

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Н.С.Конюхова, Т.И.Курагина, О.В.Маслеева

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
КОМПЛЕКС УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

*Рекомендовано Ученым советом Нижегородского государственного
технического университета в качестве учебно-методического
пособия для студентов безотрывных форм обучения
по специальностям*

*140211 «Электроснабжение», 210106 «Промышленная электроника»,
210302 «Радиотехника», 190100 «Наземные транспортные системы»,
190201 «Автомобиле- и тракторостроение»,
190500 «Эксплуатация транспортных средств»,
190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство»
150204 «Машины и технологии литейного производства»
151001 «Технология машиностроения»*

УДК 658.382.3
ББК 65.247

Н.С.Конюхова, Т.И.Курагина, О.В.Маслеева. «Безопасность жизнедеятельности»: комплекс учебно-методических материалов/ Н.С.Конюхова, Т.И.Курагина, О.В.Маслеева; Нижегород. гос. техн. ун-т. Нижний Новгород, 2006. – 121 с.

Методическое пособие предназначено для студентов безотрывных форм обучения специальностей: 140211 «Электроснабжение», 210106 «Промышленная электроника», 210302 «Радиотехника», 190100 «Наземные транспортные системы», 190201 «Автомобиле- и тракторостроение», 190500 «Эксплуатация транспортных средств», 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство», 150204 «Машины и технологии литейного производства», 151001 «Технология машиностроения», в котором отражены основные положения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», приведены рабочая программа, опорный курс лекций, описание основных лабораторных работ и другие методические сведения.

Рецензент профессор Г.В.Пачурин

Редактор Э.А.Жирнова
Компьютерная верстка Н.С.Конюхова

Подписано в печать 06.06.2006 г. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 5,5. Уч.-изд.л.5. Тираж 300 экз. Заказ

Нижегородский государственный технический университет
Типография НГТУ.

Адреса университета и полиграфического предприятия:
603950 Н.Новгород, ул. Минина, 24

© Нижегородский государственный
технический университет, 2006
© Конюхова Н.С., Курагина Т.И.,
Маслеева О.В., 2006

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2. РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»	6
2.1. Ведомость числа часов по рабочим учебным планам «Безопасность жизнедеятельности»	6
2.2 Тематический план дисциплины	6
3. ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ	11
Раздел 1. Общие вопросы	11
1.1 Цели и задачи БЖД	11
1.2 Правовые и организационные вопросы	15
Раздел 2 Производственная санитария	23
2.1 Оздоровление воздушной среды	23
2.2 Производственное освещение	29
2.3 Защита от вибраций, шума	33
2.4 Защита от вредного воздействия электромагнитных полей и ионизирующих излучений	38
Раздел 3 Обеспечение безопасности технических систем и технологических процессов ...	42
3.1. Электробезопасность	42
3.2 Безопасность технологических процессов и производственного оборудования	49
3.3 Пожарная безопасность	57
4. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	61
Методические указания к лабораторной работе «Эффективность и качество освещения» ..	61
Методические указания к лабораторной работе «Исследование микроклимата производственных помещений»	67
Методические указания к лабораторной работе «Исследование опасности поражения электрическим током в трехфазных сетях переменного тока напряжением до 1000 В»	74
Методические указания к лабораторной работе «Оценка действия защитного заземления и зануления»	85
Список литературы	95
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ	96
Вопросы для контрольной работы	96
Образцы выполнения контрольных работ	107
6. Контроль знаний	110
6.1 Вопросы и задания для самоконтроля усвоения теоретического материала	110
6.2 Вопросы для самоконтроля усвоения материала лабораторных работ	113
7. ГЛОССАРИЙ	118
8. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	121

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина "Безопасность жизнедеятельности" - обязательная обще профессиональная дисциплина, в которой соединена тематика безопасного взаимодействия человека со средой обитания и вопросы защиты от негативных факторов чрезвычайных ситуаций.

Целью дисциплины является формирование у специалистов знаний, необходимых для эффективной профессиональной деятельности в соответствии с требованиями безопасности и защиты человека.

Основная задача дисциплины - приобретение специалистами практических навыков, необходимых:

- для создания комфортных условий трудовой деятельности человека;
- разработки и реализации мер защиты человека и среды обитания от негативных воздействий;
- проектирования и эксплуатации техники, технологических процессов и промышленных объектов в соответствии с требованиями безопасности и экологичности;
- обеспечения устойчивости функционирования объектов и технических систем;
- прогнозирования развития и оценки последствий чрезвычайных ситуаций;
- принятия решений по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, а также принятия мер по ликвидации их последствий.

При чтении курса лекций будут использованы материалы, отражающие современные достижения науки и техники в области производственной безопасности и защиты окружающей среды.

Студент должен знать современное состояние и негативные факторы среды обитания, принципы обеспечения безопасности взаимодействия человека

со средой обитания, основы физиологии и рациональные условия деятельности, средства и методы повышения безопасности технических средств и технологических процессов, а также правовые, нормативно-технические и организационные основы безопасности жизнедеятельности.

Студент должен уметь прогнозировать чрезвычайные ситуации и разрабатывать мероприятия по защите населения и персонала в чрезвычайных ситуациях, а также ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий,

Студент должен иметь навыки проектирования и эксплуатации систем обеспечения жизнедеятельности в рабочей зоне.

Дисциплина способствует повышению гуманитарной подготовки выпускников технических вузов и базируется на знаниях, полученных при изучении социально-экономических, естественнонаучных и обще профессиональных дисциплин. Ее изучение рекомендуется проводить на завершающем этапе формирования специалиста.

2. РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

2.1. Ведомость числа часов по рабочим учебным планам

«Безопасность жизнедеятельности»

Направление подготовки, направление специальности, специальность	Заочная форма обучения					
	Всего часов	Ауд.	Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Контрольная или расчетно-графическая работа
210302 «Радиотехника»	100	16	8	8	84	Есть
140211 «Электро-снабжение»	174	16	8	8	158	Есть
150204 «Машины и технологии литейного производства»	119	18	10	8	101	Есть
151001 «Технология машиностроения»	131	18	10	8	13	Есть
190100 «Наземные транспортные системы» 190201 «Автомобиле- и тракторостроение»	110	18	10	8	92	Есть
190500 «Эксплуатация транспортных средств» 1906010 «Автомобили и автомобильное хозяйство»	127	18	10	8	105	Есть
210106 «Промышленная электроника»	100	16	8	8	84	Есть

2.2 Тематический план дисциплины

п/п	Наименование темы	Всего часов		
		Лекции, часы		Лабораторные работы, часы
		Специальность		Специальность
		2007, 1004, 210106	1204, 1203, 1501, 1502	2007, 1004, 1201, 1203, 1501, 1502, 210106
Раздел 1. Общие вопросы				
.1	Тема 1 Цели и задачи БЖД	0,5	0,5	

п/п	Наименование темы	Всего часов		
		Лекции, часы		Лабораторные работы , часы
		Специальность		Специальность
		2007, 1004, 210106	1204, 1203, 1501, 1502	2007, 1004, 1201, 1203, 1501, 1502, 210106
.2	Тема 2 Правовые и организационные вопросы	0,5	1	
Раздел 2 Производственная санитария				
.1	Тема 1 Оздоровление воздушной среды	1	1	
.2	Тема 2 Производственное освещение	1	1	
.3	Тема 3 Защита от вибрации, шума	1	1,5	2
.4	Тема 4 Защита от электромагнитных полей и ионизирующих излучений	0,5	0,5	2
Раздел 3 Обеспечение безопасности технических систем и технологических процессов				
.1	Тема 1 Электробезопасность	1,5	1,5	2
.2	Тема 2 Безопасность технологических процессов и производственного оборудования	1	2	
3.3	Тема 3 Пожарная безопасность	1	1	2
Итого:		8	10	8
Форма контроля знаний студента		Экзамен		

Раздел 1 Общие вопросы

- Цели и задачи БЖД. Основные задачи при подготовке инженера-руководителя производства, разработчика новой техники. Роль специалиста в обеспечении безопасной деятельности человека и сохранении окружающей среды, организации и проведении работ по ликвидации последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий. Среда обитания человека: окружающая, производственная, бытовая. Взаимодействие человека со средой обитания. Обеспечение безопасности человека в системе "Человек - среда обитания - машина" - объективная основа возникновения проблемы безопасности жизнедеятельности.
- Правовые и организационные вопросы. Основные законодательные акты по охране труда. Государственный надзор и контроль по охране труда и природной окружающей среды. Организация службы охраны труда на предприятиях. Обязанность администрации по обеспечению безопасных и здоровых условий труда. Обучение по охране труда. Виды ответственности за нарушение законодательства, норм и правил по охране труда и окружающей природной среды. Расследование несчастных случаев. Причины несчастных случаев. Анализ травматизма.

Раздел 2 Производственная санитария

- Оздоровление воздушной среды. Причины и характер загрязнения воздушной среды в производственных условиях. Классификация вредных веществ. Предельно допустимые концентрации вредных веществ и их виды. Измерение концентрации вредных веществ. Основные параметры микроклимата: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха и барометрическое давление. Их влияние на организм человека, мероприятия по оздоровлению воздушной среды и нормирование. Виды вентиляции и требования безопасности, предъявляемые к ней. Механическая вентиляция, ее

устройство и расчет. Устройство местной вентиляции. Естественная вентиляция.

- Производственное освещение. Физиологическое влияние освещения на человека. Основные светотехнические величины, определяющие зрительные условия работы. Классификация производственного освещения. Требования, предъявляемые к освещению. Источники искусственного света и их основные характеристики. Светильники, их классификация и характеристики. Нормирование и расчет искусственного освещения. Устройство естественного освещения (фонари, окна и т.п.) и его эксплуатация. Нормирование естественного освещения.
- Защита от вибраций, шума. Причины, вызывающие вибрацию. Основные источники вибрации в машиностроении и в сварочных цехах. Причины возникновения и характеристики вибрации. Физиологическое действие вибрации на человека. Нормирование вибраций. Общие методы борьбы с вибрацией. Средства индивидуальной защиты. Причины шумов. Основные источники шума. Сила звука и звуковое давление и их уровни. Частотные диапазоны, ультразвук и инфразвук. Классификация шумов. Физиологическое действие шума на организм человека. Нормирование шума. Шумовые характеристики машин и методы их определения. Основная формула акустического расчета для открытого пространства и производственных помещений. Средства и методы защиты от шума. Акустическая обработка помещений. Глушители шума. Средства индивидуальной защиты от шума.
- Защита от вредного воздействия электромагнитных полей и ионизирующих излучений. Причины возникновения ЭМП. Источники ЭМП. Классификация полей по частоте. Напряженность магнитного поля и плотность потока энергии. Физиологическое воздействие ЭМП на человека. Нормирование ЭМП. Методы защиты от воздействия

ЭМП. Особенности воздействия и нормирование постоянных магнитных и электростатических.

Раздел 3 Обеспечение безопасности технических систем и технологических процессов

- **Электробезопасность.** Электротравматизм в промышленности. Физиологическое действие электрического тока на человека и виды поражений. Пороговые значения и факторы, определяющие степень поражения током. Классификация помещений по электроопасности. Первая помощь пострадавшим от электрического тока. Виды электрических сетей. Анализ прикосновения в однофазных и трехфазных сетях. Способы защиты от поражения электрическим током.
- **Безопасность технологических процессов** производственного оборудования. Общие требования к безопасности технических средств и технологических процессов. Опасные зоны оборудования. Средства защиты: ограждения, блокировки, сигнализация, системы дистанционного управления и т.п. Обеспечение безопасности грузоподъемного оборудования, конвейеров, систем, работающих под давлением.
- **Пожарная безопасность.** Причины пожаров. Основные характеристики горения. Пожаровзрывоопасность, характеристика горючих материалов. Классификация помещений по пожаровзрывоопасности. Меры пожарной профилактики. Огнестойкость зданий и сооружений, противопожарные разрывы и преграды, взрывозащищенное электрооборудование, устройства для улавливания дыма и пожароопасных паров и газов. Принципы прекращения горения и их реализация при тушении пожаров. Огнетушащие вещества. Системы тушения пожаров. Организация пожарной охраны на предприятиях. Молниезащита зданий и сооружений.

3. ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Раздел 1. Общие вопросы

1.1 Цели и задачи БЖД

Научные задачи БЖД сводятся к идентификации опасных и вредных факторов (распознавание и их количественная оценка), генерируемых элементами среды обитания (технические средства, технологические процессы, природные явления), разработке и реализации новых методов защиты, моделированию и прогнозированию чрезвычайных ситуаций.

Практические задачи БЖД включают выбор принципов защиты, рациональное использование средств защиты человека и природной среды от негативного воздействия техногенных источников и стихийных явлений.

Реализация этих задач обуславливает *цель и содержание БЖД* — обеспечение комфортных условий деятельности человека на всех стадиях его жизненного цикла и нормативно допустимых уровней воздействия негативных факторов на человека и природную среду, что создаёт предпосылки для наивысшей работоспособности и продуктивности труда.

Выбор оптимальных параметров и организации среды деятельности и отдыха основан на учёте физиологических показателей человека, его психологического состояния, требует глубокого знания анатомо-физиологических особенностей человека и его функциональных возможностей.

Решение задач БЖД при проектировании и эксплуатации технических систем невозможно без знания инженером уровней допустимого воздействия опасных и вредных факторов на человека и среду обитания, а также без знания негативных последствий, возникающих при нарушении нормативных требований.

Разрабатывая новую технику, инженер обязан обеспечить не только её функциональное совершенство, технологичность и приемлемые экономические

показатели, но и достичь требуемых уровней её экологичности и безопасности. На этапе проектирования и подготовки производства инженер должен уметь выявить все негативные факторы, установить их значимость, разработать и применить в конструкции машин средства снижения негативных факторов до допустимых значений, а также средства предупреждения аварий и катастроф.

Труд - целесообразная деятельность человека, в процессе которой он при помощи орудий труда воздействует на природу и использует ее в целях создания предметов, необходимых для удовлетворения своих потребностей.

Трудолюбие - черта характера, заключающаяся в положительном отношении личности к процессу трудовой деятельности. Проявляется в активности, инициативности, добросовестности, увлеченности и удовлетворенности самим процессом труда. В психологическом плане трудолюбие предполагает отношение к труду как к основному смыслу жизни, потребность и привычку трудиться. Для его воспитания необходимо, чтобы человек видел и понимал смысл и результаты своего труда.

Различают умственный и физический труд. Это две взаимосвязанные стороны человеческой деятельности, социальная форма разделения труда в зависимости от способа воздействия на предмет труда.

Умственный труд - аналитико-синтетическая мыслительная деятельность, продуктом которой является определенным образом оформленная информация (текст, расчет, чертеж, сообщение, распоряжение и др.).

Физический труд - вид трудовой деятельности, связанный с приложением мускульных усилий человека и направленный на изменение материально-вещественной среды.

Любой вид деятельности в определенных пропорциях сочетает элементы умственного и физического труда.

В умственном труде физические функции выступают средством получения, оформления информации, в физическом труде умственные функции направлены на выбор, планирование, контролирование соответствующего физического усилия.

Производственная деятельность – это совокупность действий работников с применением средств труда, необходимых для превращения ресурсов в готовую продукцию. Безопасные условия труда – это условия труда, при которых воздействие опасных и вредных факторов исключено или уровень их воздействия не превышает допустимого значения. Опасные производственные факторы – факторы, воздействие которых на работника в определенных условиях может привести к травмам (раскаленные тела, вращающиеся части). Вредные производственные факторы – факторы, воздействие которых на работника в определенных условиях может привести к заболеванию.

В ГОСТ 12.0.003-74* «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» все опасные и вредные производственные факторы подразделяются на 4 группы:

1. *Физические факторы*: движущиеся части механизмов, повышение или понижение температуры воздуха, повышение или понижение температуры поверхности, повышенная запыленность или загазованность, повышенная влажность, повышенная скорость движения воздуха, повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации, недостаточная освещенность, повышенный уровень излучения (УФИ, лазерное, электромагнитное), опасность поражения электрическим током и т.д.
2. *Химические факторы*: общетоксичные, раздражающие, вызывающие аллергию, канцерогенные (вызывают рак), мутагенные, влияющие на репродуктивную деятельность.
3. *Биологические факторы*: микроорганизмы, макроорганизмы.

4. *Психофизиологические факторы:* физическая перегрузка, нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, эмоциональные перегрузки, монотонность труда).

Потенциальная опасность и риск - это скрытая от человека опасность, которая в определенных условиях реализуется в виде травм и заболеваний. Совокупность взаимодействия человека и производственной среды, при которой потенциальная опасность превращается в реальную, называется *обстоятельствами*, а непосредственные события, следствием которых становится несчастный случай – *причинами* несчастных случаев. Опасность и вредность в производственной сфере локализованы во времени и пространстве и потенциально существует независимо от человека. Опасная зона – это зона действия опасных факторов. Вероятность превращения потенциальной опасности в реальную зависит от взаимного расположения во времени и пространстве человека и опасной зоны.

Существует три варианта: человек находится в зоне действия опасности, зона действия и место нахождения человека совпадают частично (например, работает пресс), полное совпадение (взрыв).

За критерий возможных последствий принят *риск*, т.е. вероятность проявления опасности во время появления человека в опасной зоне. Риск – нежелательные последствия в единицу времени к возможному числу событий. Риск травмирования человека, выполняющего в течение года определенную работу, определяется по формуле:

$$R = n/N$$

где N – количество работников; n – количество травм за год.

За приемлемый риск принята величина $<10^{-6}$.

1.2 Правовые и организационные вопросы

1.2.1 Основные документы в области охраны труда:

- Конституция РФ;
- Трудовой кодекс РФ.
- Охрана труда – это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. Включает в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные мероприятия.
- Обязанности руководителя: обеспечение безопасных условий труда, обеспечение средствами индивидуальной защиты (СИЗ), обучение и инструктаж, аттестация рабочих мест, проведение медосмотров, расследование несчастных случаев, обязательное социальное страхование от несчастных случаев.
- Обязанности работника: соблюдать правила по охране труда, применение СИЗ, прохождение обучения и инструктажа, прохождение медосмотров.
- Права работника: на рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда, обязательное социальное страхование, отказ от выполнения работы в случае возникновения опасности, компенсация, установленная законом за вредные условия труда;
- Федеральный закон «Об основах охраны труда в РФ»;
- Федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве»;
- Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- Федеральный закон «О пожарной безопасности».

1.2.2 Государственные нормативные акты:

ГОСТ, СН (санитарные нормы), СНиП (строительные нормы и правила), СанПиН (санитарные правила и нормы), ГН (гигиенические нормы), ПУЭ (правила устройства электроустановок);

ГОСТ 12.X.XXX-XX ССБТ,

где 12 – код ГОСТов по охране труда (ССБТ – система стандартов безопасности труда);

X – код подсистем:

0 – организационные, методические (термины и определения);

1 – по видам опасных и вредных факторов (допустимые значения, классификация, методы контроля, способы защиты);

2 – требования безопасности к производственному оборудованию (способы защиты...);

3 – требования безопасности к производственным процессам (размещение оборудования и рабочих мест, режимы работы, хранение сырья, отходы ...);

4 – средства индивидуальной защиты;

XXX – порядковый номер;

XX – год регистрации стандарта.

1.2.3 Государственное управление охраной труда

В соответствии с Трудовым кодексом государственное управление охраной труда осуществляется правительством РФ и по его поручению федеральными органами муниципальной власти. Принципы управления: предупреждение травматизма и профессиональных заболеваний, обеспечение гарантий прав работников на охрану труда, обязательное социальное страхование. Основные цели: реализация государственной политики, создание безопасных условий труда, защита интересов работника пострадавшего от

несчастных случаев, взаимодействие и сотрудничество работодателей, государственных органов, профсоюзов и т.д. в области охраны труда.

1.2.4 Контроль и надзор за состоянием охраны труда

Контроль и надзор по охране труда осуществляют:

- прокуратура (соблюдение законов);
- Федеральная инспекция труда при департаменте труда РФ.
- Задачи: осуществление надзора и контроля, заключение по проектам на соответствие требованиям охраны труда, участвуют в разработке ГОСТов, проведении расследования и учете несчастных случаев на производстве. Имеют право наложить штраф или закрыть предприятие.
- Российский технический надзор (грузоподъемные, котельные и т.д.);
- ГосЭнергоНадзор (электротеплоустановки);
- ГосАтомНадзор;
- Российский потребительский надзор (соблюдение норм производственной санитарии и гигиены труда);
- пожарный надзор;
- профсоюзный общественный надзор.

Административный трехступенчатый контроль осуществляют:

1. *ступень* – **ежедневно** - мастер и общественный инспектор перед началом рабочей смены проверяют рабочие места, оборудование, обнаруженные недостатки устраняют и делают соответствующую запись в журнале;
2. *ступень* – **еженедельно** - начальник цеха, инженер по охране труда проверяют состояние охраны труда на участках и делают соответствующую отметку в журнале;
3. *ступень* – **ежемесячно** - главный инженер, представитель профкома, начальник отдела охраны труда проверяют состояние работ по охране труда.

