета потребности в СИЗ занести в заявочную книгу № 9.

В ней, кроме наименования СИЗ, необходимого количества каждого вида, размера, роста, в том числе для мужчин и женщин, следует указать ГОСТы, ОСТы, технические условия, соответствующие каждому виду СИЗ, защитные пропитки и цвета тканей.

**3.13.3 Результаты и выводы:**

Изучить рекомендованную преподавателем литературу и методические указания по выполнению работы.

В отчете о практической работе дать классификацию индивидуальных средств защиты, описать порядок расчета потребности в средствах индивидуальной защиты.

**3.14 Практическое занятие № ПЗ-14 (2 часа).**

**Тема: «Разработка инструкции по охране труда»**

**3.14.1 Задание для работы:**

1.Изучить исходные материалы для написания инструкции;
2. Разработать инструкцию по профессиям;
2.1. Общие требования безопасности;
2.2. Требования перед началом работы;
2.3. Требования безопасности во время работы;
2.4. Требования безопасности в аварийных ситуациях;
2.5. Требования работы по окончании работы.

**3.14.2 Краткое описание проводимого занятия:**

***1. Общие сведения***

Инструкция по охране труда является нормативным документом для работника и разрабатывается исходя из его профессии (электросварщик, станочник, слесарь, электромонтер, доярка и др.), так и на отдельный вид выполняемой работы (на высоте, монтажные, наладочные, ремонтные, проведение испытаний и т.д.).

Разработка инструкций по охране труда осуществляется на основании приказа (распоряжения) работодателя.

Инструкция по охране труда для работника разрабатывается на основе межотраслевой или отраслевой типовой инструкции по охране труда (а при её отсутствии - межотраслевых и отраслевых правил по охране труда), включающие: действующие

законы и иные нормативные правовые акты, изучения вида работ, для которого инструкция разрабатывается, изучения условий труда, характерных для соответствующей профессии (вида работ), определения опасных и вредных производственных факторов, характерных для работ, выполняемых работниками соответствующей профессии, анализа типичных, наиболее вероятных для соответствующей профессии (вида работ), причин несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, требований безопасности, изложенных в эксплуатационной и ремонтной документации организаций-изготовителей оборудования, а также в технологической документации организации с учетом конкретных условий производства, определения наиболее безопасных методов и приёмов выполнения применительно к профессии работника или виду работы.

Инструкции выдают работающим на руки под роспись в личной карточке инструктажа или вывешивают на видном месте в рабочей зоне, или хранят в доступном для работающих месте. Их пересматривают не реже 1 раза в 3 года, а также в случае пересмотра типовой инструкции, изменения технологического процесса или условий работы, применения нового вида оборудования, сырья, инструментов и т. п.

В инструкцию по охране труда рекомендуется включать разделы:

1. Общие требования безопасности.
2. Требования безопасности перед началом работы.
3. Требования безопасности во время работы.
4. Требования безопасности в аварийных ситуациях.
5. Требования безопасности по окончании работы.

По мере необходимости в инструкцию по охране труда можно включать другие разделы.

В разделе «**Общие требования безопасности**» рекомендуется отражать:

- условия допуска работников к самостоятельной работе по соответствующей профессии или к выполнению соответствующего вида работ (возраст, пол, состояние здоровья, проведение инструктажей и т.п.);
- указания о необходимости соблюдения правил внутреннего распорядка;
- требования по выполнению режимов труда и отдыха;
- перечень опасных и вредных производственных факторов, которые могут воздействовать на работника в процессе работы;
- перечень спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты, выдаваемых в соответствии с установленными нормами, с указанием обозначений государственных, отраслевых стандартов или технических условий на них;
- требования по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности;
- порядок уведомления администрации о случаях травмирования работника и неисправности оборудования, приспособлений и инструмента;
- указания по оказанию первой (доврачебной) помощи;
- правила личной гигиены, которые должен знать и соблюдать работник при выполнении работы.

В разделе «**Требования безопасности перед началом работы**» рекомендуется включать:

-порядок подготовки рабочего места, средств индивидуальной защиты;

- порядок проверки исправности оборудования, приспособлений и инструмента, ограждений, сигнализации, блокировочных и других устройств, защитного заземления, вентиляции, местного освещения и т.п.; порядок проверки исходных материалов (заготовки);
- порядок приема и передачи смены в случае непрерывного технологического процесса и работы оборудования.

В разделе «**Требования безопасности во время работы**» рекомендуется предусматривать:

- способы и приемы безопасного выполнения работ, использования технологического транспортных средств, грузоподъемных механизмов, приспособлений и инструментов;

- требования безопасного обращения с исходными материалами (сырьё, заготовки); указания по безопасному содержанию рабочего места;

- действия, направленные на предотвращения аварийных ситуаций,

- требования, предъявляемые к использованию средств индивидуальной защиты работников.

В разделе «**Требования безопасности в аварийных ситуациях**» рекомендуется излагать:

- перечень основных возможных аварийных ситуаций и причины их вызывающие;

- действия работников при возникновении аварий и ситуаций, которые могут привести к нежелательным последствиям;

- действия по оказанию первой помощи пострадавшим при травмировании, отравлении и внезапном заболевании.

В разделе «**Требования безопасности по окончании работ**» рекомендуется отражать:

- порядок отключения, остановки, разборки, очистки и смазки оборудования, приспособлений, машин, механизмов и аппаратуры;

- порядок уборки отходов, полученных в ходе производственной деятельности;

- требования соблюдения личной гигиены;

- порядок извещения руководителя работ о недостатках, влияющих на безопасность труда, выявленных во время работы.

Инструкции по охране труда должны содержать минимум ссылок на какие-либо нормативные правовые акты, кроме ссылок на правила, на основании которых они разработаны.

В инструкции не должны применяться слова, подчеркивающие особое значение отдельных требований (например, «категорически», «особенно», «обязательно», «строго», «безусловно» и т.п.), так как все требования инструкции должны выполняться работниками в равной степени.

Замена слов в тексте инструкции буквенным сокращением (аббревиатурой) допускается при условии полной расшифровки аббревиатуры при её первом применении.

Инструкции по охране труда для работников разрабатываются в соответствии с наименованием профессий и перечнем видов работ, утверждаемыми работодателем: Перечень инструкций, подлежащих разработке, утверждается руководителем и рассылается в структурные подразделения организации.

Инструкции по охране труда для работников разрабатываются руководителем соответствующих структурных подразделений (служб) организации (пример оформления инструкции приведен ниже) и утверждаются приказом работодателя по согласованию с соответствующим профсоюзным либо иным уполномоченным работником представительным органом.

Служба охраны труда (специалист по охране труда) организации осуществляет контроль за своевременной разработкой, проверкой, пересмотром и утверждением инструкций по охране труда для работников, оказывает методическую помощь работникам.

Для вводимых в действие новых и реконструированных производств допускается разработка временных инструкций по охране труда для работников.

Временные инструкции но охране труда должны обеспечивать безопасное ведение технологических процессов (работ) и безопасную эксплуатацию оборудования и разрабатываются на срок до приемки указанных производств в эксплуатацию.

Инструкции для работников, занятых взрывными работами, обслуживанием электрических устройств и установок, грузоподъёмных машин, котельных установок,

сосудов, работающих под давлением, и для других работников, требования безопасности труда которых установлены в межотраслевых и отраслевых актах, утверждаемых федеральными надзорами России, разрабатываются на основе указанных актов и утверждаются в порядке, установленном этими органами.

Проверку и пересмотр инструкций по охране труда для работников организует работодатель. Пересмотр инструкций должен проводиться не реже одного раза в 5 лет.

Инструкции по охране труда для работников досрочно пересматриваются:

а) при пересмотре межотраслевых и отраслевых правил и типовых инструкций по охране труда;

б) при изменении условий труда работников;

в) при внедрении новой техники и технологии;

г) по результатам анализа материалов расследований аварий, несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

д) по требованию представителей органов по труду субъектов Российской Федерации или органов федеральных надзоров России.

Если в течение срока действия инструкции по охране труда для работника условия его труда не изменились, то приказом (распоряжением) работодателя её действия продлевается на следующий срок, о чем делается запись на первой странице инструкции (ставятся текущая дата, штамп «Пересмотрено» и подпись лица, ответственного за пересмотр инструкции, приводятся наименование его должности и расшифровка подписи, указывается срок продления инструкции).

У руководителя структурного подразделения (службы) организации должен хранится комплект действующих в подразделении (службе) инструкций по охране труда для работников данного подразделения (службы), а также перечень этих инструкций.

Местонахождение этих инструкций по охране труда для работников определяет руководитель структурного подразделения (службы) с учетом обеспечения доступности и удобства ознакомления с ними.

Инструкции по охране труда для работников могут быть выданы им на руки (под расписку в личной карточке инструктажа) для изучения при первичном инструктаже на рабочем месте либо вывешены на рабочих местах или участках, либо должны храниться в ином месте, доступном для работников.

Учет инструкций по охране труда для работников осуществляется службой охраны труда (специалистом по охране труда) организации.

В каждой разработанной инструкции по охране труда, которую составляют студенты, приводится список использованных литературных источников в соответствии с выданным заданием.

(титульный лист инструкции по
охране труда для работника)

_____
(наименование организации)

Согласовано
(наименование должности руководителя профсоюзного либо иного уполномоченного работниками органа, подпись, ее расшифровка, дата согласования )

Утверждаю
( наименование должности работодателя, подпись, ее расшифровка, дата подтверждения)

**ИНСТРУКЦИЯ**
**по охране труда для**

_____
( наименование профессии либо вида работ)

_____
(обозначение)

Примечание. На оборотной стороне инструкции рекомендуется наличие виз: разработчика инструкции, руководителя (специалиста) службы охраны труда, энергетика, технолога и других заинтересованных лиц.

Оборудование, исходные материалы**.** Сельскохозяйственная машина (стационарная или подвижная), машинно-тракторный агрегат**.**

Типовая инструкция по охране труда.

Заводское руководство по эксплуатации данного вида техники**.**

ГОСТы, ОСТы, ССБТ в зависимости от вида работ и используемой техники.

Материалы расследования несчастных случаев, акты по форме Н-1, имеющие отношение к данной профессии или виду работы.

Положение о разработке инструкций по охране труда.

**3.14.3 Результаты и выводы:**

1. Изучить необходимые нормативные документы и исходные материалы для составления инструкции.

2. Изучить технологический процесс, выявите возможные опасные и вредные производственные факторы, возникающие при нормальной работе и при отклонениях от оптимального режима, определите меры и средства защиты от них.

3. Определить безопасные приемы работ, их последовательность. Проанализируйте причины несчастных случаев, произошедших с работниками данной профессии или при выполнении данного вида работы.

4. В отчете о практической работе описать общие требования к составлению инструкций по охране труда, их структуру.

5. Результаты работы представить в виде разработанной инструкции по охране труда.

**3.15 Практическое занятие № ПЗ-15 (2 часа).**

**Тема: «Расчет эвакуационных путей, выходов и потребного запаса воды на пожаротушение»**

**3.15.1 Задание для работы:**

1. Методика расчета эвакуационных путей, выходов и потребного запаса воды;
2. Расчет эвакуационных путей и выходов;
3. Расчет потребного запаса воды на пожаротушение.

**3.15.2 Краткое описание проводимого занятия:**

***1. Общие сведения***

Опасными факторами, воздействующими на людей и материальные ценности во время пожара, являются:

— пламя и искры;
— повышенная температура окружающей среды;
— токсичные продукты горения и термического разложения;
— дым;
— пониженная концентрация кислорода.

К вторичным проявлениям опасных факторов пожара относятся:

— осколки, части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций;
— радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок;
— электрический ток, возникший в результате разрушения электроустановок;
— огнетушащие вещества;
— опасные факторы взрыва, произошедшего вследствие пожара (максимальное давление и температура взрыва);
— скорость нарастания давления при взрыве; давление во фронте ударной волны;
— дробящие и фугасные свойства взрывоопасной среды.

Зачастую в пожаре человек погибает не столько от открытого пламени, сколько от влияния токсичных продуктов горения. Обычно в нормальных условиях в процессе дыхания человек поглощает из окружающей среды кислород и выделяет углекислый газ. Человек за счет попеременных вдохов и выдохов вентилирует легкие, поддерживая в легочных пузырьках (альвеолах) относительно постоянный газовый состав. В атмосферном воздухе большое содержание кислорода (20,9%) и низкое содержание углекислого газа (0,03%). При выдохе содержание кислорода в воздухе может достигать 16% и углекислого газа 4—5%.

В условиях пожара создаются условия, резко отличающиеся от обычных условий производственной деятельности людей.

При вдыхании воздуха, содержащего 0,1% окиси углерода, в течение часа наблюдаются сильная головная боль, тошнота, мышечная слабость, судороги, потеря сознания. Вдыхание воздуха с содержанием 0,5% окиси углерода в течение 20—30 мин приводит к смерти. Вдыхание воздуха, содержащего 4—6% углекислого газа, вызывает общее недомогание, головную боль, головокружение, а при концентрации 10% может наступить смерть.