1.2.5 Виды ответственности за нарушение правил и норм по охране труда

Ответственность работодателя: административная, дисциплинарная, уголовная.

Ответственность работника: дисциплинарная, материальная, уголовная.

- Дисциплинарная ответственность (Трудовой кодекс): выговор, строгий выговор, увольнение. Привлекаются должностные лица, когда по их вине произошли нарушения по охране труда, которые не влекут за собой тяжкие последствия и не могли повлечь.
- Административная ответственность (кодекс об административных правонарушениях). Штраф (0,5-1 МРОТ) Это ответственность перед органами государственного надзора.
- Материальная ответственность (Гражданский кодекс). Возмещение ущерба. Накладывается на должностных лиц за нарушение правил охраны труда, если в результате нарушения требуется выплатить сумму потерпевшему от несчастных случаев или органам социального страхования.
- Уголовная ответственность (Уголовный кодекс). Штраф (200, 300 ... МРОТ), исправительные работы (до 2 лет), лишение свободы (до 5 лет)

1.2.6 Служба охраны труда

Согласно Трудовому кодексу в целях обеспечения требований охраны труда осуществляется контроль за их выполнением, в каждой организации численностью более 100 сотрудников создается служба охраны труда. При отсутствии службы охраны труда работодатель заключает договор со специалистами в области охраны труда. Служба охраны труда подчиняется руководителю предприятия. На должность специалиста по охраны труда назначаются имеющие квалификацию инженера по охране труда или прошедшие специальное обучение по охране труда.

Задачи службы охраны труда: организация по обеспечению выполнения работниками требований по охраны труда, контроль за соблюдением охраны

труда, информация о состоянии охраны труда. На службу охраны труда возлагают следующие функции: учет и анализ производственного травматизма и профессиональных заболеваний, измерение величин опасных и вредных факторов, оценка травмобезопасности, аттестация рабочих мест, приемка в эксплуатацию производственных объектов, согласование документации в области охраны труда, участие в расследовании несчастных случаев, обучение по охране труда.

1.2.7 Комитеты по охране труда

В соответствии с Трудовым кодексом на предприятиях с численностью более десяти человек должны создаваться комитеты по охране труда, в состав которых входят представители работодателя и профсоюзов.

1.2.8 Обучение по охране труда

В соответствии с ГОСТ 12.0.004-90 существуют три основные формы обучения по охране труда:

1. *Подготовка новых кадров:* при получении любых профессиональных знаний в программу обучения обязательно включаются вопросы по охране труда.
2. *Повышение квалификации:* руководители и специалистов не реже 1 раза в 3 года должны пройти обучение и сдать квалификационные экзамены по охране труда.
3. Инструктажи.

Виды инструктажа:

- вводный инструктаж (проводится с вновь поступившими на работу). Проводят инженеры по охране труда. Включает в себя общие сведения о предприятии, общие меры безопасности. Делается запись в журнале вводного инструктажа;
- первичный на рабочем месте (проводит мастер). Сведения об оборудовании на конкретном рабочем месте, мастер должен осуществлять контроль до 14 дней, запись в журнале;

- повторный инструктаж (проводит мастер) напоминает те же самые меры безопасности не реже чем раз в полгода, запись в журнале;
- внеплановый инструктаж (после несчастных случаев, изменение правил по охране труда, изменение оборудования и т.д.) проводит мастер, запись в журнале;
- целевой инструктаж (проводит мастер), если работы выполняются по наряду-допуску (работы с повышенной опасностью), выполнение работ не по специальности (субботник), при ликвидации последствий аварии, проведение экскурсии на предприятии.

1.2.9 Расследование несчастных случаев

Несчастный случай - это случай воздействия на рабочего опасного производственного фактора.

Причины производственного травматизма:

- **организационные:** отсутствие или некачественное проведение инструктажа, отсутствие инструкции по охране труда, недостаточный контроль, нарушение правил эксплуатации, недостатки содержания проездов, проходов, нарушение технологического регламента, неудовлетворенная организация рабочего места, нарушение правил безопасности движения.
- **технические причины:** несоответствие требованиям технологического оборудования, неправильный выбор методов обработки, транспортировки транспортных средств, несоблюдение планово-производственных сроков, неисправность технологического оборудования, несовершенство ограждений.
- **санитарно-гигиенические:** несоответствие метеоусловий, повышенный уровень шума, вибрации, излучения.
- **психофизиологические причины:** недостаточная профессиональная подготовка, нарушение правил безопасного ведения работ, нарушение трудовой и производственной дисциплины, снижение внимательности,

несоответствие психофизиологических данных работника выполняемой работе.

Расследуются и подлежат учету травмы, повлекшие за собой необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую потерю трудоспособности или его смерть, если они произошли: в течение рабочего дня, на территории предприятия, при следовании к месту работы на транспорте предприятия, при следовании к месту командировки, при ликвидации последствий аварий или стихийных бедствий, при осуществлении действий, не входящих в трудовые обязанности, но совершаемые в интересах предприятия.

1.2.10 Порядок расследования несчастных случаев

О любом несчастном случае очевидцы извещают мастера, который сообщает начальнику цеха и принимает меры для предотвращения возможной аварии; сохраняет место до начала расследования. Начальник цеха сообщает в отдел охраны труда, главному инженеру и в профсоюз. Главный инженер издаёт приказ о создании комиссии по расследованию.

Состав комиссии (для обычного расследования): председатель – представитель работодателя (начальник цеха), инженер по охране труда, представитель профсоюза. Для специального расследования (групповые несчастные случаи, тяжёлые, со смертельным исходом): председатель (государственный инспектор по охране труда), председатель исполнительной власти, председатель территориального объединения профсоюзов, члены комиссии при обычном расследовании.

На обычное расследование отводится срок 3 дня, на специальное – 15 дней. Составляется акт по форме Н-1, в котором указываются данные о предприятии, пострадавшем; описание несчастного случая, причины несчастного случая и разрабатываются мероприятия по устранению причин; привлекают дополнительные материалы. Если своевременно не было сообщено

о несчастном случае, то пострадавший в течение месяца может написать заявление о рассмотрении несчастного случая.

Расследованию подлежат, но не считаются несчастными случаями на производстве: естественная смерть, самоубийство, смерть в результате алкогольного, наркотического опьянения, не связанная с нарушением технологического процесса, несчастный случай, произошедший при совершении уголовно наказуемого деяния.

Оформление результатов – составление акта по форме Н-1 в количестве двух экземпляров (хранится 45 лет).

1.2.11 Анализ причин несчастных случаев на производстве

Существует несколько методов анализа причин травматизма:

- статистический.

Коэффициент частоты травматизма показывает количество несчастных случаев, приходящихся 1000 рабочих за отчётный период:

$$K_H = \frac{T}{P} \times 1000,$$

где T – число травм; P – число рабочих.

Коэффициент тяжести показывает количество дней нетрудоспособности, приходящихся на один несчастный случай:

$$K_H = \frac{D}{T},$$

где D – общее число дней нетрудоспособности (учтены травмы, оформленные больничным листом).

- Топографический – на плане цеха отмечают места, где произошли НС.
- Экономический – определяют экономический ущерб от травматизма и экономическую эффективность мероприятий по охране труда.

Раздел 2 Производственная санитария

2.1 Оздоровление воздушной среды

2.1.1 Вредные вещества

В воздухе рабочей зоны могут присутствовать различные вредные вещества. *Рабочая зона* – это пространство высотой до 2м над уровнем пола или рабочей площадки.

Воздействие вредных веществ на человека зависит от химического состава вредных веществ, концентрации, для пыли - от размера частиц. По характеру воздействия вредные вещества делятся на общетоксичные (СО), раздражающие (SO₂, Cl₂), аллергические (растворители), мутагенные (Pb), канцерогенные (Ni, Cr), влияющие на репродуктивную деятельность (Hg, Pb).

ПДК (предельно допустимая концентрация) – это максимальная концентрация вредного вещества в воздухе, которая при работе в течение 8 часов в день и на протяжении всего трудового стажа не приводит к профессиональному заболеванию.

В зависимости от ПДК вредные вещества делят на классы:

- чрезвычайно опасные вредные вещества - $ПДК \leq 0,1 \text{ мг/м}^3$;
- высоко опасные вредные вещества - $0,1 < ПДК < 1 \text{ мг/м}^3$;
- умеренно опасные вредные вещества - $1 < ПДК < 10 \text{ мг/м}^3$;
- малоопасные вредные вещества $ПДК > 10 \text{ мг/м}^3$.

При одновременном действии нескольких вредных веществ они могут оказывать на организм человека:

- разнонаправленное действие (СО, SO₂)

$$C_{CO} \leq ПДК_{CO} \quad C_{SO_2} \leq ПДК_{SO_2};$$

- однонаправленное действие (Ni, Cr)

$$\frac{C_{Ni}}{ПДК_{Ni}} + \frac{C_{Cr}}{ПДК_{Cr}} \leq 1 .$$

2.1.2 Микроклимат

Параметрами микроклимата в рабочей зоне являются: температура воздуха, °С; температура поверхности оборудования, °С; относительная влажность, %; скорость движения воздуха, м/с; интенсивность теплового облучения, Вт/м².

Теплообмен человека с окружающей средой осуществляется путем излучения в инфракрасном диапазоне, теплопроводностью (при контакте), за счет конвекции (скорости движения воздуха), испарением (зависит от температуры, влажности, скорости движения)

Нормирование микроклимата производится в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 в зависимости от категории тяжести работ и периода года.

Подразделение работ на категории тяжести происходит в зависимости от энергозатрат организма на выполнение данного вида работы:

- лёгкая (1а - работа, выполняемая сидя; 1б - сидя и небольшая ходьба);
- средней тяжести (2а – работа, выполняемая стоя, вес изделия до 1 кг; 2б – работа, выполняемая стоя, вес изделия от 1 до 10 кг);
- тяжёлая (3 - работа, связанная с постоянной физической нагрузкой, вес изделий более 10 кг).

Периоды года определяются среднесуточной температурой окружающей среды: холодный период – не менее +10 °С, тёплый – более +10 °С.

Различают оптимальные и допустимые значения микроклимата: оптимальные – ощущение теплового комфорта в течение 8 часов; допустимые – вызывают локальные ощущения теплового дискомфорта.

2.1.3 Вентиляция

Вентиляция – организованный и регулярный воздухообмен, который обеспечивает удаление вредных веществ из воздуха и улучшает параметры микроклимата. Классификация вентиляции приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Классификация производственной вентиляции

Вентиляция			
Естественная	Механическая		Смешанная (естественная плюс механическая)
	Общеобменная	Местная	
<ul style="list-style-type: none">• Ветровая• Тепловая	<ul style="list-style-type: none">• Приточная• Вытяжная• Приточно-вытяжная	<ul style="list-style-type: none">• Вытяжная• Приточная	

Аварийную вентиляцию (всегда вытяжная) выполняют в помещениях, где возможно выделение токсичных или взрывоопасных веществ.

Требования к вентиляции: вентиляция должна обеспечивать правильное соотношение между количеством подаваемого и удаляемого воздуха, вентиляция не должна быть источником опасных и вредных факторов, вентиляция должна быть проста в эксплуатации и экономична.

2.1.4 Естественная вентиляция

Организованная – через специальные проёмы и сооружения.

Неорганизованная – через неплотности конструкции.

К достоинствам естественной вентиляции относятся низкие эксплуатационные и капитальные затраты.

Недостатки естественной вентиляции: не применяется в помещениях, где есть выброс веществ, не осуществляет очистки перед выбросом в атмосферу.

2.1.5 Механическая вентиляция

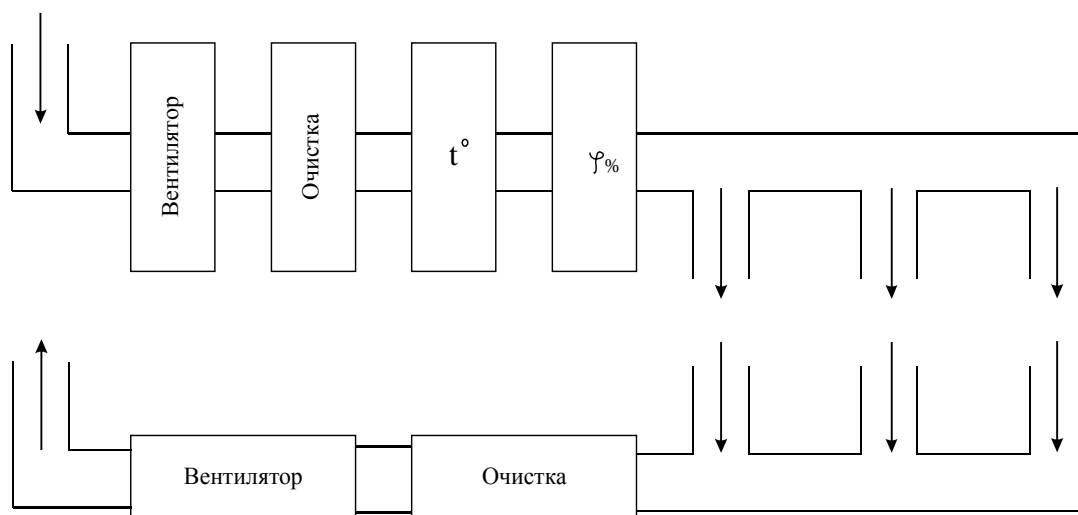


Рис. 2.1 Схема механической вентиляции

Схема механической вентиляции представлена на рис. 2.1.

Достоинства механической вентиляции: осуществляется предварительная обработка воздуха, возможность подачи и отбора воздуха в любой точке помещения, возможность очистки воздуха. Недостатки: высокие эксплуатационные и капитальные затраты.

2.1.6 Местная вентиляция

Местная вентиляция предназначена для удаления вредных веществ из зоны их выделения или нормализации параметров микроклимата на рабочем месте. Местная вентиляция бывает вытяжной и приточной системы.

Схемы вытяжной местной вентиляции представлены на рис. 2.2-2.5.

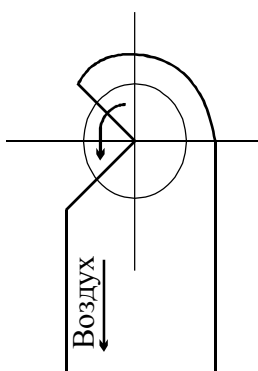


Рис. 2.2 Защитнообеспыливающий кожух (шлифовальные станки)

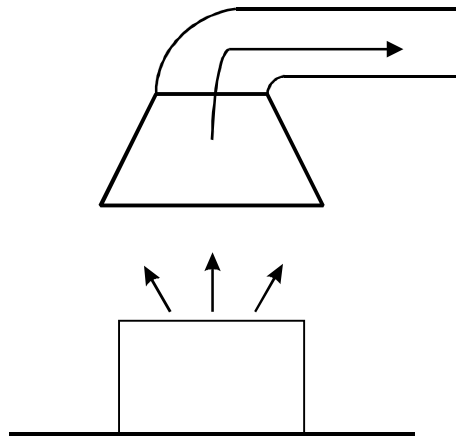


Рис. 2.3 Вытяжной зонт (для удаления вредных веществ легче воздуха)

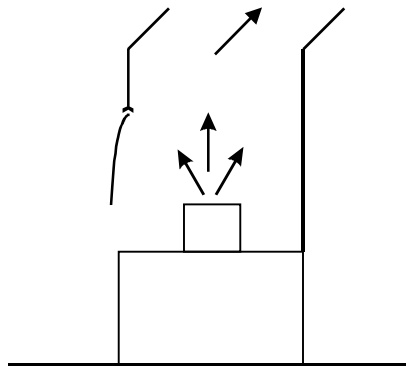


Рис. 2.4 Вытяжной шкаф (для химических операций)

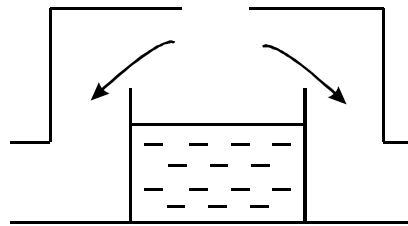


Рис. 2.5 Бортовые отсосы (гальваника)

В качестве местной приточной вентиляции применяют воздушные души, воздушные оазисы, тепловые завесы (сбоку или снизу). Схема воздушного душирования представлена на рис. 2.6.

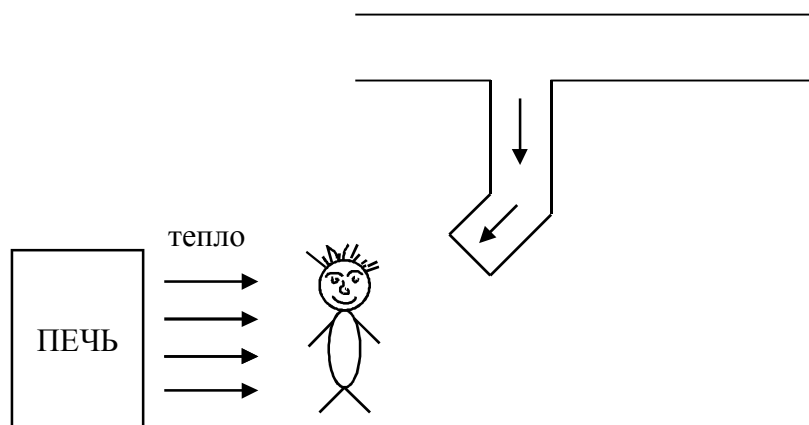


Рис. 2.6 Воздушное душирование (в горячих цехах)

2.1.7 Методы расчёта общеобменной вентиляции

1. По количеству работающих (где нет выброса вредных веществ):

$$L_{\Sigma} = L_{1P} \times n,$$

где L_{Σ} – объем воздуха, подаваемого в помещение м³/ч;

L_{1P} – объём необходимого воздуха на одного работающего, м³/ч чел, определяется в зависимости от объема помещения, приходящегося на одного работника (V_{1P}). Если $V_{1P} \leq 20$ м³/чел, то $L_{1P} \geq 30$ м³/ч чел;

$20 < V_{1P} \leq 40$ м³/чел, то $L_{1P} \geq 20$ м³/ч чел;

$V_{1P} > 40$ м³/чел. и при наличии окон - не требуется;

n – количество работающих.

2. При наличии вредных веществ:

$$L = \frac{G_{вр}}{C_1 - C_2},$$

$G_{вр}$ – масса вредного вещества, выделяемая в единицу времени;

C_1 – концентрация вредного вещества в удаляемом воздухе ($C_1 = \text{ПДК}$);

C_2 – концентрация вредного вещества в приточном воздухе ($C_2 \leq 0,3 \text{ ПДК}$).

3. При наличии влаговыделения:

$$L = \frac{D}{d_1 - d_2},$$

где D – масса водяных паров, выделяемых в единицу времени, г/с; d_1 – количество влаги в удаляемом воздухе, г/м³; d_2 – количество влаги в приточном воздухе.

4. При наличии избытков тепла (для горячих участков):

$$L = \frac{Q}{c\rho(t_{уд} - t_{нр})},$$

где Q – избыточное тепло, кВт; c – теплоёмкость воздуха; ρ – плотность воздуха.

5. По кратности воздухообмена:

$$K = \frac{L}{V},$$

где K – кратность воздухообмена, показывает, сколько раз в час сменится воздух в помещении, 1/ч ($K = 1-10$); L – объём подаваемого воздуха; V – объём помещения.

2.2 Производственное освещение

Свет – это видимая часть спектра электромагнитного излучения с длиной волны 380-780 нм.

2.2.1 Светотехнические величины

Основные светотехнические величины: количественные (достаточность освещения) и качественные (комфортность).

Основные количественные величины освещения:

- световой поток Φ (F), лм (люмен) – часть лучистой энергии, которая воспринимается глазом как свет;
- сила света J , кд (кандела) – пространственная плотность светового потока

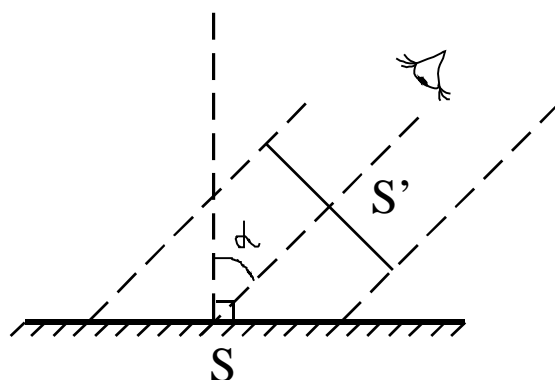
$$J = \frac{F}{\Psi},$$

где Ψ - телесный угол;

- освещённость E , лк (люкс) – поверхностная плотность светового потока

$$E = \frac{F}{S};$$

- яркость поверхности L , кд/м² – сила света, отражённая с единицы площади поверхности в заданном направлении;



$$L = \frac{J}{S} = \frac{J}{S \cdot \cos \alpha}$$

- коэффициент отражения, ρ , отн.ед., %.

$$\rho = \frac{\Phi_{\text{отр}}}{\Phi_{\text{пад}}} \cdot 100\% = \frac{\text{отражённый.световой.поток}}{\text{падающий.световой.поток}}.$$

Основные качественные величины:

- спектральный состав;
- коэффициент пульсации.

Коэффициент пульсации (K_n) – показатель относительной глубины изменения освещённости во времени

$$K_n = \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{2E_{\text{ср}}} \times 100\%.$$

Мероприятия по понижению коэффициента пульсации: повышение частоты, подключение светильников к различным фазам, изменение телесного угла (с помощью конденсаторов).

Стробоскопический эффект – эффект зрительного искажения движения, возникающий при совпадении частоты пульсации света с частотой перемещения объекта (кажется, что объект неподвижен).

К производственному освещению предъявляются следующие требования: достаточность, равномерность, в поле зрения должны отсутствовать тени, особенно движущиеся, направленность, простота, надёжность, дешевизна, не должно создавать дополнительные опасные и вредные факторы.

Светильники, применяемые для освещения, бывают: прямого света, отражённого света, рассеянного света. По степени открытости: открытые (незащищённые), закрытые (взрывобезопасные, взрывозащищённые, пылевлагозащищённые).

2.2.2 Классификация производственного освещения

Производственное освещение бывает трех видов: естественное, искусственное и совмещенное. Естественное освещение бывает верхнее и боковое. *Искусственное* – общее равномерное или локализованное и комбинированное (общее и местное).

По функциональному назначению освещение подразделяют на: рабочее – освещение в рабочее время, *дежурное* – освещение вне рабочего времени, *охранное* – освещение границ охраняемой территории, эвакуационное – «выход», аварийное – для мероприятий жизнеобеспечения.

2.2.3 Нормирование освещения

Нормирование производственного освещения осуществляется согласно СНиП 23–05–95 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования». Существует отдельное нормирование естественного, искусственного и совмещенного освещения.

Искусственное освещение нормируется в зависимости от характеристики зрительной работы, разряда зрительной работы, подразряда зрительной работы и системы освещения.

Характеристика зрительной работы (точность работы) определяется по величине минимального размера объекта различения в мм (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Характеристики зрительной работы

Минимальный размер объекта различения	0,3 – 0,5 мм	0,5 – 1 мм
Характеристика зрительной работы	Высокая точность	Средняя точность
Разряд зрительной работы	3	4

Подразряд зрительной работы зависит от сочетания контраста объекта различения с фоном и от характеристики фона (а, б, в, г).

Контраст бывает большой, средний, малый, фон - светлый, $\rho > 0,4$; средний, $0,2 < \rho < 0,4$; темный, $\rho < 0,2$.

Нормируемыми параметрами искусственного освещения являются: величина освещенности в люксах и сочетание показателя ослепленности и коэффициента пульсации.

Естественное освещение нормируется коэффициентом естественного освещения, % в зависимости от характеристики зрительной работы, разряда зрительной работы и системы освещения:

$$e = \frac{E_{\text{внутри..помещения}}}{E_{\text{снаружи}}} \times 100\%.$$

Наружная освещённость – это освещенность полностью открытого небосвода при 100-балльной облачности.

Естественное освещение должно быть на каждом рабочем месте.

Без естественного освещения допускаются: склады, раздевалки, коридоры, медицинские пункты, то есть вспомогательные помещения.

2.2.4 Источники света

Лампы накаливания (ЛН). Преимущества ЛН: дешевизна, простота, отсутствие пульсации, нечувствительность к уменьшению напряжения, менее чувствительны к перепадам температуры, не создают радиопомехи, малые размеры, утилизация. Недостатки ЛН: малый срок службы, малая светоотдача.

Газоразрядные лампы. Достоинства: высокая светоотдача (100 лм/Вт), высокий срок службы, возможность получения любого спектра. Недостатки: пульсации светового потока, шум, сложность в эксплуатации, уменьшение светового потока к концу срока службы, большие габариты, время разогрева до 15 минут, в одной лампе до 0,1 грамма ртути.

2.2.5 Расчет искусственного общего освещения методом коэффициента использования

1. Выбираем тип светильника (зависит от среды в помещении: сухая, влажная, пыльная, взрывоопасная)
2. Количество светильников рассчитают по формуле:

$$N = \frac{E_n SK_3 Z}{n F_l \eta},$$

где E_n – нормированная освещённость, лк; S – площадь помещения, м²;

K_3 – коэффициент запаса (зависит от запылённости в помещении);

Z – коэффициент неравномерности освещения (зависит от типа лампы);

n – число ламп в светильнике; F_l – световой поток лампы, лм;

η – коэффициент использования (определяется по таблице в зависимости от геометрических размеров помещения, окраски потолка, стен и пола в помещении, типа светильников).

2.3 Защита от вибраций, шума

2.3.1 Защита от вибрации

Вибрация – колебательное движение материальной точки или механической системы.

Причины возникновения вибрации: неуравновешенные массы при возвратно-поступательном движении (штамповка), неуравновешенные массы при вращательном движении (электрический двигатель), электромагнитные колебания.

Характеристики вибрации:

1. Частота, Гц

Частота $f < 0,7$ Гц не вызывает виброболезни (морская качка). Собственная частота внутренних органов человека 6 – 9 Гц (у каждого органа своя частота колебаний для исключения попадания в резонанс)

2. Амплитуда виброскорости, м/с;
3. Амплитуда виброускорения, м/с²;
4. Логарифмический уровень виброскорости, дБ

$$L_V = 20 \lg \frac{V}{V_0},$$

где V – скорость, создаваемая источником вибрации;

$V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с – порог ощущения вибрации.

Воздействие вибрации на человека

Профессиональное заболевание – виброболезнь. Проявляется в нарушении деятельности центральной и периферийной нервной системы. Например, при работе с ручным механизмом, создающим вибрацию, у человека могут возникать определенные изменения в состоянии здоровья: потеря чувствительности и дрожание рук; поражение центральной нервной системы обычно выражается в появлении головной боли, снижении работоспособности.

Нормирование вибрации

Вибрация подразделяется:

1. По способу передачи на человека: общая (передается на весь организм) – станок, локальная (передается на отдельные части организма, чаще на руки) – дрель,
2. По направлению воздействия: Ось X, Ось Y, Ось Z.
3. Для общей вибрации в зависимости от источника образования: транспортная (водитель грузовика, автобуса), транспортно-технологическая (напольно-цеховой транспорт, крановщица), технологическая.
4. По временной характеристике: постоянная и непостоянная.

Вибрация нормируется в зависимости от частоты по величине среднеквадратического значения виброскорости, м/с, виброускорения, м/с², или их логарифмическими уровнями, дБ.

Методы борьбы с вибрацией

1. Уменьшение вибрации в источнике (применение технологических процессов без вибрации).
2. Рассогласование вибрационной частоты с резонансной (при проектировании собственная частота не должна совпадать с частотой вынужденных колебаний). Изменение собственной частоты путём вариации значения массы конструкций и введением рёбер жёсткости.
3. Вибродемпфирование – превращение механической энергии колебаний в тепловую за счёт увеличения сил внутреннего или поверхностного трения. Внутреннее трение – каждый материал имеет характеристику - коэффициент вибропотерь. Применяется замена одних материалов на другие с большим коэффициентом вибропотерь.. Сталь - 0,005; Чугун - 0,01; Цветные сплавы - до 0,1; Резина - до 0,5.

Поверхностное трение – нанесение на вибрирующую поверхность слоя упруго-вязких материалов с высоким коэффициентом вибропотерь.

4. Виброгашение:
 - пассивное (увеличение массы фундамента)
 - активное (добавление массы с одинаковым по модулю значением частоты собственных и вынужденных колебаний, находящихся при этом в противофазе)
5. Виброизоляция – уменьшение вибрации на пути её распространения за счёт применения упругих элементов (пружины, резина и т. д.)

K_{II} – коэффициент передачи показывает, какая доля колебательной энергии передаётся от источника вибрации к основанию, на котором стоит человек.

$$K_{II} = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_0}\right)^2 - 1} < 1,$$

где f – вынужденная частота, Гц; f_0 – собственная частота, Гц.

6. Применение СИЗ.

При воздействии на руки используются перчатки. При передаче черед ноги - специальная обувь, например, с толстой резиновой подошвой.

7. Уменьшение времени воздействия (допустимое значение в ГОСТе – 8 часов).

2.3.2 Защита от шума

Звук – механические колебания воздуха, воспринимаемые органами слуха. *Шум* – набор звуков, неблагоприятно воздействующий на здоровье человека.

Физические характеристики шума:

1. Частота f , Гц

Каждый диапазон частот разбит на октавы таким образом, что верхняя граничная частота в два раза выше нижней граничной частоты: $f_B = 2f_H$.

Характеристикой октавы является среднегеометрическая частота:

$$f_{сг} = \sqrt{f_B f_H}.$$

2. Звуковое давление P , Па.

3. Логарифмический уровень звукового давления L_p , дБ:

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ}$$

где P – звуковое давление, создаваемое источником; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – порог слышимости на $f = 1000$ Гц.

Обычный разговор составляет 50 дБ. Станки - 70 – 110 дБ. Реактивный самолёт (взлёт) - 140 дБ. Разрыв барабанной перепонки - 145 дБ. Увеличение уровня шума на 5 дБ человеку кажется повышением громкости в 2 раза.

Классификация шумов:

1. По источнику образования (механический, аэродинамический, гидродинамический, электромагнитный).
2. В зависимости от частотного спектра (НЧ, СЧ, ВЧ).

3. По характеру спектра (тональный (шум в пределах одной октавы), широкополосный (в разных октавах)).
4. Временные характеристики.
 - Постоянный (за рабочий день меняется меньше, чем на 5 дБ).
 - Непостоянный: колеблющийся (непрерывно меняется во времени), прерывистый (звуковая пауза больше одной секунды), импульсивный (звуковая пауза меньше одной секунды).

Действие шума на человека

В первую очередь, шум воздействует на нервную и сердечно-сосудистую системы, на органы слуха.

Нормирование шума:

- Для постоянного шума нормируется предельный спектр – совокупность допустимых уровней звукового давления в зависимости от частоты.
- Непостоянный шум – по уровню звука в дБА (суммируются любые частоты)

Методы борьбы с шумом:

1. Уменьшение шума в источнике (замена ударных процессов на безударные, замена ручной сварки на автоматическую, своевременный ремонт, замена металлических деталей на пластмассовые).
2. Изменение направленности шума.
3. Рациональная планировка цехов.
4. Акустические средства защиты.
 - Звукоизоляция (ограждающая конструкция, отражающая большую часть звуковой энергии)
$$R = 20 \cdot \lg(m \cdot f) - 47.5 \text{ дБ}$$
где m – масса 1 м² перегородки, кг; f – частота.
 - Звукопоглощение (превращение звуковой энергии в тепловую за счёт вязкого трения в капиллярах пористых материалов), дБ.

$$\Delta L = 10 \cdot \lg(\alpha),$$

где α - коэффициент звукопоглощения, зависящий от материала и звуковой частоты.

Средства индивидуальной защиты: вкладыш (понижает уровень шума на 5 – 20 дБ), наушники (на 34 – 45 дБ), шлем (применяется, если уровень шума свыше 120 дБ), противозумные костюмы (если уровень шума свыше 135 дБ).

2.4 Защита от вредного воздействия электромагнитных полей и ионизирующих излучений

2.4.1 Неионизирующее излучение

Электромагнитное излучение

ЭМП – электромагнитные поля характеризуются следующими величинами: f , Гц; E , В/м; H , А/м; ППЭ – плотность потока энергии, Вт/м².

Электрическое поле промышленной частоты

Источники: ЛЭП, открытые распределительные устройства.

Допустимые значения:

До 5 кВ/м – 8 часов,

$5 < E < 20$ – 2 часа,

от 20 до 25 кВ/м – 10 минут,

более 25 – пребывание только в СИЗ.

Контроль фактических значений электрической напряжённости: после монтажа, при организации нового рабочего места, при изменении конструкции средств защиты, в порядке санитарного контроля. Высота замера: при отсутствии средств защиты на 1,8 м, при наличии 0,5 – 1,8.

Способы защиты:

1. Экранирование. Экраны: стационарные, переносные. Сетка – 500 мм, диаметр прута – 0,6мм и более. Экран должен быть заземлён.

2. СИЗ. Экранирующий комплект: куртка, каска, ботинки на электропроводящей резине, перчатки. Все элементы должны быть соединены и заземлены через ботинки на стационарное заземление.

Электромагнитное поле радиодиапазона

Источники – телерадиоцентры, плазменные технологии, установки ТВЧ.

НЧ – 30-300 кГц, СЧ – 0-33 МГц, ВЧ – 3-30 МГц, УВЧ – 30-300МГц, СВЧ 0,3-300 ГГц

В зависимости от расстояния до источника ЭМП делят на зоны:

- *Ближняя* - не сформировалось и представляет собой совокупность электрических и магнитных полей (характеризуется величиной электрической и магнитной напряжённостей)
- *Дальняя* - ЭМП сформировалось и характеризуется величиной ППЭ

Воздействие ЭМП на человека зависит от частоты, мощности, времени воздействия, режима облучения (прерывистый, непрерывный), облучаемой поверхности, индивидуальной особенности. В зоне действия человек подвергается тепловому и биологическому воздействию.

Нормирование ЭМП. Нормируется по величине электрической и магнитной напряженности в зависимости от частоты для НЧ, СЧ, ВЧ, УВЧ по величине ППЭ для СВЧ диапазона.

Способы защиты

Организационные мероприятия:

- выбор рациональных режимов работы оборудования;
- ограничение места и времени нахождения персонала в зоне действия поля.

Технические мероприятия:

- рациональное размещение оборудования;
- использование средств, ограничивающих величину ЭМП на рабочем месте;

- обозначение зон с повышенным уровнем ЭМП;
- снижение мощности;
- уменьшение времени работы;
- увеличение расстояния до источника;
- автоматизация работ;
- экранирование рабочего места или источника.

Экраны выполняют из стали, алюминия, меди или сетки с размером ячейки, равным $\lambda / 3$. Под воздействием ЭМП в материале экрана наводится вторичное поле, почти равное по амплитуде и противоположное по фазе внешнему. Экран должен быть заземлён;

- применение предупреждающей сигнализации;
- применение СИЗ;
- правильное размещение рабочего места;
- расположение источников в отдельных помещениях;
- требования к территории – размещение служб вне зоны действия ЭМП;
- определение пути движения людей в зоне ЭМП;
- лечебно-профилактические мероприятия;
- контроль величины ЭМП (на постоянных рабочих местах, на высоте 0,5 – 1-1,7 м).

2.4.2 Ионизирующее излучение

Источники: контроль технологических операций (определяется качество сварных соединений, установки рентгено-структурного анализа, вакуумная система).

Виды излучения: α , β , γ , нейтронное, рентгеновское.

Основные показатели.

1. Поглощённая доза $D=W/M$ дж/кг=1 грей, W - кол-во поглощённой энергии.

2. Эквивалентная доза $H=Q D$, Q - коэффициент качества излучения: $Q=20(\alpha)$, $1(\beta, \gamma, \text{ рентгеновское})$, $3-10(\text{нейтронное})$.
3. Мощность эквивалентной дозы $P=H/t$, t - время.

Биологическое воздействие

Излучение может быть: местное или общее, хроническое и острое, внутреннее и внешнее.

При ионизации происходит возбуждение молекул, что приводит к разрыву связей и образованию соединений, не свойственных здоровым тканям.

Нормирование радиоактивного излучения

Нормируется по мощности излучения за год. Выделяют 3 категории людей: персонал, работающий с радиоактивными источниками, остальной персонал, население.

Методы защиты:

1. Специальные отдельные оборудованные помещения, с масляной краской на стенах и без трещин;
2. Воздушное отопление;
3. Приточно-вытяжная вентиляция, кратность 5-10;
4. Ежедневная влажная уборка;
5. Очистка воздуха перед выбросом в атмосферу.

Способы защиты:

1. Понижение мощности;
2. Понижение времени воздействия;
3. Повышение расстояния до источника;
4. Дистанционное управление;
5. Дозиметрический контроль;
6. Экранирование источника или рабочего места:
 - α - излучение - слой воздуха несколько сантиметров;
 - β - материал с малой атомной массой (Al, пластмассы);

γ и рентгеновское – материал, с большой атомной массой (свинец сталь);

нейтронное - материал, содержащий водород (вода, графит);

7. СИЗ. Перчатки из просвинцованной резины, респираторы, очки из освинцованного стекла, специальные костюмы.

Раздел 3 Обеспечение безопасности технических систем и технологических процессов

3.1. Электробезопасность

Электротравма - травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги.

Виды электротравм:

- связанная с нарушением нормальной работы электрооборудования, при котором через тело человека протёк электроток;
- связанная с нарушением нормальной работы электрооборудования, при котором человек оказался в электромагнитном поле большой напряжённости;
- связанная с нарушением нормальной работы электрооборудования, при котором человек получил ожоги, ослепление дугой, механические травмы;
- возникшая под воздействием электростатического напряжения.

Действие электрического тока на организм: термическое – ожоги, электролитическое - разложение крови под действием электротока, физиологическое - судорожное сокращение мышц.

Виды местных электротравм: электрический ожог, электрический знак (пятна серо-бурого цвета), металлизация кожи (попадание частиц металла в кожу при горении дуги), механические повреждения, электрофтальмия (воспаление наружной оболочки глаза).

Пороговые значения тока представлены в табл. 3.1.

Пороговые значения тока

Действие электрического тока	Переменный ток $f=50$ Гц, $U\approx 220$ В, $\tau=2$ с	Постоянный ток
Пороговый осязаемый уровень, мА	0.6 ÷ 1.5	5 – 7
Пороговый неотпускающий, мА	10 ÷ 15	50 – 70
Фибрилляционный, мА	50	–
Смертельный, мА	100	300

Факторы, влияющие на опасность поражения электрическим током:

- величина напряжения;
- род тока (до 500 В опаснее переменный ток);
- частота тока (самый опасный диапазон $f = 40 \dots 100$ Гц);
- путь тока через тело человека;
- сопротивление тела человека (расчетное значение 1000 Ом);
- время действия тока;
- условия внешней среды (температура, влажность влияют на сопротивление).

Классификация помещений по электроопасности (ПУЭ)

1. Без повышенной опасности. Сухие помещения с нормальной температурой, влажностью и изолирующими полами.
2. С повышенной опасностью. Характеризуется одним из следующих условий: влажность $>75\%$, $t > 35^{\circ}\text{C}$, токопроводящая пыль, токопроводящие полы, возможность одновременного прикосновения человека к корпусам, электрооборудования и заземлённым металлоконструкциям здания.
3. Особо опасные: влажность $\sim 100\%$. химически агрессивная среда, наличие двух и более условий повышенной опасности.

Напряжение шага (рис. 3.1)

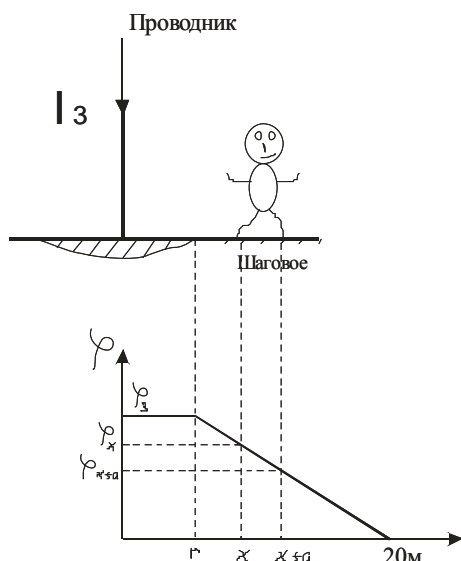


Рис. 3.1 Напряжение шага: φ_3 – потенциал на заземлителе; R_3 – сопротивление заземлителя; I_3 – ток замыкания на землю; a – ширина шага; 20м - зона растекания тока.

$$\varphi_3 = I_3 \cdot R_3; \quad R_3 = \frac{\rho}{2\pi r},$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, зависит от вида грунта (песок, глина, ...),

влажности; $\varphi_x = \varphi_3 \cdot \frac{r}{x}$ – потенциал в произвольной точке x ;

$U_m = \varphi_x - \varphi_{x+a} = \varphi_3 \cdot \frac{r}{x} - \varphi_3 \cdot \frac{r}{x+a}$ – напряжение шага,

$$U_m = I_3 \cdot \frac{\rho}{2\pi r} \left(\frac{r}{x} - \frac{r}{x+a} \right) = I_3 \cdot \frac{\rho \cdot a}{2\pi x(x+a)}.$$

Напряжение прикосновения (рис. 3.2)

На корпус ЭУ2 произошёл пробой.