При определенных тепловых импульсах возникают ожоги открытых и защищенных одеждой участков кожи. Обычно различают четыре степени ожогов.

Ожог первой степени представляет собой поверхностное поражение кожных покровов, внешне выражающееся в покраснении (гиперемии) и отечности. Ожоговая рана, как правило, не образуется. Заживление наступает обычно в течение 2—4 дней.

Ожог второй степени характеризуется образованием пузырей на фоне отечных кожных покровов. Через 3—4 дня серозное содержимое пузырей рассасывается, а в случае инфицирования образуются гноящиеся, медленно заживающие раны.

Для ожога третьей степени характерно омертвление (некроз) глубоких слоев кожи. Заживление участков некроза происходит медленно и продолжается до нескольких месяцев.

Ожог четвертой степени приводит к обугливанию и необратимым изменениям всех мягких тканей, а иногда и костей. На месте ожогов образуются глубокие раны, как правило, не способные к самостоятельному заживлению. Если такой ожог охватывает более 10% кожной поверхности, возникает тяжелая ожоговая болезнь, несовместимая с жизнью.

Легче всего предусмотреть необходимые противопожарные мероприятия в процессе проектирования зданий и сооружений или в период их строительства, и значительно сложнее это сделать, а иногда невозможно, когда здание уже построено и эксплуатируется.

Для возникновения горения требуется наличие трех факторов: горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Горючее вещество и окислитель образуют горючую среду.

Предотвращение пожара по ГОСТ 12.1.004, таким образом, достигается:

предотвращением образования горючей среды и (или) предотвращением образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания.

**Предотвращение образования горючей среды** обеспечивается одним из следующих способов или их комбинацией:

—максимально возможным применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов;

—максимально возможным по условиям технологии и строительства ограничением массы и (или) объема горючих веществ, материалов и наиболее безопасным способом их размещения;

—изоляцией горючей среды (применением изолированных отсеков, камер, кабин и т. п.);

—поддержанием безопасной концентрации горючей среды;

—поддержанием температуры и давления среды, при которых распространение пламени исключается;

—максимальной механизацией и автоматизацией технологических процессов, связанных с обращением горючих веществ;

—установкой пожароопасного оборудования по возможности в изолированных помещениях или на открытых площадках;

—применением устройств защиты производственного оборудования с горючими веществами от повреждений и аварий установкой отключающих, отсекающих и других устройств и др.

**Предотвращение образования в горючей среде источников зажигания** достигается одним из следующих способов или их комбинацией:

—применением машин, механизмов, оборудования, устройств, при эксплуатации которых не образуются источники зажигания;

—применением электрооборудования, соответствующего пожароопасной и взрывоопасной зонам;

—применением в конструкции быстродействующих средств защитного отключения возможных источников зажигания;

—применением технологического процесса и оборудования, удовлетворяющего требованиям электростатической искробезопасности по ГОСТ 12.1.018;

—устройством молниезащиты зданий, сооружений и оборудования;

—поддержанием температуры нагрева поверхности машин, механизмов, оборудования, устройств, веществ и материалов, которые могут войти в контакт с горючей средой, ниже предельно допустимой, составляющей 80% наименьшей температуры самовоспламенения горючего;

—исключением возможности появления искрового разряда в горючей среде с энергией, равной и выше минимальной энергии зажигания;
—применением инструмента, не образующего искр при работе с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами;
—ликвидацией условий для теплового, химического и (или) микробиологического самовозгорания обращающихся веществ, материалов, изделий и конструкций и др.

**Ограничение массы и (или) объема горючих веществ и материалов,** а также наиболее безопасный способ их размещения достигаются применением одного из следующих способов или их комбинацией:
—уменьшение массы и (или) объема горючих веществ и материалов, находящихся одновременно в помещении или на открытых площадках;
—устройство аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры;
—устройство на технологическом оборудовании систем протии во взрывной защиты;
—периодическая очистка территории, на которой располагается объект, помещений, коммуникаций, аппаратуры от горючих отходов, отложений пыли, пуха и т. п.;
—удаление пожароопасных отходов производства;
—замена легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих (ГЖ) жидкостей на пожаробезопасные технические моющие средства.

**Ограничение распространения пожара за пределы очага** достигается применением одного из следующих способов или их комбинацией:
—устройство противопожарных преград;

устройство аварийного отключения и переключения установок и коммуникаций;

применение средств, предотвращающих или ограничивающих разлив и растекание жидкостей при пожаре;

— применение огнепреграждающих устройств в оборудовании и др. Каждый объект должен иметь такое объемно-планировочное и

техническое исполнение, чтобы эвакуация людей из него была завершена до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара, а при нецелесообразности эвакуации была обеспечена защита людей в объекте.

Для обеспечения эвакуации необходимо:
—установить количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и выходов;
—обеспечить возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям;
—организовать при необходимости управление движением людей по эвакуационным путям (световые указатели, звуковое и речевое оповещение и т. п.).

Средства коллективной и индивидуальной защиты должны обеспечивать безопасность людей в течение всего времени действия опасных факторов пожара.

Коллективную защиту следует обеспечивать с помощью пожаробезопасных зон и других конструктивных решений. Средства индивидуальной защиты следует применять также для пожарных, участвующих в тушении пожара.

Система противодымной защиты объектов должна обеспечивать незадымление, снижение температуры и удаление продуктов горения и термического разложения на путях эвакуации в течение времени, достаточного для эвакуации людей, и коллективную защиту людей и защиту материальных ценностей.

На каждом объекте должно быть обеспечено своевременное оповещение людей и (или) сигнализация о пожаре в его начальной стадии техническими или организационными средствами.

Перечень и обоснование достаточности для целевой эффективности средств оповещения и (или) сигнализации на объектах согласовывается в установленном порядке.

***2. Расчет эвакуационных путей и выходов***

Во время загорания и тушения пожара важной задачей является обеспечение успешной эвакуации людей, животных и материальных ценностей.

Допустимая продолжительность эвакуации зависит от времени достижения критических для человека условий:

1. Критической температуры (60°С)
2. Снижения концентрации кислорода ($O_2$) в воздухе помещений
3. Снижение видимости из-за задымления
4. Появления токсических веществ

Основные параметры эвакуации:

1. Скорость движения людского потока, (м/мин)
2. Плотность размещения людей на площади участка эвакуации, (чел/м$^2$)
3. Пропускная способность путей (выходов), (чел/мин)

Скорость движения *V* при вынужденной эвакуации принимают- 16 м/мин;

По лестнице вниз- 10 м/мин; вверх- 8 м/мин.

Допустимое время (Т) эвакуации из зданий I и II степеней огнестойкости принимают- 6 мин;

Из зданий III и IV степеней огнестойкости- 4 мин;

Из зданий V степени огнестойкости- 3 мин.

Для детских учреждений время эвакуации уменьшают на 20%.

Расчет ведется в следующей последовательности:

1. Предельно допустимая длина (м) эвакуационного участка определяется по формуле:

$$L_{\text{п}} = V \cdot T, \quad (1)$$

где V- скорость движения людей, м/мин;

T- допустимое время эвакуации, мин.

Допустимая длина эвакуации должна быть не более 50 м. в одноэтажных производственных зданиях I и II степеней огнестойкости с производствами категории- «А» и не более 100 м. в зданиях категорий «Б» и «В». В многоэтажных производственных зданиях это расстояние соответственно 40 и 75 м.

2. Плотность (чел/м$^2$) размещения людей на площади эвакуационного участка (показатель свободы перемещения) определяется по формуле

$$Д = N/S, \quad (2)$$

где N- число человек на площади участка с учетом занимаемой площади в горизонтальной проекции человека- 0,1…0,13 м$^2$, с рюкзаком- 0,32 м$^2$ (в зависимости от его возраста, вида одежды и переносимого груза)

S- площадь пути участка эвакуации, м$^2$.

Массовые людские потоки характерны продольной плотностью, которая достигает 10…12 чел/м$^2$ для взрослых и 20…25 чел/м$^2$ для детей-школьников.

3. Расчетное значение ширины эвакуационного участка ($B_р$) определяется по формуле:

$$B_{\text{р}} = N/L_{\text{п}} \cdot Д, \text{ м}; \quad (3)$$

где *N*- число людей, чел;

$L_n$- предельно допустимая длина, м;

*Д*- плотность размещения людей на площади участка, чел/м$^2$.

Ширину (В) участков эвакуации принимают с учетом расчетного значения (табл1).

Таблица 1 - Ширина проходов, коридоров, дверей, маршей и площадок лестниц, м

| Участок эвакуации | Наименьшее значение | Наибольшее значение |
|---|---|---|
| Проход | 1 | Расчетное |
| Коридор | 1,4 | - |
| Дверь | 0,8 | 2,4 |
| Марш | 1,05 | 2,4 |
| Площадка лестницы | 1,05, но не менее ширины марша | расчетное |

**Примечание:** Ширину проходов к одиночным рабочим местам, а также лестниц на галереи, этажи, площадки допускается уменьшить до 0,7 м; ширину маршей и площадок лестниц в подвалы и чердаки, а также лестниц, предназначенных для эвакуации менее 50 чел- до 0,9 м.

Число путей эвакуации определяется по формуле

$$\text{П}_\text{э} = 0{,}6N/100\text{Д} \cdot S \quad (4)$$

Полученное значение округляют в большую сторону, но в любом случае число эвакуационных выходов принимают не менее двух, т.е. $n_\text{э} \geq 2$.

Пропускная способность пути (чел/мин), т.е. количество людей, проходящих в единицу времени через поперечное сечение пути шириной (В) определяется по формуле:

$$Q = \text{Д} \cdot v \cdot B, \quad (5)$$

Удельная пропускная способность дверей и лестниц шириной до 1,5м принимается- 50 чел/м·мин; шириной 1,5…2,4м- 60 чел/м·мин.

Число ворот для эвакуации животных из помещений определяется по формуле:

$$n_\text{В} = N_\text{ж}/\text{Р} \cdot \text{В}, \quad (6)$$

где $N_{жс}$ - число животных содержащихся в помещении,голов;

Р - число животных на 1м. ширины выхода; принимается (табл. 2)

В - ширина одних ворот принимается для коровников и конюшен не менее 2м; для овчарен не менее 2,5м; для свинарников не менее 1,5м.

Таблица 2. - Допустимое число животных на 1м. ширины выхода в зависимости от степени огнестойкости зданий

| Вид животных | Число животных на 1м. ширины выхода в зданиях со степенью огнестойкости | |
|---|---|---|
| | II и III | IV и V |
| Коровы | 30 | 20 |
| Лошади | 25 | 15 |
| Свиньи: | | |
| - матки с приплодом и хряки | 25 | 15 |
| - поголовье и молодняк на откорме | 250 | 150 |
| Овцы | 200 | 120 |

В животноводческих помещениях должно быть не менее двух выходов (ворот). Их следует, по возможности устраивать в противоположных сторонах помещения.

**3. Расчет потребного запаса воды на пожаротушение**

Требуемый запас воды на наружное пожаротушение сельскохозяйственных зданий и сооружений рассчитывается по формуле:

$$Q_\text{н} = 3{,}6q_\text{н} \cdot \text{Т}_\text{п} \cdot n_\text{п}, \text{м}^3, \quad (7)$$

где $q_\text{н}$- удельный расход воды на наружное пожаротушение, л/с (табл.3);

$T_п$- расчетное время тушения одного пожара, принимается равным 3ч;

$n_п$- число одновременно возможных пожаров.

$n_п = 1$ при площади предприятия менее 1,5 $км^2$,

$n_п = 2$ при площади 1,5 $км^2$ и более.

Таблица 3. - Удельный расход воды на один пожар сельскохозяйственных зданий и сооружений

| Категория производства | Степень огнестойкости здания | Расход воды, л/с, при объеме зданий, тыс.$м^3$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | До 3 | 3,1…5 | 5,1…20 | 20,1…50 | 50,1…200 |
| Г, Д | I и II | 5 | 5 | 10 | 10 | 15 |
| А, Б, В | I и II | 10 | 10 | 15 | 20 | 30 |
| Г, Д | III | 10 | 10 | 15 | 25 | - |
| В | III | 10 | 15 | 20 | 30 | - |
| Г, Д | IV и V | 10 | 15 | 20 | 30 | - |
| В | IV и V | 15 | 20 | 20 | 40 | - |

Нормы средств пожаротушения и условные обозначения (символы) пожарной техники, оборудования и путей эвакуации представлены в таблицах 4, 5, 6 и 7.