$U_{пр}$ – напряжение прикосновения

$$U_{пр} = \varphi_{рук} - \varphi_{ног};$$

$$\varphi_{рук} = \varphi_{корп} = \varphi_3;$$

$$\varphi_{ног} = \varphi_{осн} = \varphi_x;$$

$$\varphi_{пр1} = \varphi_3 - \varphi_3 = 0;$$

$$\varphi_{пр3} = \varphi_3 - 0 = \varphi_3;$$

$$\varphi_{пр2} = \varphi_3 - \varphi_x.$$

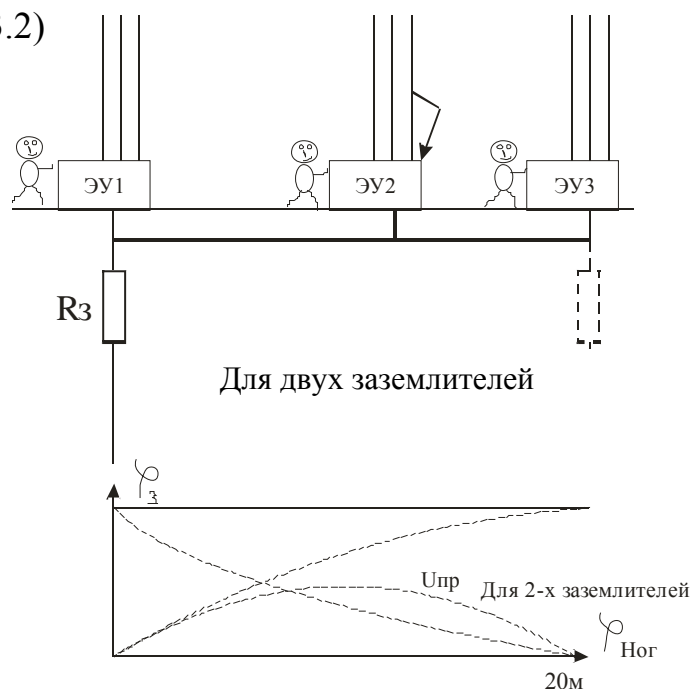


Рис. 3.2 Напряжение прикосновения

Анализ опасности поражения электрическим током

Существует вероятность поражения электрическим током в следующих случаях: прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением, прикосновение к металлическим корпусам, которые оказались под напряжением в случае пробоя изоляции, шаговое напряжение, ошибочная подача напряжения при ремонтных работах, приближение на недопустимо близкое расстояние к токоведущим частям, наведённое напряжение на воздушных линиях.

Трёхфазная трёхпроводная сеть с изолированной нейтралью напряжением до 1000В

Однофазное прикосновение в нормальном режиме (рис. 3.3):

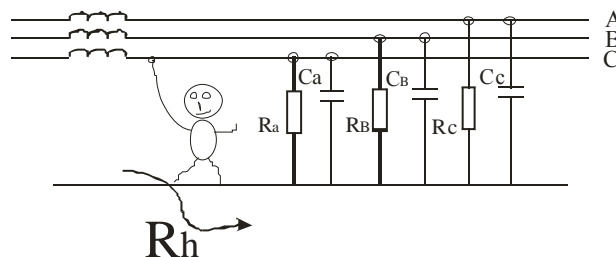


Рис. 3.3 Однофазное прикосновение человека в нормальном режиме

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + Z_{из}/3}, \quad Z_{из} = R_{из}/(1 + j \omega C R_{из})$$

где I_h – ток через человека; U_ϕ – фазное напряжение; R_h – сопротивление человека; $Z_{из}$ – полное сопротивление изоляции.

Двухфазное прикосновение (рис. 3.4):

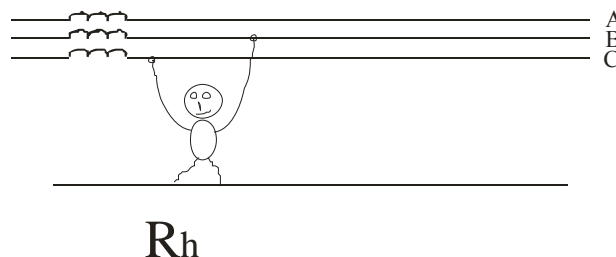
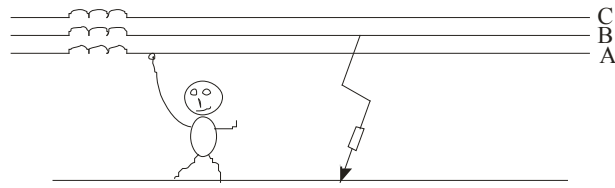


Рис. 3.4 Двухфазное прикосновение человека

$$I_h = \frac{U_L}{R_h} = 380 \text{ мА} - \text{смертельный ток},$$

где U_L – линейное напряжение.

Однофазное прикосновение в аварийном режиме (рис. 3.5):



R_h

Рис. 3.5 Однофазное прикосновение человека в аварийном режиме

$$I_h = \frac{U_{\text{л}}}{R_h + r_3} = 380 \text{ мА} - \text{смертельный ток},$$

где r_3 – сопротивление замыкания.

Трёхфазная сеть с глухозаземлённой нейтралью напряжением до 1000В

Однофазное прикосновение в нормальном режиме (рис. 3.6):

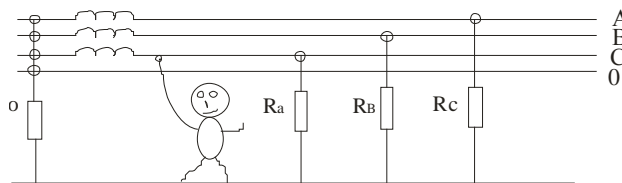
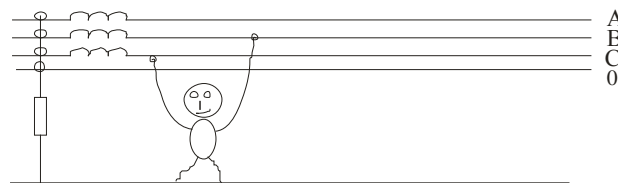


Рис. 3.6 Однофазное прикосновение

$$I_h = \frac{U_{\phi}}{R_h + r_0} \sim 220 \text{ мА},$$

где r_0 - сопротивление заземления нейтрали (не более 4 Ом для класса напряжений 380/220 В).

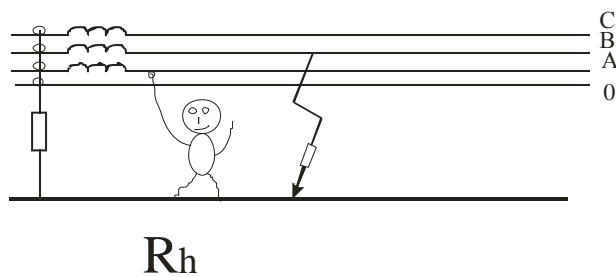
Двухфазное прикосновение:



R_h

$$I_h = \frac{U_{\text{л}}}{R_h} = 380 \text{ мА} - \text{смертельный ток}$$

Однофазное прикосновение в аварийном режиме (рис. 3.7):



$$I_h = \frac{1.3 \cdot U_\phi}{R_h}$$

Рис. 3.7 Однофазное прикосновение в аварийном режиме

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме применяют следующие способы защиты от **прямого прикосновения**:

1. изоляция;
2. ограждение;
3. установка барьеров;
4. размещение вне зоны досягаемости (110 кВ – расстояние 1 м);
5. применение сверхнизкого напряжения (50 В – переменное, 120 В – постоянное).

Способы защиты от **косвенного прикосновения**:

1. защитное заземление;
2. автоматическое отключение питания;
3. уравнивание потенциалов (для U прикосновения);
4. выравнивание потенциалов (для U шага);
5. двойная или усиленная изоляция;
6. применение сверхнизких напряжений;
7. защитное электрическое разделение сети (применение разделительных трансформаторов, у которых коэффициент трансформации = 1).

Защитное заземление (рис. 3.8) - преднамеренное соединение металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением, с землей. Принцип действия: падение напряжения на корпусе до безопасного значения за счет малого сопротивления заземляющего устройства.

Применяется в трехфазных сетях до 1000 В с изолированной нейтралью:

1. при $U \geq 380$ В во всех помещениях;
2. при $U \geq 42$ В в опасных и в особо-опасных помещениях;
3. во взрывоопасных помещениях при любом напряжении.

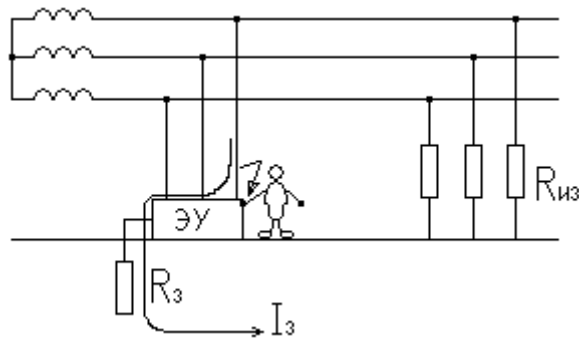


Рис. 3.8 Схема защитного заземления

$$U_{\text{корп}} = I_3 R_3, \quad I_3 = \frac{U_{\phi}}{R_3 + R_{\text{ИЗ}}/3},$$

$$R_3 \leq 4 \text{ Ом}; \quad R_{\text{ИЗ}} = 0,5 \text{ М Ом};$$

$$U_{\text{корп}} = \frac{U_{\phi} R_3}{R_{\text{ИЗ}}/3}.$$

Зануление (рис. 3.9) - преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей с нулевым проводом. Принцип действия: превращение замыкания на корпус в однофазное КЗ, при котором срабатывает защитное устройство. Применяется до 1000В в трехфазных сетях с глухо заземленной нейтралью.

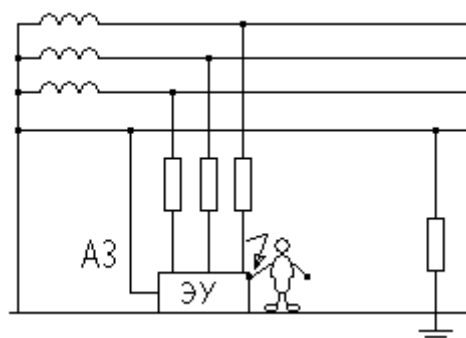


Рис.3.9 Схема зануления: АЗ – аппарат защиты.

У нулевого проводника должно быть повторное заземление – в случае обрыва нулевого провода корпус окажется заземлен.

3.2 Безопасность технологических процессов и производственного оборудования

Безопасность технологических процессов обеспечивается:

- на стадии проектирования технологии;
- на стадии постановки новой продукции на производство;
- на стадии эксплуатации технологии;
- на стадии утилизации или ликвидации продукции после отработки ресурса.

Основными методами оценки соответствия производственных процессов требованиям безопасности являются:

На первой стадии - метод экспертной оценки полного учета требований безопасности и гигиены труда, предусмотренных соответствующими стандартами ССБТ, правилами и нормами безопасности и гигиены труда.

На второй стадии - проверка новых технических решений должна осуществляться при лабораторных, стендовых и других исследовательских испытаниях моделей, макетов и экспериментальных образцов продукции в условиях, имитирующих реальные условия эксплуатации. Согласно ГОСТ 15.001-88 "Системы разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения" устанавливается специальный порядок постановки новой продукции на производство путем приемочных испытаний по типовым методикам испытаний, что позволяет обеспечить выполнение всех требований безопасности.

На третьей стадии - проведение сопоставления фактической величины контролируемого опасного или вредного факторов с допустимыми их значениями в соответствии с нормативными документами.

На четвертой стадии - переработка промышленных отходов, производящаяся на специальных полигонах, создаваемых в соответствии с требованиями рекомендации "Система управления производственным

оборудованием и промышленным предприятием. Рекомендации по разработке, внедрению и совершенствованию” и предназначенных для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных отходов промышленных предприятий.

Согласно требованиям ГОСТ 12.3.002-75 "Процессы производственные. Общие требования безопасности" безопасность производственных процессов в течение всего времени их функционирования должна быть обеспечена:

1. Выбором промышленных технологических процессов, а также приемов, режимов работы и порядка обслуживания производственного оборудования. Основными требованиями безопасности к технологическим процессам являются:

- устранение непосредственного контакта работающих с исходными материалами, заготовками, полуфабрикатами, готовой продукцией и отходами производства, оказывающими вредное действие. Необходимо стремиться выбирать такие исходные материалы, заготовки и т.п., которые не оказывают вредного воздействия на работающих. При невозможности должны применяться соответствующие средства защиты людей;
- замена технологических процессов и операций, связанных с возникновением опасных и вредных производственных факторов, процессами и операциями, при которых указанные факторы отсутствуют или обладают меньшей интенсивностью;
- комплексная механизация, автоматизация, применение дистанционного управления технологическими процессами и операциями при наличии опасных и вредных производственных факторов;
- герметизация оборудования;
- применение средств защиты работающих.

Применение средств защиты работающих должно обеспечивать:

- удаление опасных и вредных веществ и материалов из рабочей зоны;
- снижение уровня вредных факторов до нормативных величин;
- защиту работающих от действия опасных и вредных производственных факторов, сопутствующих принятой технологии и условиями работы;
- защиту работающих от действия опасных и вредных производственных факторов, возникающих при нарушении технологического процесса;
- рациональная организация труда и отдыха, оптимальное распределение функций между человеком и оборудованием с целью профилактики монотонности и гиподинамии, а также ограничения тяжести труда;
- своевременное получение информации о возникновении опасных и вредных производственных факторов на отдельных технологических операциях (причем системы получения такой информации необходимо выполнять по принципу устройств автоматического действия с выводом на системы предупреждающей сигнализации);
- внедрение систем контроля и управления технологическими процессами, обеспечивающими защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования;
- своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов;
- обеспечение пожаро - взрывобезопасности;
- производственные процессы не должны загрязнять окружающую среду (воздух, почву, водоемы) вредными веществами.

2. Выбором производственных помещений или производственных площадок для процессов, выполняемых вне производственных помещений. В каждом конкретном случае требования безопасности к производственным помещениям и площадкам формируются, исходя из требований

действующих строительных норм и правил, утвержденных в соответствующем порядке.

3. Выбором производственного оборудования. Применяемое в технологическом процессе оборудование должно быть безопасным и отвечать требованиям соответствующих нормативно-технических документов.
4. Размещением производственного оборудования и организацией рабочих мест.

Размещение производственного оборудования, исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства в производственных помещениях и на рабочих местах не должно представлять опасности для персонала. Расстояние между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующих норм технологического проектирования, строительным нормам и правилам.

Правильная организация рабочих мест предполагает учет эргономических требований (экономия движений, исключение неудобных поз при обслуживании оборудования и пультов управления, правильную компоновку органов управления и т.п.).

Уровни опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах должны соответствовать требованиям соответствующих нормативных документов.

5. Выбором способов хранения и транспортирования исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства. Хранение исходных материалов, готовой продукции, отходов производства и т.п. должно предусматривать:

- применение способов хранения, исключая возникновение опасных и вредных производственных факторов;

- использование безопасных устройств для хранения (контейнеры, герметично закрывающиеся бункеры и т.п.);
- механизацию и автоматизацию погрузо-разгрузочных работ.

При транспортировании необходимо обеспечивать:

- использование безопасных транспортных коммуникаций;
- применение средств транспортирования, исключающих возникновение опасных и вредных производственных факторов (например, спецподвижной состав);
- механизацию и автоматизацию транспортирования.

Ручные и механизированные транспортные средства ускоряют процесс перемещения материалов или заготовок между станками и рабочими местами.

Механизация удаления отходов, в особенности стружки, окалины и т.п., уменьшает опасность травмирования станочников и вспомогательных рабочих. Сыпучие материалы и стружку рекомендуется удалять от станков и из цеха специальными транспортерами, установленными под полом помещения.

6. Профессиональным отбором и обучением работающих.

Безопасность производственного оборудования - это свойство сохранять соответствие требованиям безопасности труда при выполнении заданных функций в условиях, установленных нормативно-технической документацией.

Общие требования безопасности, предъявляемые к оборудованию, и специфические требования безопасности к отдельным видам оборудования содержатся в системе стандартов безопасности труда. Например, ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Любое оборудование независимо от назначения должно отвечать следующим требованиям:

- быть безопасным при монтаже, ремонте, модернизации и эксплуатации, при транспортировке и хранении в течение всего срока службы;
- не загрязнять окружающую среду выбросами и сбросами вредных веществ, содержание которых превышает норму;
- быть надежным в течение срока, установленного эксплуатационно-технической документацией;
- материалы конструкции не должны быть вредными и опасными;
- составные части оборудования при повреждении не должны создавать опасность;
- конструкция машины должна исключать контакт работающих с горячими (с t выше 45°C) и переохлажденными частями;
- выделение и поглощение теплоты оборудованием должно быть в пределах допустимого в рабочей зоне;
- конструкция оборудования должна обеспечивать защиту от электрического тока;
- при прекращении подачи энергоносителя к приводам оборудования эти устройства не должны представлять опасность;
- конструкция не должна создавать шум, вибрацию, излучения выше норм;
- исключать пожаро- и взрывоопасность.
- Безопасность производственного оборудования обеспечивается:
- включением требований безопасности в техническую документацию по монтажу, ремонту, транспортировке и хранению;
- выбором принципов действия, конструктивных схем, элементов конструкции;
- применением средств механизации, автоматизации и дистанционного управления;
- выполнением эргономических требований;

- применением в конструкции технических средств безопасности и производственной санитарии.
- При выборе конструктивного решения и отдельных систем оборудования нужно учитывать следующие требования:
- Все движущиеся части оборудования по возможности заключают в компактные корпуса, имеющие минимум острых граней и кромок, выступающих частей.
- Внешние контуры защитных устройств необходимо вписывать в контуры основного оборудования. Средства защиты должны быть многофункционального типа, то есть решать несколько задач одновременно. Так, корпуса машин и механизмов, станины станков должны обеспечивать не только ограждение опасных элементов, но и снижение уровня шума и вибрации. Ограждение абразивного круга заточного станка должно конструктивно совмещаться с системой местной вытяжной вентиляции.
- В оборудовании не рекомендуется использовать системы и элементы, являющиеся источниками опасных и вредных факторов, а при необходимости их применения предусматривать соответствующие средства защиты.

Установки повышенной опасности должны быть выполнены с учетом специальных требований органов Госнаadzора. Например, электропривод - с учетом «Правил устройства электрических установок»; в случае использования рабочих тел под давлением, не равным атмосферному, а также при конструировании и эксплуатации грузоподъемных машин необходимо соблюдать требования Госгортехнадзора России.

Для безопасного подъема и перемещения узлов и агрегатов при монтаже, демонтаже и ремонте отдельные крупногабаритные части машин должны иметь специальные устройства для строповки (петли, лапы), которые располагают с учетом центра масс груза.

Надежность машин и механизмов определяется вероятностью их отказа, в результате которого наступает прекращение их функционирования. Такого рода нарушения могут явиться причиной аварий, травм. Большое значение в обеспечении надежности имеет прочность конструктивных элементов. Конструктивная прочность машин и агрегатов определяется прочностными характеристиками как материала конструкции, так и его крепежных соединений (швы, заклепки, штифты, резьбовые соединения), а также условиями их эксплуатации (наличие смазки, коррозия под действием окружающей среды...).

Выбор конструкционных материалов машин и механизмов производится с учетом потенциально возможных опасных и вредных факторов. Например, в оборудовании для производства, где возможно образование взрывоопасной среды, нельзя использовать искрящиеся материалы. Обычные конструкционные материалы не допускается использовать в установках, работающих под давлением, в условиях агрессивных сред и при высоких и низких температурах.

Применение в конструкциях машин средств механизации и автоматизации управления позволяет резко снизить травматизм. Особенно это характерно для кузнечно-прессовочного оборудования, деревообрабатывающего, литейного, термического.

Надежность работы технологического оборудования во многом определяется эффективностью действия обслуживающего персонала. Поэтому производственное оборудование и рабочее место оператора следует проектировать с учетом физиологических и психологических особенностей человека и его антропометрических данных. Необходимо обеспечить возможность быстрого правильного считывания показаний КИП и четкого восприятия сигналов. Согласно ГОСТ 12.2.064-81 «Органы управления производственным оборудованием» органы управления производственным оборудованием должны соответствовать следующим требованиям:

- иметь форму, размеры и поверхность, безопасные и удобные для работы;

- располагаться в рабочей зоне так, чтобы расстояние между ними не затрудняло выполнения операций;
- размещаться с учетом требуемых для их перемещений усилий и направлений;
- компоновка органов управления должна учитывать последовательность и частоту их использования;
- приводиться в действие усилиями, не превышающими установленных соответствующими нормами.

3.3 Пожарная безопасность

Горение - интенсивная химическая реакция окисления с выделением тепла и обычно света. Пожар - неконтролируемое горение вне специального очага, приносящее материальный ущерб. Взрыв - чрезвычайно быстрое химическое превращение вещества, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

Процесс возникновения горения подразделяется на виды:

- *Вспышка* - быстрое сгорание смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.
- *Возгорание* - возникновение горения под действием источника зажигания.
- *Самовозгорание* - резкое повышение скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения.
- *Самовоспламенение* - самовозгорание с появлением пламени.

Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ:

Горючесть - способность вещества к горению под воздействием источника зажигания. По горючести вещества подразделяются на:

- *негорючие* – вещества, не способные гореть до 900С;
- *трудногорючие* – вещества, способные загореться от источника зажигания, но не способные гореть после его удаления.

- *горючие* – вещества, способные самовозгораться и возгораться от источника, и гореть после его удаления.

Газы характеризуются нижним и верхним концентрационным пределом воспламенения (НКПВ и ВКПВ), %. Водород – НКПВ=4%, ВКПВ =75%. НКПВ понижается при увеличении температуры и давления.

Жидкости характеризуются температурой вспышки паров. Ацетон: +18°С, бензин: -36° С.

Твердые вещества (пыль) характеризуются нижним концентрационным пределом воспламенения НКПВ (г/м3).

Причины пожаров неэлектрического характера: неисправность отопительной системы; неисправность производственного оборудования; халатное обращение с огнем; неисправность вентиляционных систем; самовозгорание веществ.

Причины пожаров электрического характера: короткие замыкания; перегрузка; электрическая дуга; статическое электричество; молнии.

Опасные факторы пожара: открытое пламя и искры; повышенная температура воздуха; токсичные продукты сгорания (HCN - цианистый водород. При сжигании 1 кг пенопласта выделяется смертельная доза цианистого водорода), дым; пониженное содержание кислорода; обрушение строительных конструкций.

Таблица 3.2

Классификация помещений по пожаровзрывоопасности

Категория помещения	Характеристика веществ
А(пожаро-взрывоопасная)	Взрывоопасные газы, горючие жидкости с температурой воспламенения <28С
Б (пожаро-взрывоопасная)	Взрывоопасные пыли и горючие жидкости Т~ 28-61С
В (пожароопасные)	Твердые, горючие, жидкости (деревообрабатывающие цеха)
Г	Негорючие вещества в раскалённом или расплавленном состоянии (литейные цеха)
Д	Негорючие вещества в холодном состоянии

Пожарная безопасность обеспечивается:

- системой предотвращения пожара;
- системой противопожарной защиты;
- организационно-технические мероприятия.

Система предотвращения пожара

- Предотвращение образования горючей среды (применение негорючих материалов).
- Предотвращение образования источника зажигания (электрооборудование соответствующего исполнения).
- Ограничение массы горючих веществ.

Система противопожарной защиты

- Применение строительных конструкций с нормируемым пределом огнестойкости.
Огнестойкость - способность строительных конструкций выдерживать воздействие пожара до появления трещин и $T = 160$ С (измеряется в часах).
- Пожарная сигнализация. Извещатели бывают тепловые, дымовые, световые. Характеристика извещателей - порог срабатывания, время задержки, площадь.
- Установки автоматического пожаротушения: спринклерные и дренчерные.
- Эвакуация людей - необходимо установить размеры и количество эвакуационных выходов и время эвакуации (двери открываются наружу).
- Устройства, обеспечивающие ограничение распространение пожара.
- Система оповещения о пожаре.
- Применение СИЗ и СКЗ (СКЗ - устройство пожаробезопасных зон).
- Система противодымной защиты (специальные люки или вентиляция).

Организационно-технические мероприятия: организация пожарной охраны, паспортизация пожароопасных веществ, обучение, разработка мероприятий на случай пожара.

Способы тушения пожара: охлаждение ниже температуры воспламенения (вода), ограничение доступа кислорода (пена, порошок), уменьшение концентрации взрывоопасных газов (подача инертных газов), применение ингибиторов (замедление реакции горения - хладоны), механический срыв пламени.

Классы пожаров

Класс пожара	Характеристика веществ и огнетушащие средства
А	Твердые сгораемые вещества (водой)
В	Легковоспламеняющиеся жидкости и твёрдые плавящиеся (пенной)
С	Горючие газы (подача инертного газа)
Д	Щелочные металлы и сплавы (порошком)
Е	Электроустановки (углекислотные, порошки)

4. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы (табл. 4.1) проводятся с академической группой, бригадами по 3, 4 человека. Допуска к занятиям нет. Отчет по окончании каждого занятия на бланках произвольной формы. Зачет накопительный.

Таблица 4.1

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Тема (наименование) работы	Кол-во ч
1	Эффективность и качество освещения	2
2	Исследование параметров воздуха рабочей зоны	2
3	Исследование опасности прикосновения в электрических сетях	2
4	Оценка действия защитного заземления и зануления	2

Методические указания к лабораторной работе

«Эффективность и качество освещения»

1. Цель работы

- Изучение количественных и качественных характеристик производственного освещения.
- Оценка влияния типа светильника и цветовой отделки интерьера производственного помещения на освещенность и коэффициент использования светового потока.
- Наблюдение условий стробоскопического эффекта.

2. Краткие сведения из теории

Свет – это видимая часть спектра электромагнитного излучения оптического диапазона (от 380 до 780 нм).

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

Из общего объема информации человек получает через зрительный аппарат около 80%. Качество получаемой информации во многом зависит от

освещения: неудовлетворительное освещение не только утомляет зрение, но и вызывает утомление организма в целом.

2.1. Светотехнические характеристики освещения

Для гигиенической оценки освещения используются светотехнические характеристики. К ним, в частности, относятся: световой поток, освещенность, сила света, яркость поверхности, коэффициент отражения поверхности, коэффициент пульсаций освещенности.

2.2. Источники искусственного освещения

В качестве источников искусственного освещения применяются *лампы накаливания* и *разрядные лампы*.

В *лампах накаливания* источником света является раскаленная вольфрамовая проволока. Эти лампы дают непрерывный спектр излучения с преобладанием желто-красных лучей по сравнению с естественным светом.

Общим недостатком ламп накаливания является небольшой срок службы (около 1000 ч), низкая светоотдача (7-20 лм/Вт) и малый коэффициент полезного действия. Чаще всего на производстве применяются для местного освещения.

Главными преимуществами ламп накаливания являются простота конструкции, удобство в эксплуатации, так как не требуют дополнительных устройств для включения в сеть, инерционность (отсутствие пульсации светового потока).

Разрядные лампы бывают *низкого и высокого давления*. Разрядные лампы низкого давления (*люминесцентные лампы* - ЛЛ) представляют собой стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором, наполненную дозированным количеством ртути (30...80 мг) и инертным газом при давлении около 400 Па (обычно аргоном). На концах трубки установлены электроды. При включении лампы электрический ток, протекающий между электродами, вызывает в парах ртути электрический разряд, сопровождающийся излучением, которое преобразуется в световое излучение.

В зависимости от состава люминофора люминесцентные лампы обладают различной цветностью.

К *разрядным лампам высокого давления* (0,03...0,07 МПа) относят *дуговые ртутные лампы* (ДРЛ). В спектре этих ламп преобладают зеленые и голубые тона. Принцип действия и устройство основаны на преобразовании при помощи люминофора ультрафиолетового излучения ртутного разряда лампы, составляющего около 40% всего потока излучения, в недостающее излучение в красной части спектра. Основным преимуществом разрядных ламп является их экономичность. Светоотдача этих ламп колеблется в пределах 30..80лм/Вт, что в 3-4 раза превышает световую отдачу ламп накаливания. Срок службы доходит до 10000 ч.

К основным недостаткам разрядных ламп можно отнести следующие: период разгорания может достигать до 15 мин, высокий уровень пульсации светового потока, создание радиопомех. Наличие пульсации светового потока способствует образованию *стробоскопического эффекта*, сущность которого заключается в искажении зрительного восприятия движения вращающихся и перемещающихся тел при совпадении частот пульсации с частотой движения (если частота вращения объекта совпадает с частотой пульсаций освещенности, то объект кажется неподвижным).

2.3. Методы снижения коэффициента пульсации

Пульсации светового потока, возникающие при освещении разрядными источниками света, вызывают зрительное утомление и снижают производительность труда. Разрядные источники света пульсируют с удвоенной частотой переменного тока, питающего осветительную установку.

Для уменьшения коэффициента пульсации используют следующие методы: включение смежных ламп в различные фазы электрической сети; питание установок током повышенной частоты; применение двухламповых светильников с емкостным и индуктивным балластами; применение светильников с высокочастотной пускорегулирующей аппаратурой.

3. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из макета производственного помещения, оборудованного различными источниками искусственного освещения, измерительного прибора - люксметра Ю-116 (для измерения значений освещенности и коэффициента пульсации освещенности).

Производственное помещение выполнено в виде макета. Все стенки макета выполнены в съемном варианте и снабжены двухсторонними ручками. Одна сторона стенок окрашена в темные тона (верх - серый, низ - синий), другая - в светлые тона (верх - белый, низ - салатный). Стенки могут быть установлены как одной, так и другой стороной внутрь помещения.

На передней стенке расположено застекленное окно для проведения наблюдений и два прямоугольных отверстия, в которые вводятся чувствительные элементы люксметра и прибора для измерения коэффициента пульсации освещенности и освещенности. На панели управления лабораторной установкой расположены: тумблер включения питания «Сеть» с сигнальной лампой; тумблер включения вентилятора «Вентилятор», частота вращения которого регулируется ручкой «Частота»; тумблеры ЛН1 и ЛН2 для включения ламп накаливания; тумблеры ДРЛ1, ДРЛ2, ДРЛ3 для включения дуговых ртутных ламп и тумблер ЛЛ для включения люминесцентной лампы.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Исследование освещенности и коэффициента использования осветительной установки

В данной части работы исследуется влияние окраски стен производственного помещения на коэффициент использования осветительной установки с различными типами ламп.

1. Установить стенки макета производственного помещения таким образом, чтобы стороны, окрашенные в темные тона, были обращены внутрь помещения.
2. Включить установку тумблером "Сеть".

3. Включить лампу (выбор типа ламп задается преподавателем).
4. Произвести измерения освещенности с помощью люксметра Ю-116 в пяти точках производственного помещения (в центре и крайних точках). Для этого установить корпус фотоприемника на поверхность, где измеряется освещенность, и произвести замеры, выбрав соответствующий режим работы при помощи переключателя и диапазон измерения. Значения освещенности при этом равны показаниям измерительной головки, умноженным на соответствующий коэффициент ослабления насадки (10; 100; 1000). Определить среднее значение освещенности $E_{\text{ср}}$.
5. Установить стенки таким образом, чтобы стороны, окрашенные в светлые тона, были обращены внутрь помещения, и повторить измерения согласно п. 4, определить $E_{\text{ср}}$.
6. По результатам измерений освещенности для варианта с темной и светлой окраской стен вычислить значение фактического светового потока $F_{\text{факт}}$ по формуле:

$$F_{\text{факт.}} = E_{\text{ср}} \cdot S \quad (6)$$

где $E_{\text{ср}}$ - среднее значение освещенности по пяти точкам; S - площадь помещения, м^2 , $S = 0,5 \text{ м}^2$.

7. Вычислить коэффициент использования осветительной установки η для варианта с темной и светлой окраской стен по формуле

$$\eta = F_{\text{факт}} / \Sigma F_{\text{ламп}} \quad (7)$$

8. Суммарный световой поток ламп $\Sigma F_{\text{ламп}}$ выбрать по номинальной мощности для каждого типа ламп по табл. 4.2, $\Sigma F_{\text{ламп}} = F_{\text{л}} n$, где n – число ламп.

Таблица 4.2

Характеристики ламп

Тип лампы	Номинальная мощность, Вт	Номинальный световой поток, лм
Лампа накаливания Б 215-225-40	40	415
Лампа ДРЛ-80	80	3400
Лампа люминесцентная ESSI YSUCEL 11W	11	900

9. Полученные результаты занести в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Результаты измерений и расчетов

Параметры	Величина
1	2
Тип ламп	
Кол-во ламп	
Окраска стен помещения	
Окраска стен помещения	
Суммарный световой поток ламп $F_{\text{лампы}}$, лм	
Освещенность помещения в пяти точках, E , лк	
1	2
Среднее значение освещенности, $E_{\text{ср}}$, лк	
Фактический световой поток, $F_{\text{факт}}$, лм	
Коэффициент использования, η	

Сделать вывод о влиянии окраски стен:

- на освещенность помещения;
- коэффициент использования осветительной установки.

4.2. Исследование коэффициента пульсации освещенности

1. Установить стенки светлой стороной вовнутрь макета.
2. Включить одну из ламп ДРЛ и произвести измерение коэффициента пульсации, выбрав режим работы прибора соответствующим переключателем, непосредственно по показаниям измерительной головки. Измерение производить в центре макета.
3. Включить две лампы ДРЛ. Лампы при этом работают со сдвигом фаз на 120° , что обусловлено схемой их включения. Произвести замер коэффициента пульсации.
4. Включить все три лампы ДРЛ, при этом они работают со сдвигом фаз на 120° каждая относительно двух других. Произвести замеры аналогично предыдущим пунктам. Полученные результаты занести в табл. 4.4.

Результаты исследования освещенности и измерения коэффициента пульсации

№ п/п	Кол-во ламп ДРЛ	Измеренный коэффициент пульсации КП, %	Снижение коэффициента пульсации, %
1		КП ₁	
2		КП ₂	$(КП_1 - КП_2) \cdot 100 / КП_1$
3		КП ₃	$(КП_1 - КП_3) \cdot 100 / КП_1$

5. Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Расчеты.
3. Таблицы результатов измерений с соответствующими расчетами.
4. Выводы по результатам исследований.

Методические указания к лабораторной работе

«Исследование микроклимата производственных помещений»

1. Цель работы

1.1. Практическое измерение параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

1.2. Изучение ”Санитарных правил и норм” микроклимата производственных помещений.

2. Краткие сведения из теории

Показатели микроклимата рабочих мест производственных помещений, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 “Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений” характеризуются температурой воздуха, температурой поверхностей (учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций, устройств (экранов и т.п.), технологического оборудования или ограждающих его устройств), относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также интенсивностью теплового облучения. Эти факторы как в отдельности, так и в совокупности, оказывают большое влияние на теплообмен человека с окружающей средой.

Теплоотдача организма во внешнюю среду осуществляется несколькими путями: конвекцией, теплопроводностью, испарением, излучением и зависит от температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха и количества тепла, выделяемого организмом.

Так, например, при комнатной температуре (20 °С) теплоотдача организмом человека осуществляется на 31,0% - конвекцией, 43,7% - излучением, 21,7% - испарением и остальное - теплопроводностью. С повышением температуры до 30°С резко увеличивается испарение и свыше 35...40 °С оно становится основным путем теплоотдачи. Это вредно влияет на организм, так как из-за потери влаги и солей затрудняется сердечно-сосудистая деятельность. Значительное повышение относительной влажности в помещении затрудняет теплоотдачу испарением, особенно в сочетании с высокой температурой. В этих условиях система терморегуляции человека работает со значительными перегрузками. Организм его быстро утомляется, прекращается потовыделение и может наступить тепловой удар (потеря сознания, расстройство дыхания, кровообращения и деятельности центральной нервной системы).

Движение воздуха увеличивает конвекцию, что желательно при высокой температуре и нежелательно - при низкой, так как может вызвать простудные заболевания.

Температуру воздуха обычно измеряют жидкостными термометрами, термопарами и записывающими приборами - термографами, термометрами сопротивления. Термометры сопротивления более компактны и удобны в работе, чем жидкостные, но дают менее точные результаты. Принцип их действия основан на изменении сопротивления проводников при колебаниях температуры. Принцип их действия основан на изменении сопротивления проводников при колебаниях температуры. Если требуется запись изменения температуры во времени, то применяют записывающие приборы - термографы. Последний имеет барабан с накрученной на него бумажной лентой,

записывающий механизм и датчик из биметаллической пружины, заполненной спиртом или полый.

Различают абсолютную и относительную влажность.

Абсолютная влажность - масса водяных паров, содержащихся в 1 куб. м влажного воздуха.

Относительная влажность - отношение абсолютной влажности к максимально возможной абсолютной влажности при данной температуре, выраженное в процентах.

Можно также относительную влажность определить как отношение парциального давления водяных паров при данной температуре к парциальному давлению насыщенных водяных паров при той же температуре:

$$f = (P_{\text{вп}} / P_{\text{нас}}) * 100 \%, \quad (1)$$

где f - относительная влажность, %; $P_{\text{вп}}$ - парциальное давление водяных паров при данной температуре, мм. рт. ст.; $P_{\text{нас}}$ - парциальное давление насыщенных водяных паров при данной температуре (сухой термометр), мм. рт. ст.

Следовательно, величина относительной влажности характеризует степень влажности воздуха и показывает, насколько близок влажный воздух к насыщению. Для измерения относительной влажности применяют психрометры, гигрометры и гигрографы. Если гигрометр - показывающий прибор, то гигрограф - самопишущий. Их чувствительным элементом, как правило, является специально обработанный человеческий волос. Гигрограф имеет барабан с накрученной на него бумажной лентой и механическую систему, преобразующую колебания чувствительного элемента в движения самописца. При помощи гигрометров и гигрографов определяется относительная влажность воздуха при температурах ниже - 5 °С. Если температура выше, то применяют психрометр.

Наиболее совершенным и точным прибором для измерения относительной влажности является аспирационный (вентиляционный)

психрометр. По показаниям сухого и смоченного термометров при помощи специальных монограмм или психрометрических таблиц определяют относительную влажность воздуха. Если последние отсутствуют, то можно рассчитать по формулам. Давление водяных паров:

$$P_{\text{вп}} = P_{\text{нас}} - 0.5 (t_{\text{с}} - t_{\text{в}}) * B / 755 \quad (2)$$

где $P_{\text{вп}}$ - парциальное давление водяных паров, мм. рт. ст.; $P_{\text{нас}}$ - давление насыщенных водяных паров при температуре влажного термометра, мм. рт. ст.; $t_{\text{с}}$ - температура сухого термометра, °С; $t_{\text{в}}$ - температура влажного термометра, °С; B - барометрическое давление, при котором проводится наблюдение, мм.рт.ст.

При этом давление насыщенных водяных паров зависит от температуры и берется из табл. 4.5.

Таблица 4.5

**Парциальное давление насыщенных водяных паров
при давлении 760 мм. рт. ст.**

Температура, °С	Парциальное давление насыщенных водяных паров, мм.рт.ст.	Температура, °С	Парциальное давление насыщенных водяных паров, мм. рт. ст.
10	9,2	26	25,2
11	9,8	27	26,7
12	10,5	28	28,3
13	11,2	29	30,0
14	12	30	31,8
15	12,8	31	33,7
16	13,6	32	35,7
17	14,5	33	37,7
18	15,5	34	39,9
19	16,5	35	42,2
20	17,5	36	44,6
21	18,7	37	47,1
22	19,8	38	49,7
23	21,1	39	52,4
24	22,4	40	55,3
25	23,8		

После определения по формуле (2) парциального давления $P_{\text{вп}}$ находится относительная влажность по формуле (1), где $P_{\text{нас}}$ берется из табл. 1 для температуры сухого термометра.

Скорость воздушного потока определяется чашечными (при скорости воздуха от 9 до 20 м/с) и крыльчатыми (от 0,5 до 5 м/с) анемометрами.

Крыльчатый анемометр состоит из металлического корпуса, в котором смонтированы колесо с лопатками и счетный механизм, соединенный с осью колеса. Счетный механизм имеет несколько стрелок и циферблат, деления которого соответствуют метрам пути. Для включения и выключения счетчик имеет рычажок (арретир). У чашечного анемометра воспринимающей частью является небольшая крестовина с четырьмя полыми полушариями, обращенными выпуклыми поверхностями в одну сторону. Эта крестовина под действием воздушного потока вращается в сторону выпуклости полушарий, передавая движение на счетный механизм.

Скорость движения воздуха (м/с):

$$V_{\text{возд}} = (C_2 - C_1) / t \quad (3)$$

где C_2 - конечное показание анемометра, м; C_1 - начальное показание анемометра, м; t - время замера скорости воздуха, с.

Важной характеристикой является кратность воздухообмена. Она показывает, сколько раз в течение часа вентиляция полностью заменит воздух в помещении, например в цехе, т.е. кратность воздухообмена характеризует производительность вентиляции. Этот параметр определяется по формуле:

$$K = W / V \quad (4)$$

где K - кратность воздухообмена, ч⁻¹; W - объем поступающего воздуха, м³/ч; V - объем воздушного канала, м³.

$$W = 3600 * F * V_{\text{возд}} \quad (5)$$

где F - площадь поперечного сечения воздушного канала, (замеряется линейкой), кв. м; $V_{\text{возд}}$ - скорость движения воздуха, по формуле (3), м/с.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений назначаются с учетом интенсивности энергозатрат работающих периодов года и интенсивности теплового облучения.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового баланса организма.