Таблица 4 - Нормы средств пожаротушения в сельскохозяйственных производственных помещениях

| Наименование помещений, сооружений и участков | Площадь помещения, $м^2$ | Количество пожарного оборудования и первичных средств пожаротушения | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | огнетушитель | Ящик с песком 0,3 $м^3$ и совковой лопатой | Бочка с водой (200л) и 2..4 ведра | Войлок, асбестовое полотно или кошма (1×2 м) |
| Механические мастерские по ремонту СХТ | 600 | 1 | - | - | - |
| Механические участки (отделения) по обработке металлов | 50 | 1 | - | - | - |
| Газоэлектросварочные, жестяницкие и медницкие участки | 200 | 1 | 1 | - | - |
| Участки мойки и окраски | 100 | 2 | 1 | - | - |
| Деревообделочные мастерские | 100 | 1 | - | 1 | - |
| Аккумулятор-ные участки (помещения) | 100 | 2 | - | - | - |
| Гаражи | 100 | 1 | 1 | - | 1 |
| Животновод-ческие помещения | 100 | 1 | - | 1 | - |
| Кормопригото-вительные помещения | 100 | 1 | 1 | - | - |
| Склады фуража | 300 | 1 | - | 1 | - |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Склады зерна | 200 | 1 | - | 4 | - |
| Склады мин. Удобрений | 500 | 1 | - | 1 | - |
| Склады ЛВЖ и ГЖ | 200 | 2 | 2 | - | 1 |
| Служебные помещения | 200 | 1 | - | - | - |

Примечание: На территории гаражей; деревообделочных мастерских, мельниц, ремонтных мастерских, зернотоков, животноводческих ферм, хлебопекарен, столовых и складов помимо указанных выше средств пожаротушения должны быть установлены пожарные щиты с набором пожарного инвентаря: 2 - огнетушителя; 2 - лома; 3 - багра; 2- топора; 2- лопаты; 2- ведра. Здесь же необходимо иметь ящик с песком 0,5 $м^2$ и приставные лестницы (не менее одной на каждое здание).

Таблица 5 - Нормы средств пожаротушения для пункта приготовления травяной муки

| Производственная площадка, склад, установка | Наименование первичных средств пожаротушения | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Огнетушитель ОХП-10 ОХПВП-10 | Порошковый или углекислотный огнетушитель | Ящик с песком (0,5$м^3$) и совковыми лопатами | Бочка с водой (250л) и двумя ведрами | Вой-лок, асбес-товое полот-но или кошма (1×2м) |
| Место установки агрегата и площадка для зеленой массы (100 $м^2$ или 1 агрегат) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Место установки гранулятора (50$м^2$ или 1 агрегат) | 1 | - | - | - | - |
| Электрошкаф | - | 2 | - | - | - |
| Склад предварительной выдержки или постоянного хранения витаминной муки (50$м^2$) | 1 | 1 | - | - | - |
| Площадка для установки емкостей с топливом (100 $м^2$ на 10 $м^3$ емкости) | 2 | - | 2 | - | 2 |

Таблица 6 - Количество средств пожаротушения на сельскохозяйственных машинах

| машины | Количество, шт. | | |
|---|---|---|---|
| | Огнетушителей (химически пенные или порошковые) | Штыковых лопат | швабры |
| Тракторы | 1 | 1 | - |

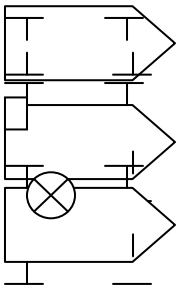
| | | | |
|---|---|---|---|
| Самоходные комбайны | 1 | 2 | 2 |
| Самоходные шасси | 1 | 1 | - |
| Жатка: | | | |
| -прицепная | - | 1 | 2 |
| -навесная | - | 1 | 2 |

Таблица 7 - Условные графические обозначения (символы) пожарной техники и оборудования

Автомобиль пожарный
(общее обозначение)

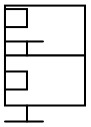
Автонасос пожарный

Автомобиль пожарный пенного тушения



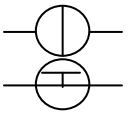
Мотопомпа пожарная:

Переносная
Прицепная



Гидрант пожарный

Кран пожарный

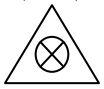


Огнетушитель:

Переносной ручной
(порошковый или углекислотный)

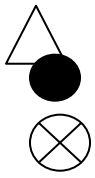
Передвижной
(порошковый или углекислотный)

Огнетушитель переносной
(пенный)



В одном месте установлены два огнетушителя одного наименования

2



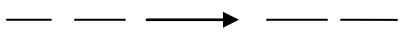
Вода (общее обозначение)
Пена (общее обозначение)

На планах пожарной защиты внешний контур выполняется красным цветом.

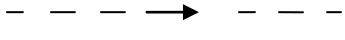
**Условные обозначения путей эвакуации и выходов**

На планах используются символы:

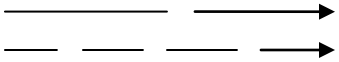
Основной эвакуационный путь



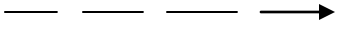
Запасный эвакуационный путь



Основной выход



Запасный выход



Пути эвакуации выполняются зеленым цветом.

**3.15.3 Результаты и выводы:**

1. Выберите вариант .

2. Рассчитайте количество эвакуационных путей и выходов, а также потребный запас воды на пожаротушение для предлагаемого объекта.

3. Подпишите отчёт и сдайте преподавателю

## 3.16 Практическое занятие №16 ( 2часа).

## Тема: «Технические средства пожаротушения»

**3.16.1 Задание для работы:**

1. Ознакомиться с устройством и принципом работы средств тушения пожаров

**3.16.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Пожаром называют неконтролируемое горение, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Горение представляет собой сложный химический процесс, в основе которого лежит реакция окисления горючих веществ, т. е. соединения их с кислородом воздуха или другими окислителями (фтор, бром, хлор и др.).

Обычно в воздухе содержится 20,95 % кислорода, Для поддержания реакции горения достаточно 16 % а при более низкой концентрации происходит тление горючих веществ, которое прекращается при содержании кислорода в воздухе менее 8 %. Один из основные способов подавления горения — снижение концентрации кислорода в воздухе путем введения в зону го рения инертных газов, паров и аэрозолей негорючих веществ. Прекратить горение можно охлаждением зоны горения ниже критической температуры, изолированием горючих веществ от зоны горения и торможением скорости образования горючих паров и газов, химическим торможением реакции горения.

В соответствии с этим все огнегасящие вещества делятся на разбавляющие (инертные газы, порошковые составы, водяной пар и др.), охлаждающие (вода, твердый диоксид углерода, пена и др.), изолирующие (пена химическая и воздушно-механическая или смеси их, вода с загустителями, порошковые составы и др. и химически тормозящие реакцию горения (галоидированные углеводороды, некоторые марки порошковых составов, вода с добавками галоидированных углеводородов). Большинство огнегасящих средств обладают комбинированными свойствами.

Огнетушители служат для ликвидации небольших очагов возгораний или пожаров в их начальной стадии.

В зависимости от вида используемых огнетушащих средств они подразделяются на пенные (химические, воздушно-механические), газовые (углекислотные аэрозольные и углекислотно-бромэтиловые), порошковые, комбинированные и др.

Действие химических пенных огнетушителей ОХП- 10, применяющихся для тушения загораний различных материалов, в том числе легковоспламеняющихся жидкостей, основано на образовании пены при смешивании с щелочной и кислотных частей заряда. Они не эффективны при тушении веществ, горение которых происходит без доступа воздуха. Их нельзя применять для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, а также для тушения щелочных металлов. Огнегасящий эффект достигается изоляцией горящего вещества и снижением концентрации кислорода в зоне горения диоксидом углерода $CO_2$ , выделяющимся при разрушении пузырьков пены.

Конструктивно огнетушитель ОХП-10 представляет собой стальной корпус , в который помещена щелочная часть заряда (8,5 л). Она состоит из водного раствора гидрокарбоната натрия $NaHCO_3$ (400 г) и солодкового экстракта (50 г). Для повышения стойкости пены в щелочную часть добавляется небольшое количество вспенивателя (паста РАС или карбоксиметилцеллюлоза). Кислотная часть заряда (450 г) помещена в

полиэтиленовый стакан и представляет собой смесь серной кислоты $H_2SO_4$ с сульфатом железа $Fe_2(SO_4)_3$ и сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$. В нерабочем состоянии кислотная часть заряда закрыта в стакане клапаном, который укреплена штоке и прижимается к седлу стакана пружиной. С другой стороны шток клапана крепится к эксцентриковой рукоятке . Для приведения в действие огнетушителя следует повернуть вверх рукоятку*6* и перевернуть огнетушитель. При этом шток с клапанов , сжимая прижимную пружину, переместится к горшке и обеспечит соединение щелочной и кислотных частей заряда через отверстия. В результате реакции выделяется большое количество диоксида углерода, который интенсивно вспенивает раствор, и при достижении давления 0,1 МПа разрывает запорную мембрану и выбрасывает пену струей через спрыск . Кратность образуемой пены , объем ее 43 л, длинна струи пены 6 м, время выброса пены 60 с. Температурные пределы использования огнетушителя: от + 2 до +30°С. При добавлении в щелочную часть заряда огнетушителя этиленгликоля, препятствующего замерзанию, его можно использовать и при отрицательных температурах.

Конструкция огнетушителя химического воздушно- пенного ОХВП-10 аналогична ОХП-10. Разница состоит в том, что в огнетушителе ОХВП-10 (рис. 1) на спрыск наворачивается пенная насадка *9*, которая перемешивает химическую пену с воздухом.

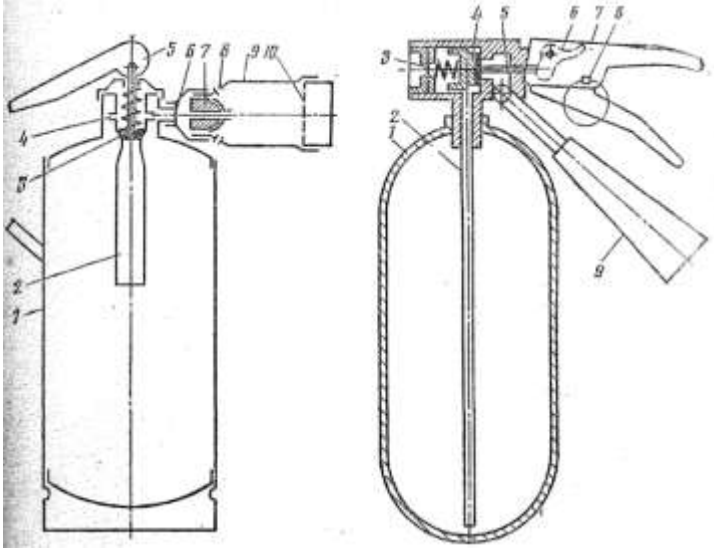


Рис.1 Схема огнетушителя ОХВП-10:

1 – корпус; 2 – стакан; 3 – клапан; 4 – выходные отверстия; 5 – пусковая рукоятка; 6 – запорная мембрана; 7 – распылитель; 8 – окна для эжектирования воздуха; 9 – корпус пенной насадки; 10 – сетка.



Рис.2. Схема огнетушителя ОУ-2:

1 – баллон; 2 – сифонная трубка; 3 – предохранительная мембрана; 4 – клапан; 5 – шток; 6 – пусковая кулиса; 7 – пусковой рычаг; 8 – предохранительная чека с кольцом; 9 – раструб.

Рабочий заряд огнетушителя ОХВП-10 состоит из: а) щелочной части, в которую входят гидрокарбонат натрия (450 г), пенообразователь ПО-1 (500 $см^3$) и вода (8 л); б) водного раствора серной кислоты плотностью 1,51 (200 $см^3$).

Огнетушитель ОХВП-10 приводится в действие так же, как и ОХП-10. Образующаяся при смешивании щелочной и кислотной частей пена под действием избыточного давления диоксида углерода разрывает запорную мембрану *6* и поступает в пенную насадку *9*, Проходя через распылитель 7, она дробится на мелкие капли, засасывает окружающий воздух через окна *8* в задней части насадки, перемешивается с ним, продавливается через сетку *10* и выбрасывается наружу. Объем вырабатываемой пены достигает 500 л при кратности до 55, длина струи 3—5 м, время действия огнетушителя 40—60 с. Ознакомиться с устройством и принципом действия углекислотных огнетушителей ОУ-2, ОУ-5.

Углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5 предназначены для тушения небольших загораний различны веществ (кроме веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха) и электроустановок, находящихся под напряжением не выше 1000 В, и при меняются в диапазоне температур от -40 до +50°С. Огнетушители ОУ-2, ОУ-5 представляют собой толстостенные стальные баллоны 1 (рис 4.2) объемом соответственно 2 и 5 л, в горловины которых ввернуты запорные головки с сифонной трубкой *2* и раструбами *9.* Запорные головки имеют предохранительные мембраны 3, рассчитанные на давление разрыва 16-19 МПа.

В качестве рабочего заряда в огнетушителях используется сжиженный под давлением 6,0 МПа углекислый газ. Для приведения в действие необходимо выдернуть предохранительную чеку *8,* нажать на пусковой рычаг, который открывает запорные клапан *4.* После этого диоксид углерода проходит через сифонную трубку *2,* раструб *9* и выбрасывается наружу в виде белых снегообразных хлопьев с температурой - 78,5°С. Огнегасящий эффект заряда основан на разбавлении концентрации кислорода в зоне горения (горение прекращается при концентрации диоксида углерода в воздухе не метке 30%) и на снижении температуры очага горения за счет поглощения теплоты при переходе диоксида углерода из твердого состояния в газообразное.