3. Описание лабораторной установки

Работа выполняется на стенде, состоящем из аспирационного психрометра, барометра-анероида и воздушного канала в виде удлиненного ящика, емкости с водой, пипетки.

В основание воздушного канала вмонтированы электрический вентилятор и чашечный анемометр.

4. Порядок выполнения работы

После ознакомления с теорией вопроса, а также назначением, устройством и правилами работы с приборами можно приступить к проведению лабораторной работы.

4.1 Измерение относительной влажности.

4.1.1. Набрать из емкости пипеткой воды и, приподняв резервуар аспиратора кверху, смочить батист.

4.1.2. Завести аспиратор ключом и через 2-4 минуты записать показания термометров.

4.1.3. Определить парциальное давление водяных паров по формуле (2).

4.1.4. Определить относительную влажность по формуле (1).

4.2. Измерение скорости движения воздуха.

4.2.1. Записать начальные показания чашечного анемометра.

4.2.2 Одновременно включить вентилятор и отметить время по секундомеру или секундной стрелке часов.

4.2.3. Через 50-100 секунд отключить вентилятор и записать конечные показания анемометра.

4.2.4. По формуле (3) произвести расчет скорости движения воздуха.

4.3 Определение кратности воздухообмена.

4.3.1. Замерить поперечное сечение воздушного канала.

4.3.2. По формуле (5) произвести расчет объема поступающего воздуха.

4.3.3. Замерить длину воздушного канала и определить его объем.

4.3.4. По формуле (4) найти кратность воздухообмена.

4.4. Составление табл. 4.6 с учетом характеристики помещения, категории работы и времени года.

Таблица 4.6

Нормируемые параметры	Оптимальные	Допустимые	Измеренные
Температура			
Относительная влажность			
Скорость движения воздуха в рабочей зоне			

5. Указания к составлению отчета

Отчет оформляется на двойном листе (один на бригаду), в котором указывается номер и название лабораторной работы, фамилии и инициалы членов бригады, выполняемых работу, и индекс группы. Указывается цель работы, результаты замеров и их обработка, таблица. В конце отчета должны быть выводы о соответствии полученных результатов требованиям СанПиН 2.2.4.548-96.

Методические указания к лабораторной работе
«Исследование опасности поражения электрическим током в трехфазных
сетях переменного тока напряжением до 1000 В»

1. Цель работы

Исследование опасности поражения электрическим током в трехфазных сетях переменного тока с изолированной и заземленной нейтралью.

2. Теоретическая часть

2.1. Действие электрического тока на организм человека.

Условием поражения человека электрическим током является его прикосновение к двум точкам электрической цепи с разными потенциалами.

Опасность поражения человека определяется силой тока, проходящего через тело человека. В зависимости от реакции организма на ток можно выделить следующие его значения.

Пороговый осязаемый ток - наименьшее значение электрического тока, вызывающего при прохождении через организм осязаемые раздражения. Для тока промышленной частоты (50 Гц) значение порогового осязаемого тока составляет 0,5 – 1,5 мА.

Пороговый неотпускающий ток - наименьшее значение электрического тока, вызывающего при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник. Человек при этом не может самостоятельно освободиться от проводника. Величина этого тока (при $f=50$ Гц) составляет 10-15 мА.

Пороговый фибрилляционный ток - наименьшее значение электрического тока, вызывающего при прохождении через органы человека фибрилляцию сердца. Кровообращение останавливается. Сердце человека самостоятельно выйти из этого состояния не может, через несколько минут наступает смерть. Величина этого тока (при $f=50$ Гц) составляет 50 - 80 мА.

Переменный ток свыше 100 мА считается смертельным.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока зависит от различных факторов:

- от сопротивления тела человека;
- от величины напряжения, действующего на человека;
- от рода и частоты тока;
- от продолжительности воздействия электрического тока;
- от условий внешней среды.

На степень опасности поражения влияют индивидуальные свойства человека. Физически здоровые люди легче переносят электрические удары, чем больные и слабые. Повышенной восприимчивостью к воздействию электрического тока обладают лица, страдающие сердечно-сосудистыми, кожными, нервными и легочными заболеваниями.

2.2. Анализ опасности поражения током в электрических сетях.

Степень опасности прикосновения человека к открытым, неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением, зависит от вида прикосновений вида электрической сети, режима работы сети (нормальный и аварийный).

Прикосновение может быть:

- однофазным, когда человек касается одной фазы электросети;
- двухфазным, когда человек касается двух фаз электросети. Согласно ПУЭ (Правил устройства электроустановок) при напряжении до 1000 В применяют следующие виды электрических трехфазных сетей:
- трехпроводная с изолированной нейтралью (рис.1,а);
- - четырехпроводная с глухозаземленной нейтралью (рис.1,б).

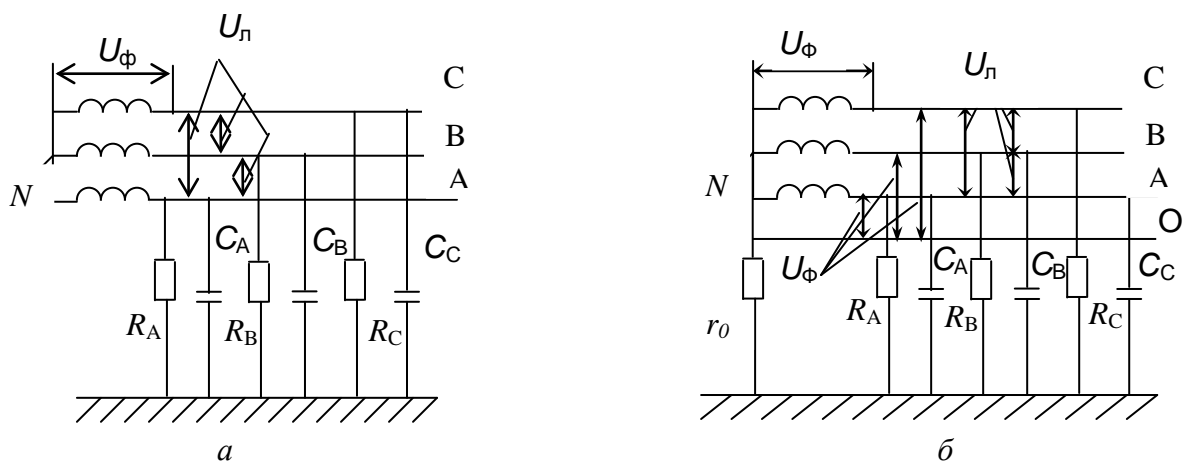


Рис. 1. Виды электрических трехфазных сетей:

a - трехпроводная с изолированной нейтралью; *б* - четырехпроводная с глухозаземленной нейтралью; А, В, С - фазы; О - защитный нулевой проводник; N – нейтраль; U_{ϕ} - фазное напряжение; $U_{л}$ - линейное напряжение; R_A, R_B, R_C - активное сопротивление изоляции фаз; C_A, C_B, C_C - емкости фаз относительно земли; r_0 - сопротивление заземления нейтрали (≤ 10 Ом)

Изолированной называется нейтраль генератора или трансформатора, не присоединенная к заземляющему устройству.

Глухозаземленной называется нейтраль генератора или трансформатора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (r_0).

При нормальном режиме работы трехфазной сети с любым режимом нейтрали потенциал нулевой точки равен нулю. Между нулевой точкой (нейтралью - N) и любым фазным проводом (А, В,С) действует фазное напряжение - U_{ϕ} . Так как нулевой проводник (0) в системе с глухозаземленной нейтралью непосредственно соединен с нейтралью, но между ним и любой фазой также действует фазное напряжение. Между фазными проводами действует линейное напряжение $U_{л}$.

Наибольшее распространение получили трехфазные сети, у которых линейное напряжение равно $U_{л}=380$ В, фазное $U_{\phi}=220$ В, а между линейным и фазным напряжениями существует зависимость:

$$U_{л} = U_{\phi} \sqrt{3}.$$

Идеальной изоляции, т.е. такой изоляции, у которой сопротивление относительно земли, бесконечно велико, в практике не существует. Поэтому на каждом участке длины провода изоляция имеет конечное активное сопротивление (R_A, R_B, R_C). Кроме того, каждый участок провода имеет емкость относительно земли (C_A, C_B, C_C).

Активное сопротивление изоляции и ёмкости распределены по всей длине провода, но в расчётах их можно считать условно сосредоточенными.

Для сравнительной оценки опасности сетей ниже рассмотрены наиболее распространенные сети с напряжением до 1000 В трехфазные трехпроводные с изолированной нейтралью и трехфазные четырехпроводные с глухозаземленной нейтралью при нормальном и аварийном режимах работы.

2.2.1. Трехфазная трехпроводная сеть с изолированной нейтралью

(рис. 2).

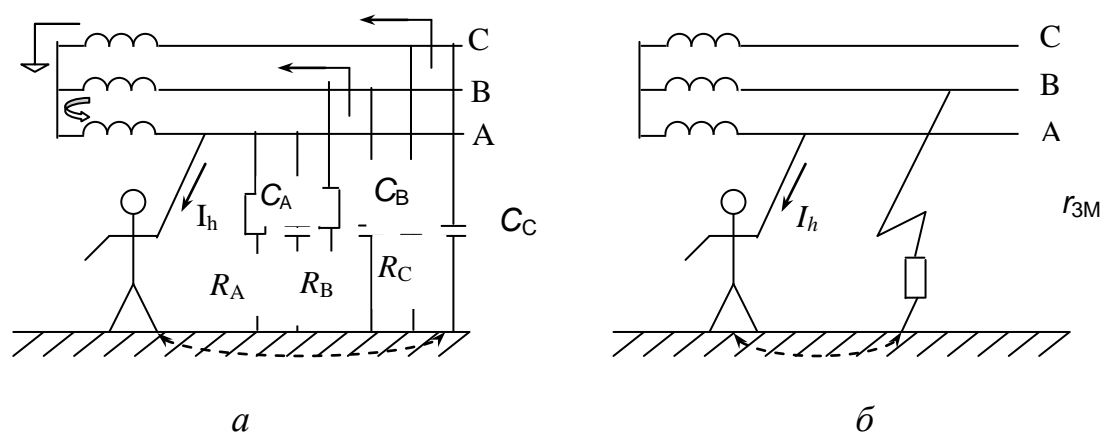


Рис. 2. Прикосновение человека к проводу трехпроводной сети с изолированной нейтралью:

а) при нормальном режиме; б) при аварийном режиме

В НОРМАЛЬНОМ РЕЖИМЕ работы при однофазном прикосновении (рис. 2,а) сила тока, проходящего через человека (для случая симметричного сопротивления изоляции фаз, т.е. $R_A=R_B=R_C=R_{из}$, $C_A =C_B=C_C$), определится выражением в комплексной форме:

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + Z/3},$$

где R_h - сопротивление тела человека, Ом; Z - полное сопротивление одной фазы относительно земли, Ом;

$$Z = R_{из} / (1 + j \omega C R_{из}),$$

где $R_{из}$ - сопротивление изоляции, Ом; ω - угловая частота; C - емкость провода относительно земли, Ф.

Для воздушных сетей малой протяженности емкость проводов относительно земли незначительна ($C \sim 0$), тогда сила тока, протекающего через человека, выразится зависимостью

$$I_h = U_\phi / (R_h + R_{из})$$

(При $U_\phi = 220\text{В}$, $R_h = 1000$ Ом, $R_{из} = 500000$ Ом сила тока через человека $I_h = 1\text{мА}$, т.е. не опасна).

При использовании кабельных линий емкости проводов относительно земли и сопротивления изоляции имеют очень большое значение ($C \neq 0$, $R_{из} \rightarrow \infty$); тогда сила тока, протекающего через человека, будет

$$I_h = \frac{U_\phi}{\sqrt{R_h^2 + (X_c/3)^2}},$$

где $X_c = 1/\omega C$ - емкостное сопротивление изоляции проводов, Ом.

Из рассмотренных зависимостей следует, что сила тока, проводящего через человека, зависит от активного сопротивления изоляции (характерно для воздушных сетей) и емкостного сопротивления изоляции проводов (характерно для кабельных сетей).

В АВАРИЙНОМ РЕЖИМЕ, когда одна из фаз замкнута на землю через малое сопротивление $r_{зм}$, человек, прикасаясь к другой фазе, оказывается включенным между двух фаз (рис.2,б).

Если сопротивление замыкания на землю $r_{3М} = 0$, то напряжение, приложенное к человеку (напряжение прикосновения), будет равно линейному $U_{пр} = U_{\phi} \sqrt{3}$. Фактически $r_{3М}$ близко к нулю, а напряжение прикосновения несколько меньше линейного. Сила тока, проходящего через человека:

$$I_h = \frac{U_{\phi} \sqrt{3}}{R_h + r_{3М}}$$

(При $U_{\phi} = 220\text{В}$, $R_h = 1000\text{ Ом}$, $r_{3М} \rightarrow 0$ сила тока через человека $I_h \sim 380\text{ мА}$, т.е. смертельна).

В аварийном режиме сила тока, проходящего через человека, резко возрастает, так как увеличивается напряжение прикосновения, а защитная роль сопротивления изоляции сводится к нулю (так как $r_{3М} \ll R_{из}$).

Следовательно, в аварийном режиме резко увеличивается опасность трехфазной сети с изолированной нейтралью.

2.2.2. Трехфазная четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью.

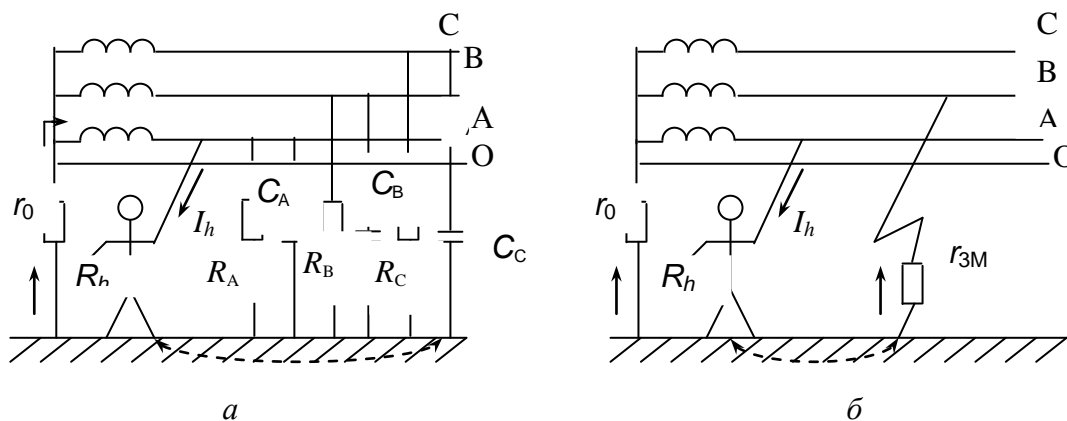


Рис.3. Прикосновение человека к фазному проводу трехфазной четырехпроводной сети с заземлением нейтралью: а - нормальный режим; б - аварийный режим

В НОРМАЛЬНОМ РЕЖИМЕ при однофазном прикосновении (рис. 3,а) напряжение прикосновения практически равно фазному, $U_{пр} \sim U_{\phi}$, поскольку сопротивление заземления нейтрали $r_0 \ll R_h$.

Сила тока, проходящего через человека,

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + r_0},$$

то есть величина тока через человека зависит только от сопротивления человека и не зависит от качества изоляции. (При $U_\phi = 220$ В, $R_h = 1000$ Ом, $r_0 \rightarrow 0$ сила тока через человека $I_h \sim 220$ мА, т.е. смертельна.)

В АВАРИЙНОМ РЕЖИМЕ одна из фаз замкнута на землю через малое сопротивление r_{3M} (рис. 3,б).

Если сопротивление замыкания фазы на землю $r_{3M} = 0$, то напряжение прикосновения $U_{пр} = U_\phi \sqrt{3}$.

Если сопротивление заземления нейтрали $r_0 = 0$, то аварийная фаза окажется соединенной с нейтралью и напряжение прикосновения $U_{пр} = U_\phi$.

В действительности $r_{3M} \neq 0$ и $r_0 \neq 0$, поэтому напряжение, под которым окажется человек, определится зависимостью

$$U_\phi \sqrt{3} > U_{пр} > U_\phi,$$

а сила тока, проходящего через человека,

$$I_h = \frac{U_\phi (r_{3M} + r_0 \sqrt{3})}{r_{3M} r_0 + R_h (r_{3M} + r_0)}.$$

Возрастание напряжения прикосновения повышает опасность сети с глухозаземленной нейтралью в аварийном режиме по сравнению с нормальным режимом работы.

2.2.3. Двухфазное прикосновение человека

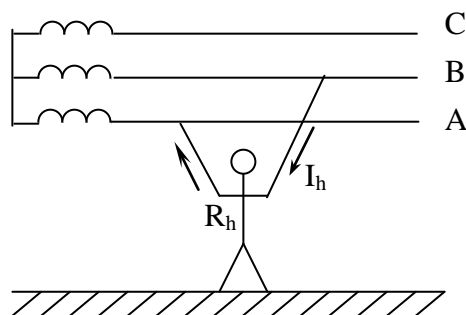


Рис.4. Двухфазное прикосновение человека

Величина тока через человека не зависит от режима нейтрали и сопротивления изоляции, а определяется только линейным напряжением и сопротивлением человека:

$$I_h = \frac{U_{\phi} \sqrt{3}}{R_h}$$

При $U_{\phi} = 220\text{В}$, $R_h = 1000\text{ Ом}$ сила тока через человека $I_h = 380\text{ мА}$, т.е. смертельна.)

2.3. Краткие выводы

Сравнительная оценка опасности двух видов фазных сетей показывает следующее.

1. При однофазном прикосновении в период нормальной работы сети ток через человека определяется:
 - в сети с изолированной нейтралью - сопротивлением изоляции и емкостью сети;
 - в сети с глухозаземленной нейтралью - только сопротивлением человека.Следовательно, при отсутствии замыкания на землю прикосновение к сети с изолированной нейтралью с малой емкостью и высоким сопротивлением изоляции безопаснее, чем прикосновением к сети с глухозаземленной нейтралью.
2. При однофазном прикосновении в период аварийной работы сеть с изолированной нейтралью значительно опаснее, чем сеть с глухозаземленной нейтралью, так как в первом случае резко возрастает напряжение прикосновения, а защитная роль изоляции сводится к нулю.
3. Опасность поражения при двухфазном прикосновении не зависит от режима нейтрали, и этот случай является наиболее опасным.

3. Описание лабораторной установки

Стенд, на котором выполняется работа, позволяет моделировать трехфазные сети с изолированной нейтралью (тумблер V_3 отключен) и глухозаземленной нейтралью (тумблер V_3 включен).

Вместо реально существующих распределенных сопротивлений изоляции и емкости фаз на стенде предусмотрены сосредоточенные сопротивления изоляции R_A, R_B, R_C и емкости C_A, C_B, C_C , меняя которые можно получить сети с различными параметрами (табл. 4.7). Тело человека имитируется активным сопротивлением R_h , переключателем Π_1 меняем фазу прикосновения к сети. Ток через человека измеряется миллиамперметром. Стенд позволяет выполнить аварийный режим работы сети, включением тумблера V_4 , т.е. замыкание на землю одной фазы с помощью переключателя Π_2 . Положение тумблеров V_3 и V_4 : вверх - «включено», вниз – «выключено».

Таблица 4.7

Основные величины элементов схемы

Сопротивление Изоляции фаз	Емкость фаз	Сопротивление тела человека
$R_1=R_4=R_7=1$ кОм	$C_1=C_4=C_7=0,3$ мкФ	$R_{10}=0,5$ кОм
$R_2=R_5=R_6=3$ кОм	$C_2=C_5=C_8=0,5$ мкФ	$R_{11}=1$ кОм
$R_3=R_6=R_9=5$ кОм	$C_3=C_6=C_9=2,0$ мкФ	$R_{12}=0$ кОм

Таблица 4.8

4. Задание к работе

№	Устанавливаемые величины	Варианты		
		1	2	3
1	$R_A=R_B=R_C$, кОм $C_A=C_B=C_C$, мкФ Человек касается фазы	1	4	1
		0,3	0,3	0,3
		A	B	C
2	R_h , кОм Человек касается фазы $C_A=C_B=C_C$, мкФ	0,5	1,0	0,5
		A	B	C
		0,3	0,3	0,3
3	R_h , кОм Человек касается фазы $R_A=R_B=R_C$, кОм	0,5	1,0	0,5
		A	B	C
		1	3	1
4	$R_A = R_B = R_C$, кОм $C_A = C_B = C_C$, мкФ R_h , кОм Человек касается фазы Аварийный режим фазы	1	3	1
		0,3	0,3	0,6
		0,5	1,0	0,5
		A	B	C
		B	C	A

5. Порядок выполнения работы

Включить стенд (загорается сигнальная лампа).