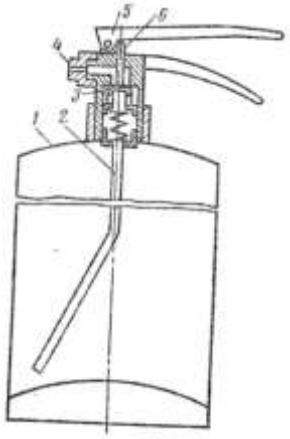


Рис.3. Схема огнетушителя ОУБ-3:

1 — корпус; ***2*** — сифонная трубка; 3 — ; клапан; ***4*** — распылитель; ***5*** — пусковая рукоятка; 6 —шток.

Масса заряда у огнетушителей ОУ-2 и ОУ-5 составляет соответственно 1,4 и 3,5 кг, длина струи выброса заряда 1,5 и 4,5 м, продолжительность выброса 15 с.

При использовании углекислотных огнетушителей следует помнить, что диоксид углерода — токсичный газ, его содержание в воздухе до 10 % опасно, а при 20 % смертельно опасно для человека (может наступить паралич органов дыхания). Ознакомиться с устройством и принципом работы углекислотно-бромэтиловых огнетушителей ОУБ-3, ОУБ-7. Огнетушители ОУБ-3, ОУБ-7 предназначены для о тушения небольших загораний всех видов горючих и тлеющих материалов, а также электроустановок, находящихся под напряжением до 380 В. Они непригодна для тушения щелочных, щелочноземельных металлов и сплавов на их основе, т. к. в этом случае может произойти взрыв или усиление горения, а также для тушения других материалов, горение которых может происходить без доступа воздуха. Эти огнетушители применяются в диапазоне температур от -60 до +55 $^0$С.

Огнетушители ОУБ-3, ОУБ-7 представляют собой тонкостенные баллоны 1 (рис. 3) с сифонной трубкой *2* внутри баллона и пусковыми головками рычажного типа с распылителями. В качестве огнетушащего заряда применяется состав 4НД (97 % бромистого этила и 3 % жидкого диоксида углерода). Для выталкивания заряда в корпус огнетушителей нагнетается (воздух под давлением 0,8 МПа. Огнегасящий эффект достигается химическим торможением реакции горения бромистым этилом, и он в несколько раз выше, чем у углекислотных огнетушителей. Диоксид углерода добавляется

в заряд для улучшения распыления. Чтобы привести в действие огнетушитель, необходимо вытащить предохранительную чеку, нажать на пусковой рычаг 5, который через шток 6 открывает запорный клапан 3. Под действием сжатого воздуха заряд проходит по сифонной трубке *2* и выбрасывается наружу через распылитель *4* в виде мелкодисперсного аэрозоля. Объем баллона огнетушителей ОУБ-3 равен 3,2 л, огнетушителя ОУБ-7— 7,4 л, масса заряда 3,5 и 8,0 кг соответственно, продолжительность выброса 20 и 30 с, длина струи выброса 3—4 м.

В огнетушителе ОУБ-3 могут применяться другие заряды: хладон 114В2, тетрафтордибромэтан, тогда ему присваивается марка ОХ-3; заряд «3,5», состоящий из 70 % бромэтилена и 30 % диоксида углерода, и прочие заряды, содержащие галоидированные углеводороды огнегасящий эффект у хладонового заряд; в 12 раз, у заряда «3,5», в 3,5 раза, а у заряда «4НД» в 4 раза сильнее, чем у диоксида углерода.

Ознакомиться с устройством и принципом работы ручных порошковых огнетушителей ОП-1 «Момент-2П» и ОП-10А.

Порошковые огнетушители предназначены для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей твердых горючих материалов, щелочных металлов, установок, находящихся под напряжением, а также для тушения очагов пожара в помещениях, где находятся ценные материалы. В качестве рабочих зарядов в порошковых огнетушителях наиболее распространены порошки ПСБ-3 (гидрокарбонат натрия, аэросил и нефелиновый концентрат), П-1А (аммофос и аэросил), ПФ (фосфорно-аммойные соли, аэросил и тальк), ПО (карбонат натрия, графит), СИ-2 (силикагель МСК хладон 114В2) и др. Порошок выбрасывается из корпуса огнетушителя избыточным давлением рабочего газа (диоксид углерода, азот, воздух).

Огнегасящий эффект заряда основан на ингибировании химических реакций горения и разбавлении концентрации кислорода в зоне горения продуктами разложения порошков.

Огнетушитель ОП-1 «Момент-2П» (рис.4.4) представляет собой пластмассовый корпус 1 объемом 1 л, в котором находится порошковый состав. На корпус наворачивается головка *12*. На головке установлен рычаг включения огнетушителя, шток *8* с клапаном *6* и иглой, корпус стаканчика *4* для баллончика *3* с рабочим газом (диоксидом углерода) и сифонная трубка *2*.

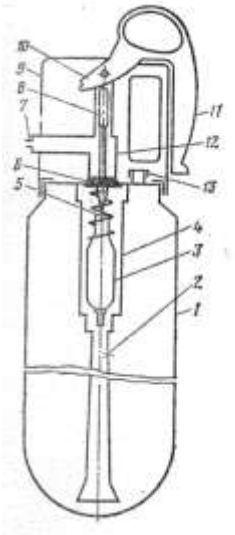


Рис.4 Схема огнетушителя ОП-1 «Момент- 2П»:

1 – корпус; 2 – сифонная трубка; 3 – баллончик для рабочего газа; 4 – корпус стаканчика для баллона; 5 – мембрана; 6 – клапан; 7 – щелевая насадка; 8 – шток; 9 – колпачок головки; 10 – хвостовик; 11 –

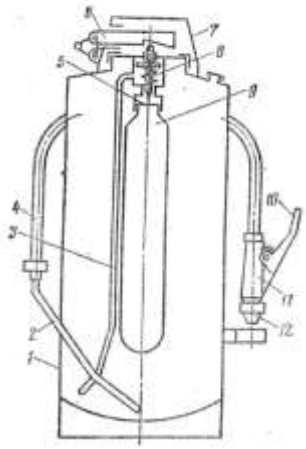


Рис.5. Схема огнетушителя ОП-10А:

1 – корпус; 2 – металлическая трубка; 3 – трубка подачи рабочего газа; 4 – прорезиненный шланг; 5 – мембрана; 6 – конусная чека; 7 – крышка головки; 8 – игла; 9 – баллончик для рабочего газа; 10 – ручка; 11 – запорный пистолет; 12 –

рычаг; 12 – головка; 13 – пробка. распыляющая насадка.

Для приведения в действие огнетушителя необходимо резко поднять вверх до отказа рычаг *11.* В результате этого хвостовик *10* рычага нажимает на шток *8.* Шток, сжимая пружину, перемещается вниз, открывает клапан 6 и прокалывает иглой мембрану ***5*** газового баллончика. Газ из баллончика по сифонной трубке *2* поступает в корпус 1 огнетушителя, псевдоожижает порошковый состав. При этом под действием пружины и давления газа клапан *6* вновь закрывается. В дальнейшем при подъеме рычага ***11*** порошок выбрасывается через щелевую насадку 7, при опускании подача порошка прекращается.

Масса порошкового заряда огнетушителя 0,9 кг, время выброса заряда 6—8 с; давление газа в баллончике 0,8 МПа, в корпусе огнетушителя 0,6 МПа. Температурный предел использования от —25 °С до +35 °С.

Огнетушитель ОП-10А представляет собой стальной корпус 1 (рис.4.5) с порошковым составом. В корпусе установлен баллончик ***9*** с рабочим газом для выброса порошка. Газ в баллончике удерживается мембраной ***5.*** Для приведения в действие огнетушителя необходимо сорвать пломбу и выдернуть чеку *6.* При этом конусная часть чеки перемещает шток с иглой ***9,*** которая прокалывает мембрану ***5*** газового баллончика ***9.*** Газ выходит из баллончика, проходит по трубке 3 и поступает в корпус огнетушителя, псевдоожижает порошковый состав и по стальной трубке 2, далее по гибкому прорезиненному шлангу ***4*** поступает - к запорному пистолету ***11.*** После нажатия ручки ***10*** клапан открывается и порошковый состав через щелевидную насадку *12* выбрасывается наружу.

Масса заряда огнетушителя 10 кг, начальное рабочее давление 1,2 МПа, продолжительность действия 18—20 с. Температурный предел использования ±50 °С.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАТНОСТИ ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕНЫ.

По мерной линейке *6* , нанесенной на смотровое стекло, отмечается объем пенообразователя в баке 5. При необходимости доливается 6%-ный раствор пенообразователя до объема 4—5 л.

Включается электродвигатель. При этом раствор пенообразователя насосом подается в пенообразующую насадку 1, где он дробится на мелкие капли, засасывает воздух, интенсивно перемешивается с ним, продавливается через пакет сеток и выходит в виде пены.

По мерной линейке 4 отмечается объем пены. Определяется кратность воздушно-механической пены по формуле:

$$K = Q_п/Q_р, \quad (1)$$

где $Q_п$ — объем полученной пены, л; $Q_р$ — объем израсходованного пенообразователя, л.

**3.16.3 Результаты и выводы:**

1.Изучите устройство некоторых типов огнетушителей.

2.Ознакомьтесь с устройством и принципом работы химических пенных огнетушителей ОХП-10 и химических воздушно-пенных огнетушителей ОХВП-10.

3. Определите кратность воздушно-механической пены.

4. Определите площадь разлитого бензина и радиус разлива.

5. Сделайте общие выводы об условиях получения пены и эффективности тушения очага горения огнетушителем.

6. В отчете о практической работе дать краткую характеристику огнетушащих средств: воды, пены, инертных газов, галоидированных углеводородов.

7. Оформите отчет и сдайте преподавателю.

**3.17 Практическое занятие № ПЗ-17 (2 часа).**

**Тема: «Оказание доврачебной помощи пострадавшим»**

**3.17.1 Задание для работы:**

1. Оказание доврачебной помощи при поражение человека электрическим током;
2. Оказание доврачебной помощи при отравлении;
3. Оказание доврачебной помощи при переломах, ушибах, вывихах, растяжение связок;
4. Оказание доврачебной помощи при переломах кистей руки и пальцев;
5. Оказание доврачебной помощи при повреждение головы;
6. Оказание доврачебной помощи при переломе кости таза;
7. Оказание доврачебной помощи при кровотечение;
8. Оказание доврачебной помощи при ожогах;
9. Оказание доврачебной помощи при обморожении;
10. Оказание доврачебной помощи при тепловом, или солнечном ударе;
11. Оказание доврачебной помощи при укусе змей и ядовитых насекомых.

**3.17.2 Краткое описание проводимого занятия:**

***1. Общие сведения***

***1.1. Освобождение человека от действия тока***

При поражениях электрическим током нередко оказывается, что пострадавший продолжает находиться в контакте с токоведущей частью и не может самостоятельно нарушить этот контакт, т.е. прервать проходящий через него ток, что резко усугубляет тяжесть поражения.

Такое положение может возникнуть в ряде случаев: при непроизвольном судорожном сокращении мышц руки, которое пострадавший не в состоянии преодолеть и поэтому не может разжать руку с находящимся в ней проводом; при параличе конечностей или иных участков тела, т. е. при длительной утрате всех или части двигательных функций вследствие поражения нервной системы (а не вследствие кратковременного судорожного сокращения мышц), когда человек не способен покинуть опасное место или выполнить необходимые движения; при тяжелой механической травме; при потере сознания и т. п.

Выключение человека из цепи протекания тока, или, как принято говорить, освобождение пострадавшего от воздействия тока, можно осуществить несколькими способами. Однако первое действие для освобождения пострадавшего от тока - быстрое отключение той части электроустановки, которой он касается.

**Отключение электроустановки** производится с помощью ближайшего рубильника, выключателя или иного отключающего аппарата, а также путем снятия или вывертывания предохранителей (пробок), разъема штепсельного соединения (рис. 19.1) и т. п.

При этом надо иметь в виду, что если пострадавший находится на высоте, то отключение напряжения может вызвать его падение. В таком случае принимают меры, предупреждающие падение или обеспечивающие его безопасность.

Кроме того, при отключении установки может одновременно погаснуть электрический свет, поэтому при отсутствии дневного освещения необходимо иметь на готове другой источник света - фонарь, свечу, факел и т. п., а при наличии аварийного освещения - включить его.

Рис 1. Освобождение пострадавшего от действия тока - отключение электроустановки (плакат)

При невозможности быстрого отключения установки (например, из-за удаленности или недоступности выключателя и т. п.) необходимо принять иные меры освобождения пострадавшего от действия тока. Так, в некоторых случаях можно прервать цепь тока через пострадавшего, перерубив провода или вызвав автоматическое отключение электроустановки, отделить пострадавшего от токоведущих частей, которых он касается, и т. п. Меры эти различны. Они зависят от напряжения электроустановки, окружающих условий, наличия подходящих для этой цели приспособлений и предметов и, наконец, от умения и находчивости оказывающего помощь.

Во всех случаях оказывающий помощь должен быстро освободить пострадавшего от тока и следить за тем, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущей частью или телом пострадавшего, а также под напряжением шага.

**При напряжении до 1000 В** в некоторых случаях можно перерубить провода топором с сухой деревянной рукояткой (рис. 19.2) или перекусить их инструментом с изолированными рукоятками - кусачками, пассатижами и т. п. Допустимо использовать и обычный инструмент с металлическими рукоятками, в том числе обыкновенный нож; при этом оказывающий помощь должен надеть диэлектрические перчатки и галоши.

Рис 2. Освобождение пострадавшего от действия тока в установках до 1000 В - перерубание проводов (каждого в отдельности) топором с деревянной сухой рукояткой

Перерубать (перерезать) следует каждый провод в отдельности, чтобы не вызвать КЗ между ними, в результате которого может возникнуть электрическая дуга, способная причинить оказывающему помощь серьезные ожоги тела и привести к повреждению глаз.

Можно оттянуть пострадавшего от токоведущих частей, взявшись за его одежду, если она сухая и отстает от тела, например за полы пиджака, пальто. При этом нельзя касаться тела пострадавшего, его обуви (которая может оказаться токопроводящей вследствие загрязнения, наличия в ней гвоздей и т. п.), сырой одежды, а также окружающих заземленных металлических предметов. Рекомендуется действовать одной рукой, держа вторую в кармане или за спиной (рис. 3).

Рис. 3. Освобождение пострадавшего от действия тока в установках до 1000 В - оттаскивание за сухую одежду

При необходимости прикоснуться к участкам тела пострадавшего, не покрытым сухой одеждой, надо надеть на руки диэлектрические перчатки или обмотать их сухой тканью (шарфом и т. п.), натянуть на руки рукава пиджака или пальто и т. п. Для изоляции своих рук можно также накинуть на пострадавшего пиджак, плащ, резиновый коврик или просто сухую ткань. Для большей надежности можно также изолировать себя от земли или токопроводящего пола, надев резиновые галоши или встав на сухую или какую-нибудь другую, не проводящую электрический ток подстилку, сверток сухой одежды и т. п.

Если пострадавший судорожно сжимает рукой провод, находящийся под напряжением, то для освобождения его от действия тока можно разжать его руку, отгибая каждый палец в отдельности. Для этого оказывающий помощь должен иметь на руках диэлектрические перчатки и стоять на изолирующем основании - диэлектрическом коврике, сухой доске и т. п. или быть в галошах.

Можно отбросить провод, которого касается пострадавший, пользуясь сухими деревянной палкой, доской и другими не проводящими электрический ток предметами (рис. 19.4).

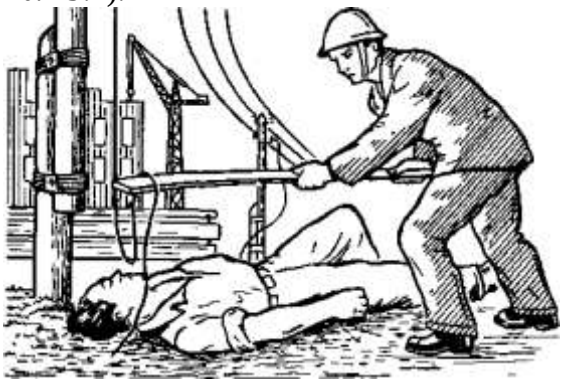


Рис. 4. Освобождение пострадавшего от действия тока в установках до 1000 В - отбрасывание провода сухой деревянной доской

**В установках выше 1000 В** для отделения пострадавшего от токоведущих частей необходимо надеть диэлектрические перчатки и боты и действовать штангой или изолирующими клещами, рассчитанными на напряжение данной электроустановки (рис.5).

Применение диэлектрических бот в данном случае необходимо для защиты от возможного шагового напряжения.

Рис. 5. Освобождение пострадавшего от действия тока в установках выше 1000 В

Автоматическое отключение электроустановки для освобождения пострадавшего, находящегося в контакте с токоведущей частью, от действия тока может быть вызвано преднамеренным замыканием накоротко и заземлением фаз электроустановки.

Этот способ более эффективен в электроустановках выше 1000 В, поскольку такие установки всегда оснащаются надежной и быстродействующей релейной защитой.

Однако сама операция замыкания накоротко и заземления токоведущих частей, находящихся под напряжением, очень опасна, поэтому данный способ освобождения пострадавшего от тока применяется в исключительных случаях, когда никакие другие способы не могут быть использованы. Таким исключительным случаем является поражение током на воздушной линии электропередачи, когда пострадавший касается проводов линии и эту линию невозможно быстро отключить с пункта питания из-за его удаленности.

Замыкание и заземление проводов воздушной линии можно осуществить путем наброса на них заземленного одним концом неизолированного проводника. В качестве набрасываемого проводника наиболее подходящим является медный неизолированный гибкий провод соответствующей длины. Можно использовать для этой цели и обыкновенный неизолированный провод.

Сечение набрасываемого проводника должно быть достаточным, чтобы он не перегорел при прохождении по нему токов КЗ. Наименьшее сечение его (по меди) во всех случаях должно быть 16 мм$^2$ для линий до 1000 В и 25 мм$^2$ для линий выше 1000 В.

Перед набрасыванием один конец проводника надежно заземляют путем присоединения его к имеющемуся поблизости заземляющему устройству подстанции, телу металлической опоры или к специально забитому в землю стержневому заземлителю. Ко второму концу проводника для удобства набрасывания прикрепляют небольшой груз.

Проводник набрасывают так, чтобы он не коснулся никого из людей, в том числе выполняющего эту операцию и пострадавшего.

Если пострадавший касается одного провода, то часто достаточно заземлить только этот провод.

### *1.2. Меры первой доврачебной медицинской помощи*

Современная медицина располагает всеми средствами для оживления человека, смертельно пораженного током. Однако быстрое прибытие медицинских работников с необходимыми средствами оказания первой помощи к месту происшествия маловероятно. Поэтому первую помощь пораженному током должен уметь оказывать каждый работающий в электроустановках. Действующие правила техники безопасности требуют, чтобы весь персонал, обслуживающий электроустановки, был обучен практическим приемам освобождения пострадавшего от тока и способам оказания ему первой доврачебной медицинской помощи.

Первая медицинская помощь пострадавшему от электрического тока оказывается немедленно после освобождения его от действия тока здесь же, на месте. Переносить пострадавшего в другое место можно в тех случаях, когда опасность продолжает угрожать пострадавшему или оказывающему помощь, или при крайне неблагоприятных условиях - темнота, дождь, теснота и т. п.

Меры первой доврачебной медицинской помощи пострадавшему от электрического тока зависят от его состояния.

**Для определения состояния пострадавшего** необходимо уложить его на спину и проверить наличие дыхания и сердечных сокращений.

Наличие дыхания у пострадавшего определяется по подъему и опусканию грудной клетки во время самостоятельного вдоха и выдоха. Никакой тщательной проверки для обнаружения слабого или поверхностного дыхания проводить не требуется, поскольку эти уточнения мало полезны при оказании помощи пострадавшему и в то же время приводят к затратам времени, что совершенно недопустимо в таких условиях.

Нормальное дыхание характеризуется четкими и ритмичными подъемами и опусканиями грудной клетки. В таком состоянии пострадавший не нуждается в искусственном дыхании.

Нарушенное дыхание характеризуется нечеткими или неритмичными подъемами грудной клетки при вдохах, редкими, как бы хватающими воздух вдохами или отсутствием видимых дыхательных движений грудной клетки. Все эти случаи расстройства дыхания приводят к тому, что кровь в легких недостаточно насыщается кислородом, в результате чего наступает кислородное голодание тканей и органов пострадавшего. Поэтому в этих случаях пострадавший нуждается в искусственном дыхании.

Наличие сердечных сокращений свидетельствует о работе сердца, т. е. о наличии в организме кровообращения, его определяют путем выслушивания сердечных тонов, приложив ухо к левой половине груди пострадавшего, или проверкой пульса. Пульс - толчкообразные ритмичные колебания стенок кровеносных сосудов, обусловленные движением по ним крови при работе сердца.

Наличие пульса проверяют, как правило, на крупных артериях, где он более выражен, - на лучевой, бедренной и сонной.

При определении состояния человека, пораженного электрическим током, проверку пульса следует произвести на лучевой артерии на руке примерно у основания большого пальца. Если на лучевой артерии пульс не обнаруживается, его надо проверить на сонной артерии на шее с правой и левой сторон выступа щитовидного хряща - адамова яблока (рис. 6).

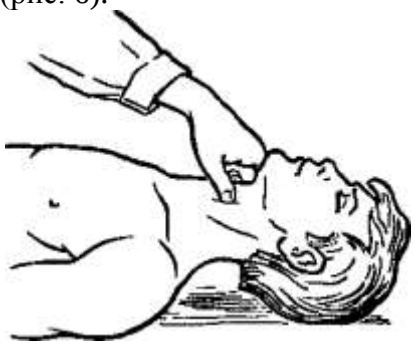


Рис. 6. Определение пульса на сонной артерии

При слабых сердечных сокращениях пульсовая волна не достигает периферии тела, в том числе и далеко расположенных от сердца лучевых и бедренных артерий, где поэтому пульс может не прощупываться. Сонная же артерия находится в непосредственной близости от сердца и обычно пульсирует даже при весьма слабых его сокращениях

Отсутствие пульса и на сонной артерии свидетельствует, как правило, о прекращении движения крови в организме, т е о прекращении работы сердца. Об отсутствии кровообращения в организме можно судить по состоянию глазного зрачка, который в этом случае расширен.

Проверка состояния пострадавшего включая придание его телу соответствующего положения проверку дыхания пульса и состояния зрачка, должна производиться быстро - в течение 15-20 с.

**Если пострадавший в сознании,** но до этого был в обмороке или продолжительное время находился под током, необходимо его удобно уложить на сухую

подстилку, накрыть сверху чем-либо из одежды, удалить из помещения лишних людей и до прибытия врача, который должен быть вызван немедленно, обеспечить ему полный покой, непрерывно наблюдая за его дыханием и пульсом. Ни в коем случае нельзя позволять пострадавшему двигаться, а тем более продолжать работу, даже если он чувствует себя хорошо и не имеет видимых повреждений. Отрицательное воздействие электрического тока на человека может сказаться не сразу, а спустя некоторое время - через несколько минут, часов и даже дней. Так, у человека, подвергшегося воздействию тока, может через несколько минут наступить резкое ухудшение и даже прекращение работы сердца или могут проявиться иные опасные симптомы поражения. Зарегистрированы случаи, когда резкое ухудшение состояния здоровья, приводившее иногда к смерти пострадавшего, наступало через несколько дней после освобождения его от тока, в течение которых он субъективно чувствовал себя хорошо и не имел внешних повреждений Поэтому только врач может правильно оценить состояние здоровья пострадавшего и решить вопрос о помощи, которую нужно оказать ему на месте, а также о дальнейшем его лечении.

В случае невозможности быстро вызвать врача пострадавшего срочно доставляют в лечебное учреждение на носилках или транспортом.

**Если пострадавший находится в бессознательном состоянии,** но с сохранившимися устойчивыми дыханием и пульсом, его следует удобно уложить на подстилку, расстегнуть одежду и пояс, чтобы они не затрудняли его дыхания, обеспечить приток свежего воздуха и принять меры к приведению его в сознание - поднести к носу вату, смоченную нашатырным спиртом, обрызгать лицо холодной водой, растереть и согреть тело. Пострадавшему следует обеспечить полный покой, удалив посторонних людей из помещения, и непрерывное наблюдение за его состоянием до прибытия врача.

**Если пострадавший плохо дышит** - редко, судорожно, как бы с всхлипыванием или если дыхание пострадавшего постепенно ухудшается, но у него прощупывается пульс, необходимо делать искусственное дыхание

**При отсутствии признаков жизни,** т е когда у пострадавшего отсутствуют дыхание и пульс, а болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет, надо считать пострадавшего находящимся в состоянии клинической смерти и немедленно приступать к его оживлению, тек искусственному дыханию и массажу сердца.

Никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мертвым из-за отсутствия дыхания, пульса и других признаков жизни. Пораженного электрическим током можно признать мертвым только при явно видимых смертельных повреждениях, например в случае раздробления черепа при падении или при обгорании всего тела В других случаях констатировать смерть имеет право только врач.