5.1. Анализ действия электрического тока в зависимости от сопротивления человека:

- включить заданные (табл. 4.8 вариант 1,2,3) активные сопротивления R_A, R_B, R_C и емкости C_A, C_B, C_C с помощью переключателей;
- переключателем Π_1 имитировать подключение человека к заданной фазе;
- меняя переключателем сопротивление человека R_h , записать величину тока для системы с изолированной и глухозаземленной нейтралью.

5.2. Анализ действия электрического тока в зависимости от активного сопротивления изоляции:

- включить емкости фаз тумблерами B_5, B_6, B_7 ;
- включить заданное сопротивление человека R_h переключателем ;
- переключателем Π_1 имитировать подключение человека к заданной фазе;
- симметрично изменяя сопротивление изоляции фаз R_A, R_B, R_C (с помощью переключателей), записать величину тока через человека в системе с изолированной и глухозаземленной нейтралью.

5.3. Анализ действия электрического тока в зависимости от емкости фаз:

- включить заданные активные сопротивления изоляции R_A, R_B, R_C переключателями;
- включить заданное сопротивление человека R_h переключателем;
- переключателем Π_1 имитировать подключение человека к заданной фазе;
- симметрично изменяя емкости фаз C_A, C_B, C_C (с помощью переключателей), записать величину тока через человека в системе с изолированной и глухозаземленной нейтралью.

5.4. Анализ действия электрического тока в зависимости от режима

работы сети:

- включить заданные активные сопротивления и емкости R_A, R_B, R_C и C_A, C_B, C_C с помощью переключателей;
- включить заданное сопротивление человека R_h переключателем;
- переключателем Π_1 имитировать подключение человека к заданной фазе;
- для нормального режима работы сети записать ток через человека в системе с изолированной и глухозаземленной нейтралью;
- имитировать аварийный режим работы сети, включив тумблер B_4 .

Заданную фазу с помощью переключателя Π_2 замкнуть на землю. Для системы с изолированной и глухозаземленной нейтралью записать величину тока через человека. Отключить стенд от сети.

Данные замеров занести в табл. 4.9.

Таблица 4.9

	Параметр, влияющий на ток через человека	Ток через человека, мА, при режиме нейтрали	
		изолированная	глухозаземленная
1	Сопротивление человека $R_{10} =$ $R_{11} =$ $R_{12} =$		
2	Активные сопротивления изоляции $R_1 = R_4 = R_7 =$ $R_2 = R_5 = R_8 =$ $R_3 = R_6 = R_9 =$		
	Емкости фазных проводников $C_1 = C_4 = C_7 =$ $C_2 = C_5 = C_8 =$ $C_3 = C_6 = C_9 =$		
4	Режим работы сети Нормальный Аварийный		

6. Указания к составлению отчета

Отчет должен включать в себя:

6.1. Цель работы.

6.2. Полученные результаты в виде таблицы.

6.3. Графики зависимости величины тока через человека от

- сопротивления человека;
- активного сопротивления изоляции;
- емкости фаз.

6.4. Выводы об опасности поражения электрическим током в трехфазных сетях с изолированной и глухозаземленной нейтралью на основании анализа полученных результатов.

6.5. Схемы сетей с изолированной и глухозаземленной нейтралью.

Методические указания к лабораторной работе «Оценка действия защитного заземления и зануления»

1. Цель работы

1. Оценить эффективность защитного заземления в электроустановках, питающихся от трехфазных трехпроводных сетей с изолированной нейтралью и действие защитного заземления в трехфазных пятипроводных сетях с заземленной нейтралью напряжением до 1000 В.

2. Оценить эффективность зануления в трехфазной пятипроводной сети с заземленной нейтралью напряжением до 1000 В.

2. Краткие сведения из теории

Защитным заземлением называется преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом (вода, каменистый грунт) нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением. Действие защитного заземления сводится к снижению до безопасного значения напряжения прикосновения – разности потенциалов между двумя точками электрической цепи (корпуса и основания), которых одновременно касается человек. Безопасность достигается, во-первых, за счет уменьшения потенциала на заземленном корпусе электроустановки (ЭУ) из-за малого сопротивления защитного заземления и большого сопротивления

изоляции фазных проводников в электрических сетях с изолированной нейтралью и, во-вторых, за счет повышения потенциала основания, на котором стоит человек в случае расположения заземлителя вблизи заземленного корпуса.

Защитное заземление наиболее эффективно действует в трехфазных трехпроводных сетях напряжением до 1000В с изолированной нейтралью в питающем трансформаторе, а также в однофазных двухпроводных сетях с изолированным от земли нулевым рабочим проводником.

При эксплуатации электрооборудования в производственных условиях возникают аварийные режимы, когда происходят одновременные замыкания фазных проводников на корпусах двух электроустановок, с отдельными заземляющими устройствами. При этом возникает двойное замыкание на землю, и заземленное оборудование оказывается под напряжением, определяемым формулами:

- на корпусе 1 $U_1 = I_3 \cdot R_1 = \frac{U \Lambda}{R_1 + R_2} \cdot R_1$,
- на корпусе 2 $U_2 = I_3 \cdot R_2 = \frac{U \Lambda}{R_1 + R_2} \cdot R_2$,

где $I_3 = \frac{U \Lambda}{R_1 + R_2}$ - ток через заземлители корпусов 1 и 2, А; R_1 и R_2 - сопротивления заземляющих устройств, Ом; U_λ - линейное напряжение сети, В (на стенде $U_\lambda = 380$ В).

Из приведенных зависимостей U_1 и U_2 видно, что в случае равенства R_1 и R_2 напряжение, возникшее на заземленных корпусах 1 и 2, будет равным половине линейного напряжения, т.е. $U_1 = U_2 = 0,5 U_\lambda$.

Такое напряжение представляет высокую опасность для обслуживающего персонала, тем более, что двойное замыкание может существовать длительно. В

данном случае необходимо оснащать такие установки быстродействующей релейной защитой или применять зануление, как меру основной защиты.

Занулением называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником (НЗП) металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением. Зануление предназначено для устранения опасности поражения человека электрическим током при замыкании фазного проводника на корпус путем быстрого автоматического отключения поврежденной электроустановки от питающей сети.

Принцип действия зануления – превращение тока замыкания фазного проводника на корпус электроустановки (ЭУ) в ток короткого замыкания, т.е. замыкание между фазным и нулевым проводником с целью создания большого тока, необходимого для срабатывания защиты и автоматического отключения поврежденной ЭУ от питающей сети за время $\tau \leq 0,2$ с. Кроме того, при соединении зануленных корпусов с землей через нулевой защитный проводник (НЗП) и повторное заземление (ПЗ) в случае замыкания фазного проводника на корпус ЭУ до момента отключения напряжение на замкнутых корпусах снижается.

Таким образом, зануление осуществляет два защитных действия – быстрое автоматическое отключение поврежденной электроустановки от питающей сети и снижение напряжения на зануленных металлических корпусах относительно земли.

Зануление применяется преимущественно в трехфазных четырехпроводных сетях напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью.

3. Описание лабораторного стенда

Лабораторный стенд представляет собой модель электрической трехфазной пятипроводной сети с источником питания, электропотребителями, средствами защиты, измерительными приборами. В качестве источника используется трехфазный трансформатор. Стенд включается трехфазным автоматом S_2 – положение 1. При этом загораются индикаторы, расположенные рядом с фазными проводниками A , B , C . Режим нейтрали сети, изолированный или заземленный с сопротивлением R_0 , изменяется переключателем S_1 . Нулевой рабочий проводник обозначен на схеме - N , по нему постоянно течет ток при однофазной нагрузке в корпусе 3 или в случае неравномерных трехфазных нагрузках в корпусах 1 и 2. Нулевой защитный проводник обозначен на схеме PE , и который предназначен для действия защитного средства - зануления.

Активные сопротивления фазных проводников и проводника N смоделированы сосредоточенными, равными между собой сопротивлениями: $R_N = R_A = R_B = R_C$. Трехфазные электропотребители (корпус 1 и корпус 2) снабжены автоматическими выключателями S_5 и S_{10} . Электропотребитель с корпусом 3 является однофазным.

Лабораторный стенд моделирует два способа защиты: защитное заземление и зануление. Подключение корпусов 1 и 2 к заземляющим устройствам с сопротивлениями R_{31} и R_{32} осуществляется с помощью переключателей S_9 и S_{15} соответственно. Подключение корпусов 1 и 2 к PE -проводнику осуществляется переключателями S_8 и S_{14} (правое положение) соответственно. Повторное сопротивление R_n нулевого защитного проводника подключается к PE -проводнику переключателем S_{17} . Корпус 3 подключен к проводнику PE напрямую без переключателя. Обрыв проводника PE между точками подсоединения корпусов 1 и 2 имитируется с помощью переключателя S_{12} .

Лабораторный стенд имеет три измерительных прибора: цифровой вольтметр с диапазоном измерения от 0 до 2000В, цифровой амперметр с

диапазоном измерения от 0 до 2000А, цифровой миллисекундомер с диапазоном измерения от 0 до 999 мс. Вольтметр включается в цепь через специальные гнезда внешними проводниками. Включение амперметра в цепь осуществляется с помощью переключателя. В положении 1 включается амперметр A_1 для измерения тока короткого замыкания, в положении 2 включается амперметр A_2 для измерения тока, стекающего через заземлитель корпуса 2, в положении 3 включается амперметр A_3 для измерения тока через повторное заземление нулевого защитного проводника PE . Секундомер предназначен для измерения времени срабатывания автоматического выключателя S_{10} в схеме зануления корпуса 2.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Оценка эффективности действия защитного заземления в сети с изолированной нейтралью:

а) незаземленный корпус:

- изолировать нейтраль – перевести переключатель S_1 в левое положение;
- перевести переключатели S_3, S_4 , в нижнее положение, а переключатели $S_8, S_{14}, S_{17}, S_9, S_{15}$ – в левое положение;
- установить значения активных сопротивлений изоляции переключателем S_{18} в соответствии с заданием преподавателя;
- включить стенд – положение $S_2 – 1$, при этом загораются лампы.
- подключить ЭУ 2 к сети – положение автомата $S_{10} – 1$ (ЭУ1 отключена $S_5 – 0$);
- произвести кнопкой S_{13} замыкание фазного провода B на корпус 2;
- вольтметром с помощью гибких проводников измерить напряжение незаземленного корпуса 2 относительно земли (гнезда X_8 и X_2 соединить с выходами вольтметра). Результат записать в табл.1.
- б) заземленный корпус:
- кнопкой “СБРОС” устранить замыкание фазного провода на корпус 2;

- установить значение R_{32} , равное 4 Ом;
- заземлить корпус 2 - переключатель S_{15} в правое положение;
- произвести замыкание фазного провода B на корпус 2;
- переключатель амперметра – в положении “ОТКЛ.”;
- вольтметром с помощью гибких проводников измерить напряжения: заземленного корпуса 2 относительно земли (гнезда X_8 и X_2);
- прикосновения при различных расстояниях до заземлителя (гнезда X_8 и X_9 , X_8 и X_6 , X_8 и X_5). Результаты записать в табл.1;
- измерить ток замыкания на землю, установив переключатель амперметра в положение A_2 , при этом загорается лампа, соответствующая данному подключению амперметра;
- выполнить сброс замыкания на корпус, отключить амперметр.

4.2. Оценка эффективности действия защитного заземления в сети с заземленной нейтралью:

- заземлить нейтраль источника тока - переключатель S_1 в правое положение;
- подключить N и PE -проводник к источнику питания – S_3 и S_4 поставить в верхнее положение;
- отключить заземление – S_{15} в левое положение;
- кнопкой S_{13} замкнуть фазный провод B на корпус 2;
- - измерить напряжение корпуса 2 относительно земли (гнезда X_8 и X_2);
- включить заземление – S_{15} в правое положение;
- измерить напряжение корпуса 2 относительно земли (гнезда X_8 и X_2);
- измерить ток замыкания на землю, установив переключатель амперметра в положение A_2 ;
- результаты замеров занести в табл.4.10;
- выполнить сброс замыкания, отключить амперметр.

4.3. Оценка эффективности действия защитного заземления в сети с изолированной нейтралью при двойном замыкании на заземленные корпуса:

- изолировать нейтраль – перевести переключатель S_1 в левое положение;
- перевести переключатели S_3, S_4 , в нижнее положение, а переключатели $S_8, S_{14}, S_{17}, S_9, S_{15}$ – в левое положение;
- подключить корпус 1 к сети – положение автомата $S_5 – 1$;
- одновременно кнопками S_7 и S_{13} произвести замыкания фазных проводов А и В на корпуса 1 и 2 соответственно;
- вольтметром измерить напряжение незаземленного корпуса 1 относительно земли (гнезда X_4 и X_2) и напряжение незаземленного корпуса 2 относительно земли (гнезда X_8 и X_2);
- заземлить корпуса – переключатели S_9 и S_{15} перевести в правое положение;
- вольтметром измерить напряжение заземленного корпуса 1 относительно земли (гнезда X_4 и X_2) и напряжение заземленного корпуса 2 относительно земли (гнезда X_8 и X_2);
- измерить ток замыкания на землю, установив переключатель амперметра в положение A_2 ;
- результаты замеров занести в табл.4.10;
- выполнить сброс замыканий, отключить амперметр.

Таблица 4.10

Оценка эффективности защитного заземления

Тип питающей сети	Напряжение на незаземленном корпусе, В	Напряжение на заземленном корпусе, В	Напряжение прикосновения, В	Ток замыкания на землю, А
Сеть с изолированной нейтралью (замыкание на корпус 2)	$U_{к2} =$	$U_{к2} =$	$U_{пр1} =$ $U_{пр2} =$ $U_{пр3} =$	$I_3 =$
Сеть с заземленной нейтралью	$U_{к2} =$	$U_{к2} =$	-	$I_3 =$
Сеть с изолированной нейтралью (двойное замыкание на корпусах 1 и 2)	$U_{к1} =$ $U_{к2} =$	$U_{к1} =$ $U_{к2} =$	-	$I_3 =$

Сделать выводы об эффективности защитного заземления, сравнив соответствующие показания, и об эффективности режима нейтрали, сравнив показания напряжений на заземленных корпусах в сети с изолированной и заземленной нейтралью.

4.4. Оценка эффективности действия зануления в трехфазной пятипроводной сети с заземленной нейтралью напряжением до 1000 В.

4.4.1. Определение времени срабатывания автоматов защиты при замыкании фазного провода на корпус при различном сопротивлении петли “фаза-нуль”:

- заземлить нейтраль источника тока – перевести S_1 в правое положение;
- подключить N и PE -проводник к источнику питания – S_3 , S_4 и S_{12} в верхнее положение;
- S_9 , S_{15} и S_{17} поставить в левое положение;
- подключить корпуса 1 и 2 к PE -проводнику - переключатели S_8 и S_{14} в правое положение;
- подключить установки 1 и 2 к сети – положение автоматов S_5 и $S_{10} - 1$;
- переключателем S_6 установить значение $R_{PE}=0,1$ Ом;
- включить амперметр (положение $A1$);
- нажать кнопку S_{13} ;
- снять показания с миллисекундомера при срабатывании автомата защиты и тока замыкания на корпус I_1 с амперметра A_1 ;
- установить значения $R_{PE}=0,2$, затем $0,5$ Ом и произвести измерения времени срабатывания защиты и тока замыкания на корпус I_2 и I_3 соответственно.
- результаты занести в табл.2.

4.4.2. Оценка эффективности повторного заземления при обрыве PE-проводника

а) при отсутствии повторного заземления:

- отключить повторное заземление R_{Π} от PE-проводника – переключатель S_{17} в левое положение;
- произвести обрыв PE-проводника между 1 и 2 корпусами, для чего перевести переключатель S_{12} поставить в нижнее положение;
- включить автоматы защиты - S_5 и S_{10} в положение 1;
- произвести замыкание фазного провода В на корпус 2 кнопкой S_{13} ;
- амперметр поставить в положение «ОТКЛ.»;
- произвести измерения напряжения корпусов относительно земли (гнезда X_4 и X_2 , X_8 и X_2 , X_{11} и X_2). Результаты занести в табл.2;
- выполнить сброс замыкания;

б) при наличии повторного заземления

- подключить повторное заземление к PE-проводнику - переключатель S_{17} в правое положение;
- установить $R_{\Pi} = 4$ Ом;
- произвести замыкание фазного провода В на корпус 2 кнопкой S_{13} ;
- амперметр поставить в положение «ОТКЛ.»;
- произвести измерения напряжения корпусов относительно земли (гнезда X_4 и X_2 , X_8 и X_2 , X_{11} и X_2);
- амперметр поставить в положение А3;
- произвести измерение тока замыкания на землю I_3 ;
- результаты записать в табл.4.11;
- выключить стенд.

Сделать выводы об эффективности зануления в сети с заземленной нейтралью в зависимости от сопротивления петли «фаза-нуль», сравнив время срабатывания защиты с допустимым, и об эффективности повторного

заземления нулевого защитного проводника по показаниям напряжения на корпусах 1, 2, 3.

Таблица 4.11

Оценка эффективности зануления в сети с заземленной нейтралью

Исходные данные	Время срабатывания защиты, с	Напряжения корпусов относительно земли и ток замыкания
Сопrotивление петли «фаза-нуль» $R_{PE} = 0,1$ Ом $R_{PE} = 0,2$ Ом $R_{PE} = 0,5$ Ом	$\tau_1 =$ $\tau_2 =$ $\tau_3 =$	$I_1 =$ $I_2 =$ $I_3 =$
Обрыв PE-проводника: - при отсутствии повторного заземления	-	$U_{к1} =$ $U_{к2} =$ $U_{к3} =$
- при наличии повторного заземления	-	$U_{к1} =$ $U_{к2} = I_3 =$ $U_{к3} =$

5. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать: цель работы, рисунок схемы лабораторного стенда, таблицы результатов и выводы.

Вопросы для подготовки к лабораторным работам

1. Назовите светотехнические величины.
6. Назовите источники искусственного освещения.
7. Какие недостатки и преимущества имеют лампы накаливания и газоразрядные лампы?
8. Каков принцип действия и устройство ламп накаливания?
9. Как устроены и работают разрядные лампы низкого и высокого давления?
10. Методы уменьшения коэффициента пульсаций освещенности.
11. Какие параметры относятся к микроклиматическим условиям?
12. Каким документом нормируются микроклиматические условия?
13. Какие приборы применяются для определения скорости движения воздуха?
14. Какие приборы применяются для определения относительной влажности?
15. Как устроен чашечный анемометр?
16. Как устроены психрометры, гигрометры?

17. Методика измерения скорости воздушного потока.
18. Методика измерения относительной влажности.
19. Термины и определения.
20. Профилактика и защитные мероприятия от вредных условий микроклимата.
21. Какие сети по режиму нейтрали используют при напряжении до 1000 В?
22. Что такое пороговое значение тока?
23. Однофазное прикосновение к какой сети по режиму нейтрали опаснее?
24. Однофазное прикосновение к какой сети опаснее в аварийном режиме?
25. От чего зависит степень опасности электрического тока?
26. Что такое зануление?
27. Что такое защитное заземление?
28. В каких сетях по режиму нейтрали эффективно работают защитное заземление и зануление?

Список литературы

Основная:

1. Долин, П.А. Основы техники безопасности в электроустановках /П.А.Долин. - М.: Энергоатомиздат, 1984 – с. 222-254.
2. Денисенко, Г.Ф. Охрана труда/Г.Ф. Денисенко. – М.: Высш. шк., 1985.–319с.
3. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.:
4. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
5. Охрана труда в машиностроении; под ред. Е.Я.Юдина, С.В.Белова. - М.: Машиностроение, 1983. 432с.

Дополнительная:

1. Фильев, В.И. Регулирование условий труда на предприятиях РФ/ В.И. Фильев. – М.: Интел-Синтез, 1996. – 131 с.
2. Правила устройства электроустановок. 7 изд. - М. 648с.
3. Князевский, Б.А. Электробезопасность в машиностроении/ Б.А.Князевский, Ревякин А.Й., Чекалин Н.А. - М.: Машиностроение, 1980. 240с.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В процессе изучения курса “Безопасность жизнедеятельности” студенты выполняют контрольную работу, которая включает пять вопросов и две задачи.

Варианты контрольных работ с номерами вопросов и задач выбираются по таблице в соответствии с последней цифрой учебного шифра.

Контрольная работа выполняется четким и разборчивым почерком в ученической тетради. На каждой странице тетради оставляются поля для замечаний преподавателя-рецензента. Ответы на вопросы и решения задач должны сопровождаться эскизами, схемами или графиками в соответствии с требованиями технического рисования и черчения, а также ссылками на литературные источники.

В конце контрольной работы необходимо приводить перечень используемой литературы, а также ставить дату выполнения и подпись.

Выполненную работу студент отправляет в институт на свой факультет.

Зачтенная работа предъявляется преподавателю при сдаче экзамена.