Опыт показывает, что своевременное и правильное оказание первой медицинской помощи человеку, находящемуся в состоянии клинической смерти, как правило, приводит к положительному результату - оживлению мнимоумершего. Здесь еще раз уместно подчеркнуть, что попытки оживления эффективны лишь в том случае, если с момента остановки сердца прошло не более 4 - 5 мин Известны случаи, когда лица, пораженные электрическим током и находившиеся в состоянии клинической смерти, после принятия соответствующих мер выздоравливали и возвращались к обычной работе Часто оживление людей, пораженных электрическим током, достигается в результате своевременной и квалифицированной доврачебной помощи товарищем по работе или другим свидетелем поражения током В более тяжелых случаях эта помощь обеспечивает сохранение жизнеспособности организма мнимоумершего до прибытия врача, который может применить более эффективные меры оживления В этих случаях доврачебная медицинская помощь должна оказываться непрерывно, даже тогда, когда время исчисляется часами. Зарегистрировано много случаев оживления людей, пораженных

током, после 3-4 ч, а в отдельных случаях после 10-12 ч, в течение которых непрерывно выполнялись искусственное дыхание и массаж сердца

Решение о бесполезности дальнейших действий по оживлению человека, находящегося в состоянии клинической смерти, и заключение о его истинной (биологической) смерти имеет право вынести только врач.

Достоверными признаками необратимой смерти являются мутная, высохшая роговица глаз, широкие, не реагирующие на свет зрачки; охлаждение тела до температуры окружающей среды; возникновение трупных пятен и трупного окоченения и др. Трупные пятна - посинение отдельных участков поверхности тела - возникают после смерти от застоя крови, стекающей под действием силы тяжести в нижележащие участки тела. У мертвого, лежащего на спине, трупные пятна образуются на лопатках, пояснице и др, а у лежащего на животе - на лице, груди, конечностях. Трупное окоченение - напряженность мышц трупа, в результате чего невозможно повернуть его голову, согнуть или разогнуть конечности в суставах, наступает через 2-4 ч после смерти.

***1.3. Искусственное дыхание***

Назначение искусственного дыхания, как и нормального естественного дыхания, - обеспечить газообмен в организме, т. е насыщение крови пострадавшего кислородом и удаление из крови углекислого газа. Кроме того, искусственное дыхание, воздействуя рефлекторно на дыхательный центр головного мозга, способствует тем самым восстановлению самостоятельного дыхания пострадавшего.

Газообмен происходит в легких. Воздух, поступающий в них, заполняет множество легочных пузырьков, так называемых альвеол, к стенкам которых притекает кровь, насыщенная углекислым газом. Стенки альвеол очень тонки, и общая площадь их у человека достигает в среднем 90 $м^2$. Через эти стенки и осуществляется газообмен, т. е. из воздуха в кровь переходит кислород, а из крови в воздух - углекислый газ.

Кровь, насыщенная кислородом, посылается сердцем ко всем органам, тканям и клеткам, в которых благодаря этому продолжаются нормальные окислительные процессы, т е. нормальная жизнедеятельность.

Воздействие на дыхательный центр мозга осуществляется в результате механического раздражения поступающим воздухом нервных окончаний, находящихся в легких. Возникающие при этом нервные импульсы поступают в центр головного мозга, ведающего дыхательными движениями легких, стимулируя его нормальную деятельность, т. е. способность посылать импульсы мышцам легких, как это происходит в здоровом организме.

**Способы искусственного дыхания.** Существует множество различных способов выполнения искусственного дыхания. Все они делятся на две группы аппаратные и ручные

Аппаратные способы требуют применения специальных аппаратов, которые обеспечивают вдувание и удаление воздуха из легких через резиновую трубку, вставленную в дыхательные пути, или через маску, наложенную на лицо пострадавшего Простейшими из аппаратов являются ручные портативные аппараты РПА-1 и РПА-2 (рис 19.7), предназначенные для искусственного дыхания и аспирации (отсасывания) жидкости и слизи из дыхательных путей. Основными частями их являются небольшой мех, приводимый в действие рукой, и маска, плотно накладываемая на рот и нос пострадавшего.

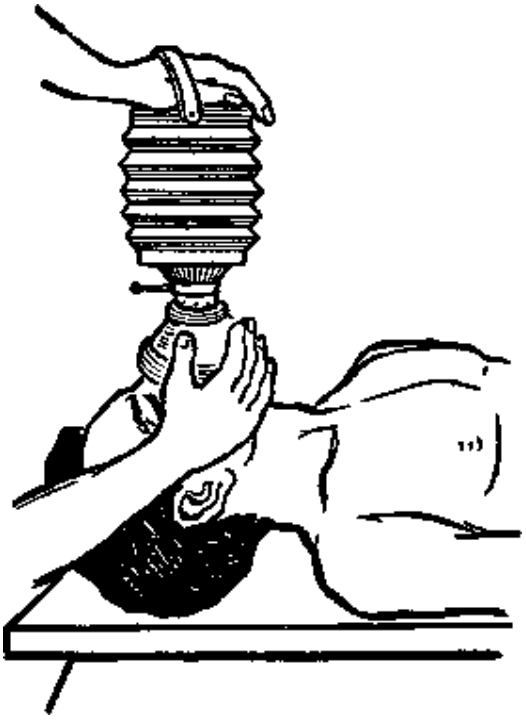


Рис 7. Искусственное дыхание с помощью аппарата РПА-1

Во время сжатия меха происходит активный вдох, т е введение под некоторым давлением в легкие пострадавшего атмосферного воздуха в объеме 0,25-1,5 л или воздуха, обогащенного кислородом В последнем случае ко всасывающему клапану аппарата присоединяется кислородная подушка Во время растяжения меха происходит пассивный выдох, при этом воздух из аппарата выходит через специальный клапан.

Благодаря портативности и малой массе этот аппарат применяется не только в больничных, но и в полевых условиях.

Примером более совершенных аппаратов с активным вдохом и выдохом, т.е. с положительным давлением на вдохе и отрицательным на выдохе, является портативный аппарат ДП-2 отечественного производства (рис 8). Он работает автоматически, используя энергию сжатого кислорода, содержащегося в баллоне. Пройдя через редуктор, кислород поступает в дыхательную камеру, где смешивается с воздухом и через маску подается в легкие пострадавшего При этом давление в легких на вдохе составляет 1,7-1,9 кПа (13-14 мм рт ст), а разрежение на выдохе 0,7-0,9 кПа (5-6 мм рт ст). Этот режим соответствует режиму естественного дыхания.

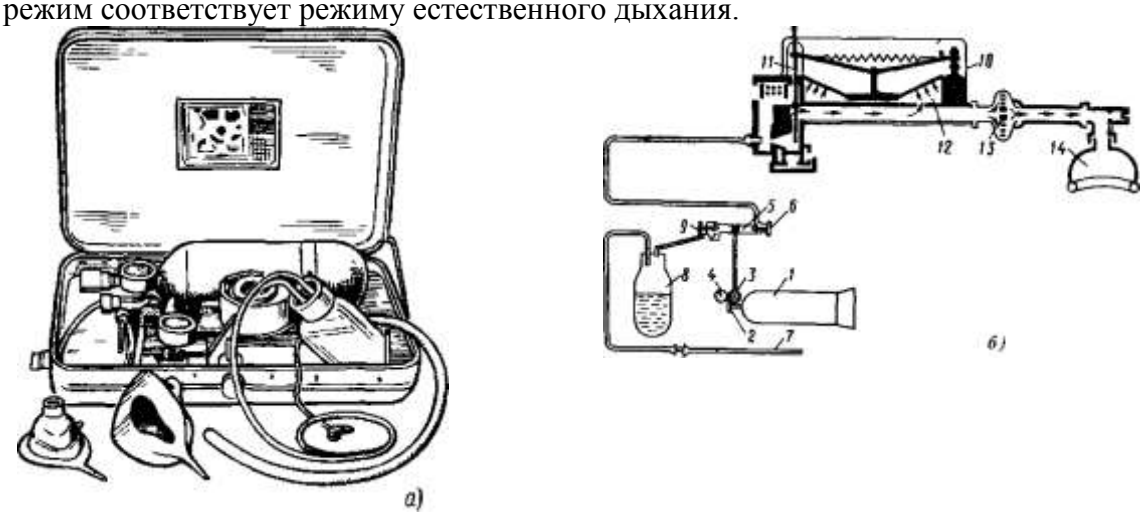



Рис 8. Аппарат ДП-2 для длительного искусственного дыхания с активным вдохом и выдохом а - общий вид б - принципиальная схема (при положении «вдох»)

1 - кислородный баллон; 2 – вентиль; 3 – редуктор; 4 – манометр; 5 - регулятор частоты дыхания; 6 - вентиль регулятора частоты дыхания; 7 - катетер (вводится через нос или рот в трахею для отсасывания жидкости изо рта и органов дыхания пострадавшего); 8 - аспирационный стакан; 9 - вентиль для включения и регулирования аспирации; 10 - дыхательный автомат; 11 - кнопка штока клапана дыхательного автомата; 12 - подмембранное пространство автомата; 13 - увлажнитель кислородно-воздушной смеси; 14 - маска

Аппарат ДП-2 снабжен приспособлением, регулирующим глубину и длительность вдоха и выдоха, частоту дыхания, содержание в смеси кислорода, влажность смеси и пр. Он смонтирован в металлическом футляре (чемоданчике) размером 460 х 310 х 125 мм; масса его 11 кг. Кислорода, содержащегося в одном двухлитровом баллоне при давлении 20 МПа (200 кгс/см$^2$), достаточно для производства искусственного дыхания в течение 20 мин.

Аппарат может быть использован для оказания неотложной помощи на месте несчастного случая, при транспортировании пострадавшего в медицинское учреждение, а также в больничных условиях для длительного проведения искусственного дыхания - в течение нескольких часов и даже дней.

Ручные способы значительно менее эффективны и несравненно более трудоемки, чем аппаратные. Они обладают, однако, тем важным достоинством, что могут выполняться без каких-либо приспособлений и приборов, т. е немедленно по возникновении нарушений дыхания у пострадавшего.

Среди большого числа существующих ручных способов наиболее эффективным является способ «изо рта в рот» Он заключается в том, что оказывающий помощь вдувает воздух из своих легких в легкие пострадавшего через его рот или нос.

Установлено, что воздух, выдыхаемый из легких, содержит достаточное для дыхания количество кислорода.

Преимущества способа «изо рта в рот» заключаются в следующем, как показала практика, он более эффективен, чем другие ручные способы; объем воздуха, вдуваемого в легкие взрослого человека, достигает 1000-1500 мл, т. е. в несколько раз больше, чем при других ручных способах, и вполне достаточен для целей искусственного дыхания; этот способ весьма прост, и им может овладеть за короткое время каждый человек, в том числе не имеющий медицинского образования; при этом способе исключена опасность повреждения органов пострадавшего; этот способ позволяет просто контролировать поступление воздуха в легкие пострадавшего - по расширению грудной клетки; он значительно менее утомителен.

Недостатком способа «изо рта в рот» является то, что он может вызвать взаимное инфицирование (заражение) и чувство брезгливости у оказывающего помощь. В связи с этим вдувание воздуха производят через марлю, носовой платок и другую неплотную ткань, а также через специальную трубку.

**Подготовка к искусственному дыханию.** Прежде чем приступить к искусственному дыханию, необходимо быстро выполнить следующие операции:

а) освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды - расстегнуть ворот, развязать галстук, расстегнуть пояс брюк и т п ;

б) уложить пострадавшего на спину на горизонтальную поверхность - стол или пол;

в) максимально запрокинуть голову пострадавшего, положив под затылок ладонь одной руки, а второй надавливая на лоб (рис. 9, а) до тех пор, пока подбородок пострадавшего не окажется на одной линии с шеей (рис. 19, б). При этом положении головы язык отходит от входа в гортань, обеспечивая тем самым свободный проход воздуха в легкие, рот обычно открывается. Для сохранения достигнутого положения головы под лопатки следует подложить валик из свернутой одежды;

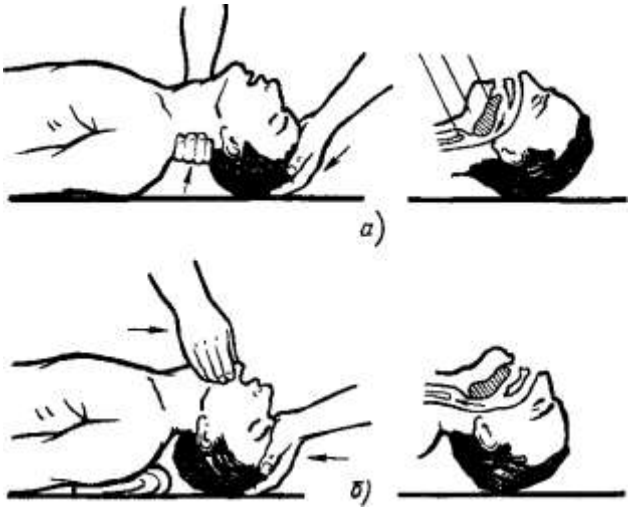


Рис. 9. Положение головы пострадавшего перед проведением искусственного дыхания по способу «изо рта в рот»

а - начальное положение головы вход в гортань 1 перекрыт надгортанником 2 и запавшим языком 3; б - положение головы, при котором начинают искусственное дыхание голова запрокинута, нижняя челюсть выдвинута (надгортанник приподнялся и язык отошел от входа в гортань, благодаря чему обеспечен свободный проход воздуха в нее).

г) пальцами обследовать полость рта, и если в нем обнаружится инородное содержимое (кровь, слизь и т. п.), удалить его, вынув одновременно зубные протезы, если они имеются. Для удаления слизи и крови необходимо голову и плечи пострадавшего повернуть в сторону (можно подвести свое колено под плечи пострадавшего), а затем с помощью носового платка или края рубашки, намотанного на указательный палец, очистить полость рта и глотки (рис. 10). После этого следует придать голове первоначальное положение и максимально запрокинуть ее, как указано выше (рис. 9).

Рис. 10. Очищение полости рта и глотки от слизи, крови и т. п.

Выполнение искусственного дыхания. По окончании подготовительных операций оказывающий помощь делает глубокий вдох и затем с силой выдыхает воздух в рот пострадавшего.

При этом он должен охватить своим ртом весь рот пострадавшего, а своей щекой или пальцами зажать ему нос (рис. 11, а).

Затем оказывающий помощь откидывается назад, освобождая рот и нос пострадавшего, и делает новый вдох. В этот период грудная клетка пострадавшего опускается и происходит пассивный выдох (рис. 11,б).

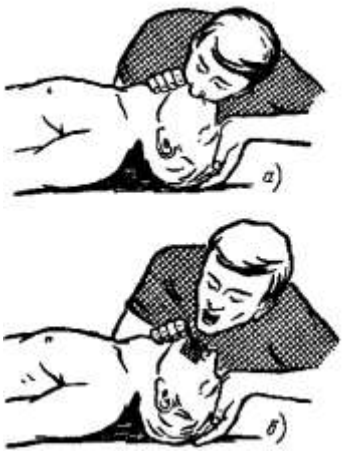


Рис. 11. Выполнение искусственного дыхания по способу «изо рта в рот»:

а - вдох, б - выдох

Маленьким детям вдувание воздуха можно производить одновременно в рот и нос, при этом оказывающий помощь должен охватить своим ртом рот и нос пострадавшего.

Контроль за поступлением воздуха в легкие пострадавшего осуществляется по расширению грудной клетки при каждом вдувании. Если после вдувания воздуха грудная клетка пострадавшего не расправляется, это свидетельствует о непроходимости дыхательных путей.

В таком случае необходимо выдвинуть нижнюю челюсть пострадавшего вперед, для чего оказывающий помощь должен поставить четыре пальца каждой руки позади углов нижней челюсти и, упираясь большими пальцами в ее край, выдвинуть нижнюю челюсть вперед так, чтобы нижние зубы стояли впереди верхних (рис. 19.12, а). Легче выдвинуть нижнюю челюсть введенным в рот большим пальцем, как показано на рис. 19.12,б.

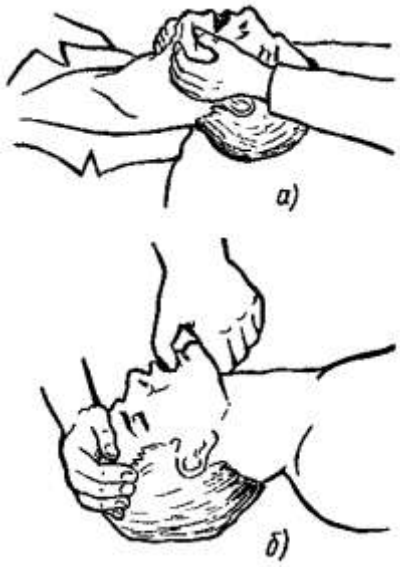



Рис. 12. Выдвижение нижней челюсти:
а - двумя руками, б - одной рукой

Наилучшая проходимость дыхательных путей пострадавшего обеспечивается при трех условиях: максимальном отгибании головы назад, открытии рта, выдвижении вперед нижней челюсти.

Иногда оказывается невозможным открыть рот пострадавшего вследствие судорожного сжатия челюстей. В этом случае искусственное дыхание следует производить по способу «изо рта в нос», закрывая рот пострадавшего при вдувании воздуха в нос.

Взрослому человеку вдувание надо делать резко 10-12 раз в минуту (т. е. через 5-6 с), а ребенку - 15-18 раз (т. е. через 3-4 с). При этом поскольку у ребенка вместимость легких меньше, вдувание должно быть неполным и менее резким.

При появлении у пострадавшего первых слабых вдохов следует приурочивать искусственный вдох к началу самостоятельного вдоха.

Искусственное дыхание необходимо проводить до восстановления глубокого ритмичного самостоятельного дыхания.

***1.4. Массаж сердца***

При оказании помощи пораженным током производится так называемый непрямой или наружный массаж сердца - ритмичное надавливание на грудь, т.е. на переднюю стенку грудной клетки пострадавшего. В результате этого сердце сжимается между грудиной и позвоночником и выталкивает из своих полостей кровь (рис. 19.13). После прекращения надавливания грудная клетка и сердце распрямляются и сердце заполняется кровью, поступающей из вен. У человека, находящегося в состоянии клинической смерти, грудная клетка из-за потери мышечного напряжения легко смещается (сдавливается) при нажатии на нее, обеспечивая необходимое сжатие сердца.

Рис. 13. Схематическое изображение поперечного сечения грудной клетки:
1 - грудная клетка; 2 – грудина; 3 – позвоночник; 4 – сердце. Пунктиром показано смещение грудной клетки и сердца при надавливании на грудину

**Цель массажа сердца** - искусственное поддержание кровообращения в организме пострадавшего и восстановление нормальных естественных сокращений сердца.

Кровообращение, т. е. движение крови по системе кровеносных сосудов, необходимо для того, чтобы кровь доставляла кислород ко всем органам и тканям организма. Следовательно, кровь должна быть обогащена кислородом, что достигается искусственным дыханием. Таким образом, одновременно с массажем сердца должно производиться искусственное дыхание.

Восстановление нормальных естественных сокращений сердца, т. е. его самостоятельной работы, при массаже происходит в результате механического раздражения сердечной мышцы (миокарда).

Давление крови в артериях, возникающее в результате непрямого массажа сердца, достигает сравнительно большого значения – 10-13 кПа (80-100 мм рт. ст.) и оказывается достаточным, чтобы кровь поступала ко всем органам и тканям тела пострадавшего. Это сохраняет жизнь организма в течение всего времени, пока производится массаж сердца (и искусственное дыхание).

**Подготовка к массажу сердца** является одновременно подготовкой к искусственному дыханию, поскольку массаж сердца должен производиться совместно с искусственным дыханием.

Для выполнения массажа необходимо уложить пострадавшего на спину на жесткую поверхность (скамью, пол или в крайнем случае подложить под спину доску). Необходимо также обнажить его грудь, расстегнуть стесняющие дыхание предметы одежды.

При производстве массажа сердца оказывающий помощь встает с какой-либо стороны пострадавшего и занимает такое положение, при котором возможен более или менее значительный наклон над ним.

Определив прощупыванием место надавливания (оно должно находиться примерно на два пальца выше мягкого конца грудины) (рис. 14), оказывающий помощь должен положить на него нижнюю часть ладони одной руки, а затем поверх первой руки положить под прямым углом вторую и надавливать на грудную клетку пострадавшего, слегка помогая при этом наклоном всего корпуса (рис.15). Предплечья и плечевые кости рук оказывающего помощь должны быть разогнуты до отказа. Пальцы обеих рук должны быть сведены вместе и не должны касаться грудной клетки пострадавшего. Надавливать следует быстрым толчком, так чтобы сместить нижнюю часть грудины вниз на 3-4, а у полных людей на 5-6 см. Усилие при надавливании следует концентрировать на нижней части грудины, которая более подвижна. Следует избегать надавливания на верхнюю часть грудины, а также на окончания нижних ребер, так как это может привести к их перелому. Нельзя надавливать ниже края грудной клетки (на мягкие ткани), так как можно повредить расположенные здесь органы, в первую очередь печень.

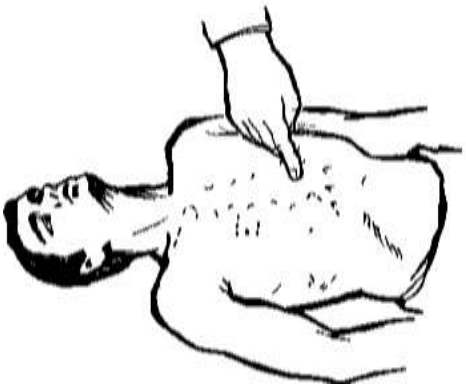


Рис 14. Место надавливания на грудную клетку пострадавшего при выполнении наружного массажа сердца

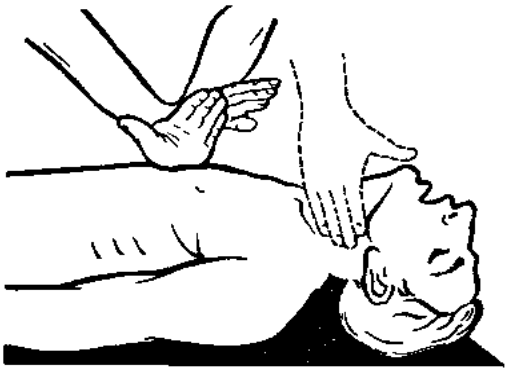


Рис 15. Положение рук производящего массаж сердца и проверка пульса на сонной артерии (пунктир)

Надавливание (толчок) на грудину следует повторять примерно 1 раз в секунду или несколько чаще, чтобы создать достаточный кровоток.

После быстрого толчка положение рук не должно меняться в течение примерно 0,5 с. После этого следует слегка выпрямиться и расслабить руки, не отнимая их от грудины.

У детей массаж производят только одной рукой, надавливая 2 раза в секунду.

Для обогащения крови пострадавшего кислородом одновременно с массажем сердца необходимо проводить искусственное дыхание по способу «изо рта в рот» (или «изо рта в нос»).

Если оказывающих помощь двое, то один из них должен производить искусственное дыхание, а другой - массаж сердца (рис. 16). Целесообразно каждому из них делать искусственное дыхание и массаж сердца поочередно, сменяя друг друга через каждые 5-10 мин При этом порядок оказания помощи должен быть следующим: после одного глубокого вдувания производится пять надавливаний на грудную клетку Если окажется, что после вдувания грудная клетка пострадавшего остается неподвижной (а это может свидетельствовать о недостаточном количестве вдуваемого воздуха), необходимо помощь оказывать в ином порядке, после двух глубоких вдуваний делать 15 надавливаний.

Рис. 16. Наружный массаж сердца и искусственное дыхание «изо рта в рот», выполняемые двумя лицами

Следует остерегаться надавливать на грудину во время вдоха.

Если оказывающий помощь не имеет помощника и проводит искусственное дыхание и наружный массаж сердца один, нужно чередовать проведение указанных операций в следующем порядке: после двух глубоких вдуваний в рот или нос пострадавшего оказывающий помощь 15 раз надавливает на грудную клетку, затем снова производит два глубоких вдувания и повторяет 15 надавливаний для массажа сердца и т. д.

Эффективность наружного массажа сердца проявляется в первую очередь в том, что при каждом надавливании на грудину на сонной артерии четко прощупывается пульс Для определения пульса указательный и средний пальцы накладывают на адамово яблоко пострадавшего и, продвигая пальцы вбок, осторожно ощупывают поверхность шеи до определения сонной артерии (рис. 15).

Другими признаками эффективности массажа является сужение зрачков, появление у пострадавшего самостоятельного дыхания, уменьшение синюшности кожи и видимых слизистых оболочек.

Контроль за эффективностью массажа осуществляет лицо, производящее искусственное дыхание.

Для повышения эффективности массажа рекомендуется на время наружного массажа сердца приподнять (на 0,5 м) ноги пострадавшего. Такое положение ног способствует лучшему притоку крови в сердце из вен нижней части тела.

Искусственное дыхание и наружный массаж сердца следует производить до появления самостоятельного дыхания и восстановления деятельности сердца или до передачи пострадавшего медицинскому персоналу.

О восстановлении деятельности сердца пострадавшего судят по появлению у него собственного, не поддерживаемого массажем регулярного пульса. Для проверки пульса через каждые 2 мин. прерывают массаж на 2-3 с. Сохранение пульса во время перерыва свидетельствует о восстановлении самостоятельной работы сердца.

При отсутствии пульса во время перерыва необходимо немедленно возобновить массаж.

Длительное отсутствие пульса при появлении других признаков оживления организма (самостоятельного дыхания, сужения зрачков, попытки пострадавшего двигать руками и ногами и др.) служит признаком фибрилляции сердца. В этом случае необходимо продолжать оказание помощи пострадавшему до прибытия врача или до доставки пострадавшего в лечебное учреждение, где будет произведена дефибрилляция сердца.

В пути следует беспрерывно делать искусственное дыхание и массаж сердца вплоть до момента передачи пострадавшего медицинскому персоналу.

***1.5. Электрическая дефибрилляция сердца***

Сердце человека, находящееся в состоянии фибрилляции, не может само по себе вернуться к нормальной, естественной работе. Более того, из-за нарастания гипоксии, т. е. недостатка кислорода в крови, работоспособность сердца быстро утрачивается и через некоторое время (в лучшем случае через несколько минут) фибрилляция сменяется полной остановкой сердца. В этом случае восстановить нормальную работу сердца оказывается значительно труднее, чем до момента его полной остановки.

Чтобы исключить полную остановку сердца из-за гипоксии, необходимо непрерывно производить его массаж и искусственное дыхание.

Дефибрилляция сердца, т. е. устранение его фибрилляции с восстановлением нормальной, естественной работы, может быть достигнута путем кратковременного воздействия большого тока на сердце пострадавшего. В этом случае под влиянием мощного электрического раздражения наступает одновременное возбуждение, а следовательно, и сокращение всех волокон сердечной мышцы, которые до того сокращались в разное время. В результате происходит однократное сокращение сердца, аналогичное тому, которое имеет место при нормальной его работе. После этого могут восстановиться его естественные ритмичные сокращения. Дефибрилляция производится с помощью специального электрического аппарата - дефибриллятора (рис. 17), в создании которого ведущую роль сыграли советские медики и инженеры во главе с доктором медицинских наук Н. Л. Гуревичем.

Основной частью прибора является конденсатор постоянного тока емкостью 20 - 25 мкФ с рабочим напряжением 6 кВ. Зарядка конденсатора производится до напряжения 4,5 - 6 кВ от осветительной сети переменного тока 127 или 220 В. При этом повышение напряжения осуществляется с помощью однофазного трансформатора, а выпрямление тока - с помощью диода, которые также являются составными частями дефибриллятора. Разрядный ток этого конденсатора является как раз тем импульсом, который устраняет фибрилляцию сердца. Разряд конденсатора производится через грудную клетку пострадавшего, так чтобы сердце находилось на пути разрядного тока, значение которого составляет 15 - 20 А, а длительность прохождения - около 10 мс. Чтобы обеспечить одинаковую продолжительность разряда при различных значениях сопротивления грудной клетки, которое колеблется в пределах 60 - 80 Ом, в цепи конденсатора предусмотрено индуктивное сопротивление 0,3 Гн. Благодаря этому сопротивлению напряжение, приложенное к телу пострадавшего, т. е напряжение между электродами 4 на рис. 2.17, оказывается в 3 раза меньше напряжения на конденсаторе и составляет 1,5-2 кВ.

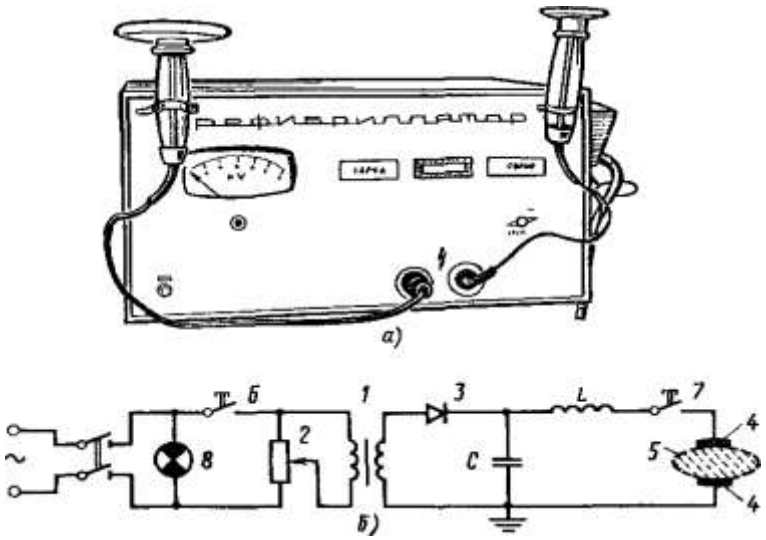



Рис. 17. Электрический дефибриллятор: а - общий вид; б - упрощенная принципиальная схема. 1 - повышающий трансформатор 127 (220)/6000 В; 2 - регулятор напряжения; 3 – диод; 4 – электроды; 5 - грудная клетка пострадавшего; 6 - кнопка заряда; 7 - кнопка разряда; 8 - сигнальная лампа; L - индуктивное сопротивление 0,3 Гн; С - конденсатор 20 - 25 мкФ.

У современных дефибрилляторов оба электрода одинаковые и представляют собой металлические диски с изолирующими рукоятками; при дефибрилляции электроды размещают на передней поверхности грудной клетки: один - под правой ключицей, а другой - непосредственно над областью сердца (рис. 18). Разрядная кнопка 7 (рис.18,б) вмонтирована в изолирующую рукоятку одного из электродов.

Рис. 18. Расположение электродов дефибриллятора на груди человека, находящегося в состоянии клинической смерти, при дефибрилляции сердца

Подготовка к дефибрилляции производится без прекращения массажа сердца и искусственного дыхания во избежание нарастания гипоксии. Подготовка заключается в подключении дефибриллятора к электрической сети, зарядке конденсатора и наложении электродов на тело пострадавшего.

Процесс дефибрилляции сводится к разряду конденсатора через сердце пострадавшего путем нажатия на разрядную кнопку 7. Разряд производится сразу после наложения на тело электродов, с тем чтобы не прерывать массаж сердца более чем на 3 - 5 с и тем самым не давать развиваться гипоксии.

В случае успешной дефибрилляции у пострадавшего вслед за разрядом возникает пульс. Иногда пульс появляется не сразу, а через 2 - 4 мин, во время которых необходимо делать искусственное дыхание и массаж сердца.

Электрическую дефибрилляцию сердца может производить только врач, владеющий этим методом.

**3.17.3 Результаты и выводы:**

1. Изучить правила организации первой медицинской помощи пострадавшим на производстве;

2. Рассмотреть способы освобождения пострадавшего от действия электрического тока;

3. Оформить отчет и сдать его преподавателю.

**3.18 Практическое занятие № ПЗ-18 (2 часа).**

**Тема: «Расчет безопасной эксплуатации грузоподъемных механизмов»**

**3.18.1 Задание для работы:**

1. Изучение технических требований к грузоподъемным механизмам.
2. Поверочные расчеты отдельных элементов грузоподъемных механизмов.

**3.18.2 Краткое описание проводимого занятия:**

В механизмах,, предназначенных для подъема и перемещения грузов, безопасность рабочих должна обеспечиваться правильным выбором канатов, цепей, блоков и других элементов

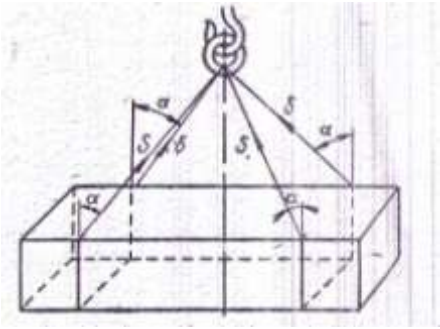


Рис. 1. Схема к расчету чалок.

Изучение методики поверочных расчетов можно начать с расчета грузозахватных приспособлений

Для захвата грузов и подвешивания их на крюк грузоподъемного механизма применяют чалки. На рисунке 10 показана схема захвата груза с помощью чалочного каната. Канат снабжен четырьмя ветвями, каждая из которых наклонена к вертикали под углом α.

При известном грузе Q натяжение S, возникающее в каждой ветви, находят по формуле

$$S = \frac{1}{\cos\alpha} \cdot \frac{Q}{m} \kappa Г. \quad (1)$$

где Q — вес поднимаемого груза, кг;

m — число ветвей каната

Если известно допускаемое натяжение ветви S, то максимально допускаемый пес груза определяют из выражения:

$$Q = m\frac{S}{K^0} \quad (2)$$

Величина К° зависит от угла наклона и равна соответственно при 0°—1, при 30°—1,15, при 45°—1,42 и при 60° —2.

Для чалок применяют пеньковые и стальные канаты. Пеньковые канаты рассчитывают только на растяжение по формуле

$$S = \frac{\pi d^2 \delta_p}{4} \kappa Г, \quad (3)$$

где d—диаметр каната, см,

S—нагрузка на канат, кГ

$\delta_р$—допускаемое условное напряжение на разрыв, кГ/см$^2$.

При расчетах можно принимать:

для несмоленого каната $\delta_р$=100 кГ/см$^2$

для смоленого каната $\delta_р$=90 кГ/см$^2$

При этих допускаемых напряжениях формула расчета нагрузки, допускаемой на канате, примет вид:

для несмоленого каната S=0,785d$^2$ кГ

для смоленого каната S=0,705d$^2$ кГ

Стальные канаты подвергают поверочному расчету по формуле:

$$S = \frac{P_р}{K} кГ \quad (4)$$

где S—натяжение ветви каната, кГ

$P_р$—разрывное усилие каната в целом, кГ

К—коэффициент запаса .прочности каната. Наименьший допускаемый К для грузовых канатов при ручном приводе машин рекомендуется брать равным 4; при машинном приводе —в зависимости от характера работы:

при легкой —5;

» средней —5,5;

» тяжелой —6;

» весьма тяжелой и весьма тяжелой непрерывного действия—6,5.

Данные канатов приведены в таблицах

Таблица 1

| Диаметр каната, мм | Разрывное усилие для канатов кГ | | |
|---|---|---|---|
| | специальных | повышенной прочности | нормальных |
| 9,6 | 704 | 631 | |
| 11,1 | 835 | ' 745 | 680 |
| 12,7 | 1101 | 994 | 907 |
| 14,3 | 1361 | 1228 | 1121 |
| 15,9 | 1740 | 1449 | 1323 |
| 19,1 | 2368 | 2017 | 1842 |
| 20,7 | 2731 | 2318 | 2117 |
| 23,9 | 3550. | 3091 | 2822 |
| 28,7 | 4830 | 4250 | 3880 |
| 31,8 | 5852 | 5175 | 4725 |

Таблица 2

Техническая характеристика стальных канатов

| Диаметр мм. | | разрывное усилие каната (кГ) в зависимости от расчетного предела прочности проволоки при растяжение кг/мм$^2$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| каната | проволки | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 |
| Канат 6×19=114 проволок и один органический сердечник (по гост 3070-55) | | | | | | | |
| 6,2 | 0,4 | --- | 1700 | 1820 | 1940 | 2070 | 2190 |
| 9,7 | 0,6 | 3560 | 3830 | 4100 | 4380 | 4650 | 490 |
| 11 | 0,7 | 4840 | 5210 | 5690 | 5960 | 6340 | 6710 |
| 12,5 | 0,8 | 6330 | 6810 | 7310 | 7790 | 8270 | 875 |
| 14 | 0,9 | 8000 | 8620 | 9220 | 9850 | 10450 | 11050 |
| 15,5 | 1 | 9860 | 10600 | 11350 | 12150 | 12900 | 13650 |
| Канат 6×37=222 проволок и один органический сердечник (по гост 3071-55) для кранов и полиспастов | | | | | | | |
| 8,7 | 0,4 | --- | 3200 | 3430 | 3660 | 3890 | 4120 |
| 11 | 0,5 | 4630 | 4990 | 5340 | 5700 | 6060 | 6420 |
| 13 | 0,6 | 6990 | 7200 | 7120 | 8240 | 8730 | 9260 |
| 15,5 | 0,7 | 9100 | 9790 | 10450 | 11150 | 11850 | 12550 |
| 17,5 | 0,8 | 11890 | 12750 | 13700 | 14600 | 15500 | 16450 |
| 19,5 | 0,9 | 15000 | 16150 | 17300 | 18450 | 19650 | 20800 |

В грузоподъемных механизмах наименьший допускаемый диаметр барабана или блока, огибаемого шальным канатом, определяют по формуле

$$D \geq d(e-1), \quad (5)$$

где D — диаметр барабана или блока, измеренный по дну канавки, мм
d — диаметр каната, мм;
e — коэффициент, зависящий от типа грузоподъемной машины и режима ее работы .

Таблица 3

| Тип грузовой машины | Привод грузоподъемной машины и режим ее работы | e |
|---|---|---|
| Всех типов, кроме стрелочных кранов, талей и лебедок | Ручной | 18 |
| | Машинный: | |
| | легкий | 20 |
| | тяжелый, | 25 |
| | весьма тяжелый и весьма тяжелый непрерывного действия .... | 30 |
| Электрические тали (тельферы) | - | 20 |

| | | |
|---|---|---|
| Лебедки с ручным приводом для подъема грузов и людей | - | 16 |

В некоторых грузоподъемных механизмах применяют грузовые цепи: сварные и пластинчатые. Расчеты цепей даны в курсе «Детали машин» и здесь не приведены.

При изучении состояния техники безопасности в каком-либо производственном предприятии иногда возникает необходимость провести поверочные расчеты на эксплуатационную надежность грузоподъемных механизмов.

**3.18.3 Результаты и выводы:**

Оформить отчет и сдать преподавателю