Вопросы для контрольной работы

1. Взаимодействие человека со средой обитания. Аксиома о потенциальной опасности.
29. Понятие риска. Допустимый риск, методы его определения.
30. Естественные системы человека для защиты от вредных факторов. Характеристика анализаторов.
31. Рациональная организация рабочего места с учетом эргономических требований.
32. Психофизиологические качества человека, влияющие на безопасность.
33. Классификация основных форм деятельности человека.

34. Показатели оценки тяжести и напряженности труда.
35. Организация службы охраны труда на предприятии, обязанности администрации предприятия, связанные с охраной труда.
36. Система стандартов безопасности труда.
37. Причины возникновения несчастных случаев на производстве, их классификация.
38. Методы анализа производственного травматизма.
39. Организации, осуществляющие надзор и контроль за соблюдением законов, правил и норм по охране труда.
40. Опасные и вредные производственные факторы.
41. Производственный травматизм и профессиональные заболевания.
42. Права и обязанности государственной технической и правовой инспекции.
43. Порядок расследования несчастных случаев на производстве; регистрация и учет несчастных случаев.
44. Виды ответственности за нарушение законодательства о труде, норм и правил по охране труда.
45. Права и обязанности общественного инспектора по охране труда на предприятии.
46. Нормирование параметров микроклимата.
47. Терморегуляция организма человека. Теплообмен между телом человека и окружающей средой.
48. Нормирование допустимого содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
49. Естественная вентиляция. Устройство и принцип действия. Преимущества и недостатки.
50. Механическая вентиляция. Устройство и принцип действия. Преимущества и недостатки.
51. Кондиционирование воздуха.
52. Местная вентиляция. Виды местной вентиляции. Устройство и принцип действия.

53. Методы расчета воздухообмена для общеобменной вентиляции.
54. Методы расчета объема воздуха, удаляемого местными отсосами.
55. Индивидуальные средства защиты работающих от пыли и газов.
56. Основные светотехнические величины.
57. Системы и виды освещения.
58. Нормирование освещения.
59. Расчет искусственного общего освещения методом светового потока.
60. Расчет искусственного общего освещения точечным методом.
61. Расчет искусственного общего освещения методом удельной мощности.
62. Расчет естественного освещения.
63. Средства индивидуальной защиты органов зрения.
64. Контроль освещенности.
65. Основные требования к производственному освещению.
66. Электрические источники света. Их достоинства и недостатки.
67. Воздействие электромагнитных полей радиодиапазона на организм человека.
68. Нормирование электромагнитных полей радиочастот.
69. Методы и средства защиты от электромагнитных полей.
70. Средства индивидуальной защиты при работе на высокочастотных установках.
71. Методика расчета экранирующих устройств как способа защиты от электромагнитных полей.
72. Действие на человека ионизирующих излучений.
73. Нормирование ионизирующего излучения.
74. Мероприятия по защите от ионизирующих излучений.
75. Источники лазерного излучения и воздействие его на организм человека.
Нормирование лазерного излучения.
76. Мероприятия по защите от лазерного излучения.
77. Действие электрического тока на организм человека.
78. Виды электротравм.

79. Пороговые значения электрического тока.
80. Напряжение шага.
81. Анализ опасности прикосновения человека к токоведущим частям в трехфазной сети с изолированной нейтралью при нормальном и аварийном режимах работы.
82. Анализ опасности прикосновения человека к токоведущим частям в трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью трансформатора при нормальном и аварийном режимах.
83. Факторы, влияющие на степень поражения электрическим током.
84. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.
85. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.
86. Защитное заземление. Принцип действия. Область применения.
87. Зануление. Принцип действия. Область применения.
88. Защитное отключение.
89. Изолирующие электрозащитные средства.
90. Явления при стекании тока в землю.
91. Напряжение прикосновения.
92. Методы контроля изоляции.
93. Статическое электричество и борьба с ним в производственных условиях.
94. Классификация помещений по степени поражения электрическим током согласно ПУЭ.
95. Классификация емкостей или систем, содержащихся или работающих под давлением.
96. Причины аварий при работе с баллонами со сжатыми, сжиженными и растворенными газами.
97. Техническое освидетельствование сосудов, содержащихся или работающих под давлением.
98. Процесс горения и виды горения.

99. Классификация помещений по пожарной опасности согласно НПБ 105-95.
100. Классификация строительных материалов и конструкций, зданий и сооружений по отношению к действию огня.
101. Противопожарные преграды, конструкции, пределы их огнестойкости.
102. Молниезащита.
103. Показатели пожарной опасности веществ.
104. Причины возникновения пожара.
105. Принципы прекращения горения.
106. Огнетушащие вещества.
107. Назначение, устройство и принцип действия ручных огнетушителей.
108. Принцип действия стационарных установок, предназначенных для тушения пожара.
109. Пожарная сигнализация.
110. Эвакуация людей при пожаре.
111. Опасные зоны при обработке материалов на металлорежущих и агрегатных станках, станках с ЧПУ и автоматах. Технические средства защиты.
112. Физические характеристики шума.
113. Источники шума на производстве.
114. Действие шума на организм человека.
115. Нормирование шума.
116. Методы борьбы с шумом на производстве.
117. Источники ультразвука, его действие на человека, нормирование и защита от ультразвука.
118. Источники инфразвука, его действие на человека, нормирование и защита от инфразвука.
119. Причины возникновения вибрации на производстве.
120. Действие вибрации на организм человека.
121. Классификация вибрации, нормирование вибрации.
122. Методы снижения вибрации.
123. Приборы для измерения шума.

124. Приборы для измерения вибрации.
125. Средства индивидуальной защиты от вибрации.
126. Средства индивидуальной защиты от шума.
127. Требования безопасности к конструкции и эксплуатации подъемно-транспортных машин.

Задача №1

В конструкторском бюро совмещенное боковое освещение. Минимальное освещение естественным светом рабочего места составляет 100 лк. Наружная освещенность 9000 лк. Наименьший размер объекта различения 0,3 мм. Рассчитать коэффициент естественной освещенности. Определить разряд зрительной работы и нормируемый КЕО. Сделать вывод о возможности выполнения данной работы.

Задача №2

Определить величину нормируемой освещенности на участке металлорежущих станков. Для этого установить разряд и подразряд зрительной работы, систему освещения.

Задача №3

Определить величину нормируемой освещенности в вычислительном центре. Для этого установить разряд и подразряд зрительной работы, систему освещения.

Задача №4

В помещении выполняются сварочные работы. Определить разряд выполняемой работы и нормируемую освещенность, если в помещении общая система освещения.

Указания к решению задач 1,2,3,4. При решении задачи следует пользоваться СНиП 23-05-95 «Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение».

Задача №5

Определить вид вибрации и допустимую величину вибрации на рабочем месте токаря. Частота вращения вала 1500 об/мин.

Задача №6

Определить вид вибрации и допустимую величину вибрации при работе с электродрелью. Частота вращения вала 900 об/мин.

Указания к решению задач №5 и 6. Использовать при решении ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования».

Задача №7

Определить допустимые уровни звукового давления в дБ и уровень звука в дБА в механическом цеху на участке токарных станков. Дать характеристику шума.

Задача №8

Определить допустимые уровни звукового давления в вычислительном центре. Дать характеристику шума.

Указания к решению задач №7 и 8. Использовать при решении ГОСТ 12.1.003-83* ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности».

Задача №9

Определить допустимые параметры микроклимата на рабочем месте сварщика для холодного и теплого периода года. Указать вид применяемой вентиляции и отопления.

Задача №10

Определить оптимальные параметры микроклимата для рабочего места инженера-конструктора. Указать вид применяемой вентиляции и отопления.

Указания к решению задач 9,10. Использовать при решении СанПиН 2.2.4.458-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Задача №11

В монтажном цехе объемом $V=8000 \text{ м}^3$ производится пайка мягким припоем ПОС-40. За 1 час работы расходуется 100 г припоя, в состав которого входит 60% свинца. Во время работы испаряется 0,5 % припоя. Определить кратность воздухообмена и количество воздуха, которое необходимо ввести в помещение, чтобы концентрация свинца не превышала допустимую. Содержание свинца в наружном воздухе принять равным нулю.

Задача №12

В цехе объемом $V=700 \text{ м}^3$ производится окраска деталей, при этом в качестве растворителя применяется бутиловый спирт. При работе за 8- часовой рабочий день расходуют 1 кг растворителя. Во время работы испаряется 15% растворителя. Определить кратность воздухообмена и количество воздуха, которое необходимо ввести в помещение, чтобы концентрация бутилового спирта не превышала допустимую.

Задача №13

Определить напряжение шага, под которым может оказаться человек. Величина шага $a=0,8 \text{ м}$. Расстояние от провода 1,5 м. Ток замыкания на землю 100 А. Вид грунта – суглинок.

Задача №14

Определить величину тока, протекающего через тело человека, при прикосновении его к одному оголенному проводу трехфазной сети с заземленной нейтралью в нормальном режиме работы. Напряжение $U_{\phi}=220 \text{ В}$. Сопротивление человека 1 кОм, сопротивление пола 1,4 кОм, сопротивление изоляции 600кОм, сопротивление обуви 1,5 кОм.

Задача №15

Определить величину тока протекающего через тело человека, при прикосновении его к одному оголенному проводу трехфазной сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме работы. Напряжение

$U_{\phi}=220\text{В}$. Сопротивление человека 1 кОм, сопротивление пола 2 кОм, сопротивление изоляции 900кОм, сопротивление обуви 5 кОм.

Задача №16

Определить величину тока, проходящего через тело человека, в случае двухфазного и однофазного прикосновения к сети с изолированной нейтралью, если $U_{\phi}=220\text{ В}$, $R_{\text{изоляция}}=500\text{ кОм}$, $R_{\text{обуви}}=10\text{ кОм}$.

Задача №17

Определить величину тока, проходящего через тело человека, в случае двухфазного и однофазного прикосновения к трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью, если $U_{\phi}=220\text{ В}$. Оценить опасность тока.

Указания к решению задач 14,15,16,17. При решении задачи нужно привести электрические схемы. Сделать вывод с точки зрения безопасности эксплуатации (сравнить расчетный ток с пороговыми значениями тока).

Задача №18

Определить категорию производства по пожарной опасности, в котором производится окраска деталей нитролаком, необходимую степень огнестойкости строительных конструкций, противопожарные разрывы между зданиями, предельное расстояние от наиболее удаленных мест до эвакуационных выходов.

Задача №19

Для механического цеха (токарные, фрезерные станки) определить категорию производства по пожарной опасности, необходимую степень огнестойкости строительных конструкций, противопожарные разрывы между зданиями, предельное расстояние от наиболее удаленных мест до эвакуационных выходов.

Указания к решению задач 18,19. При решении задачи использовать НПБ 105-95, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность, общие требования», СНиП 2.09.02-85 «Производственные здания».

Задача №20

Определить коэффициент частоты и коэффициент тяжести травматизма на предприятии, где за год произошло 122 несчастных случая с потерей по трудоспособности 1130 рабочих дней. Число работающих - 12000 человек.

Задача №21

Определить коэффициент частоты и коэффициент тяжести травматизма по полугодиям и за год на предприятии, где за первое полугодие произошло 40 несчастных случаев с потерей по трудоспособности 520 рабочих дней и за второе полугодие - 61 несчастный случай с потерей трудоспособности 642 рабочих дня. Число работающих - 10000 человек. Сделать выводы.

Специальность	Вариант	Номера вопросов	Номера задач
Электротехнические	1	1, 18, 29, 43, 59	13, 3
	2	2, 19, 30, 44, 61,	14, 4
	3	3, 20, 31, 45, 62	15, 5
	4	4, 21, 32, 46, 63	16, 6
	5	8, 22, 35, 47, 64	17, 7
	6	9, 23, 28, 36, 57	18, 8
	7	10, 24, 29, 39, 65	1, 9
	8	11, 25, 30, 40, 58	2, 10
	9	12, 26, 31, 41, 66	3, 11
	10	13, 28, 32, 42, 67	4, 12
Автомобильные	1	5, 19, 29, 40, 92	1, 20
	2	6, 20, 30, 41, 71	2, 19
	3	7, 21, 31, 42, 93	3, 18
	4	8, 22, 32, 50, 70	4, 17
	5	9, 23, 33, 51, 71	5, 16
	6	10, 24, 34, 53, 72	6, 15
	7	11, 25, 35, 54, 73	7, 14
	8	12, 26, 36, 55, 74	8, 13
	9	13, 27, 37, 56, 93	9, 12
	10	14, 28, 38, 57, 94	10, 11
Радиотехнические	1	15, 19, 41, 43, 85	21, 19
	2	16, 20, 44, 67, 95	1, 18
	3	17, 21, 40, 50, 96	2, 17
	4	18, 22, 42, 51, 97	3, 16
	5	19, 23, 43, 52, 98	4, 15
	6	1, 25, 45, 53, 99	5, 14
	7	2, 26, 40, 54, 90	6, 13
	8	3, 19, 55, 72, 87	7, 12
	9	4, 10, 56, 77, 88	8, 11
	10	5, 11, 59, 78, 89	9, 10,
Металлургические	1	2, 19, 36, 49, 50	20, 1
	2	3, 20, 38, 71, 100	21, 2
	3	4, 21, 39, 72, 99	3, 19
	4	5, 22, 32, 73, 98	4, 18
	5	6, 23, 33, 74, 97	5, 17

Специальность	Вариант	Номера вопросов	Номера задач
	6	7, 24, 34, 75, 96	6, 16
	7	8, 25, 35, 76, 95	7, 15
	8	9, 26, 36, 77, 94	8, 14
	9	10, 27, 37, 78, 93	9, 13
	10	11, 28, 38, 79, 92	10, 12
	Экономические	1	1, 17, 19, 45, 51
2		2, 18, 50, 56, 83	2, 19
3		3, 9, 16, 77, 87	3, 18
4		4, 15, 39, 72, 82	4, 17
5		5, 14, 29, 71, 79	5, 16
6		6, 13, 30, 80, 93	6, 15
7		7, 12, 35, 51, 83	7, 14
8		8, 11, 37, 52, 91	8, 13
9		9, 19, 38, 77, 86	9, 12
10		10, 20, 76, 82, 96	10, 11
Механические	1	1, 16, 25, 38, 84	21, 19
	2	2, 15, 68, 73, 85	1, 18
	3	3, 14, 24, 54, 72	2, 17
	4	4, 13, 19, 70, 82	3, 16
	5	5, 12, 21, 69, 83	4, 15
	6	6, 11, 39, 74, 91	5, 14
	7	7, 10, 50, 75, 92	6, 13
	8	8, 9, 67, 79, 89	7, 12
	9	9, 32, 55, 81, 88	8, 11
	10	17, 33, 60, 80, 87	9, 10,

Образцы выполнения контрольных работ

Ответы на теоретические вопросы студент может найти в рекомендованной литературе. А далее рассмотрены примеры решения задач.

Задача 1. В помещении производятся работы, связанные с различением наименьшего объекта величиной 0,6 мм. Естественное освещение – боковое. Минимальная освещенность от естественного света составляет 150 лк.

Наружная освещенность – 8000 лк. Рассчитать коэффициент естественной освещенности. Определить разряд зрительной работы и нормируемый КЕО. Сделать вывод о возможности выполнения данной работы.

Решение. Согласно СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» данная зрительная работа относится к средней точности. Нормируемая величина КЕО для характеристики зрительной работы средней точности составляет 1,5 %. Рассчитаем фактическое значение КЕО:

$$\text{КЕО} = (E_{\text{вн}}/E_{\text{нар}}) \cdot 100 = 150/8000 = 1,8 \%$$

Полученное значение КЕО = 1,8 % выше допустимого (1,5 %), следовательно, данная зрительная работа может выполняться в рассматриваемом помещении.

Задача 2. Определить величину нормируемой освещенности на плавильном участке литейного цеха. Для этого установить разряд зрительной работы, систему освещения.

Решение. Согласно СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»

Характеристика зрительной работы на плавильном участке следующая: работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах, что соответствует наименьшему размеру объекта различения более 0,5 мм. Разряд зрительной работы – VII. Система искусственного освещения – общая. Нормируемая величина освещенности составляет 200 лк.

Задача 3. Определить вид вибрации и допустимые параметры вибрации на рабочем месте фрезеровщика. Частота вращения вала составляет 2000 об/мин.

Решение. Определим частоту вибрации f , Гц:

$$f = n/60 = 2000/60 = 33,3 \text{ Гц.}$$

Согласно ГОСТ ССБТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность. Общие требования» вибрация, воздействующая на фрезеровщика – общая технологическая, типа 3а. Нормируемые параметры вибрации следующие:

Среднеквадратичная виброскорость $0,2 \text{ м/с} * 10^{-2}$

Логарифмический уровень виброскорости -92 дБ

6. Контроль знаний

6.1 Вопросы и задания для самоконтроля усвоения теоретического материала

Раздел 1. Общие вопросы

Тема 1 Цели и задачи БЖД

1. Каковы основные задачи при подготовке инженера-руководителя производства?
2. Что такое среда обитания?
3. Каким образом осуществляется взаимодействие человека со средой обитания?

Тема 2 Правовые и организационные вопросы

1. Какие документы относятся к основным законодательным актам по охране труда?
2. Каким образом осуществляется Государственный надзор и контроль в области охраны труда?
3. Как организуется служба охраны труда на предприятии?
4. Какие виды ответственности существуют за нарушение норм и правил по охране труда?
5. Каким образом проводится расследование несчастных случаев на производстве?
6. Каковы причины несчастных случаев на производстве?
7. В чем заключаются методы анализа производственного травматизма?

Раздел 2 Производственная санитария

Тема 1 Оздоровление воздушной среды

1. Что такое ПДК?
2. Как классифицируют вредные вещества?
3. Каковы основные параметры микроклимата?
4. Каким образом параметры микроклимата влияют на организм человека?

5. Какие параметры микроклимата нормируются?
6. Что такое вентиляция?
7. Каким образом осуществляется естественная и механическая вентиляция?
8. Какой величиной оценивается эффективность вентиляции?

Тема 2 Производственное освещение

1. Что такое свет?
2. Какие светотехнические величины определяют условия зрительной работы?
3. Какие требования предъявляются к производственному освещению?
4. Какие бывают источники света, их преимущества и недостатки?
5. Каким образом нормируют производственное освещение?
6. Что такое светильник? Классификация светильников.

Тема 3 Защита от вибрации, шума

1. Каковы причины и источники вибрации на производстве?
2. Каковы причины и источники шума на производстве?
3. Какими физическими характеристиками оцениваются шум и вибрация?
4. Каким образом нормируется шум и вибрация?
5. Какие применяются методы защиты от шума и вибрации на производстве?
6. Что такое виброгашение?
7. Что такое звукоизоляция?

Тема 4 Защита от электромагнитных полей и ионизирующих излучений

1. Что является причинами возникновения электромагнитных полей и излучений?
2. Каковы особенности воздействия электромагнитных полей на человека?
3. Как производится нормирование электромагнитных полей и излучений?
4. В чем заключается защита от электромагнитных полей и излучений?

Раздел 3 Обеспечение безопасности технических систем и технологических процессов

Тема 1 Электробезопасность

1. Что такое электробезопасность?
2. В чем проявляется физиологическое воздействие электрического тока на организм человека?
3. От чего зависит опасность прикосновения человека к трехфазным сетям переменного тока?
4. Что такое нейтраль?
5. Какие существуют способы защиты от поражения электрическим током?
6. От чего зависит исход поражения человека электрическим током?

Тема 2 Безопасность технологических процессов и производственного оборудования

1. Какие требования предъявляются к безопасности технических средств и технологических процессов?
2. Какие зоны оборудования относятся к опасным зонам?
3. Какие средства защиты применяются на производстве?
4. Как обеспечивается безопасность грузоподъемного оборудования?

Тема 3 Пожарная безопасность

1. Что такое пожар?
2. Какими характеристиками оценивается горение?
3. Как классифицируют помещения по взрывопожароопасности?
4. Что такое огнестойкость?
5. Какие меры пожарной профилактики применяют на предприятиях?
6. Какие существуют принципы прекращения горения?
7. Какие применяются средства оповещения о пожаре и средства пожаротушения?

6.2 Вопросы для самоконтроля усвоения материала лабораторных работ

1. Назовите светотехнические величины.
2. Назовите источники искусственного освещения.
3. Какие недостатки и преимущества имеют лампы накаливания и газоразрядные лампы?
4. Каков принцип действия и устройство ламп накаливания?
5. Как устроены и работают разрядные лампы низкого и высокого давления?
6. Методы уменьшения коэффициента пульсаций освещенности.
7. Какие параметры относятся к микроклиматическим условиям?
8. Каким документом нормируются микроклиматические условия?
9. Какие приборы применяются для определения скорости движения воздуха?
10. Какие приборы применяются для определения относительной влажности?
11. Как устроен чашечный анемометр?
12. Как устроены психрометры, гигрометры?
13. Методика измерения скорости воздушного потока.
14. Методика измерения относительной влажности.
15. Термины и определения.
16. Профилактика и защитные мероприятия от вредных условий микроклимата.
17. Что такое нейтраль?
18. Какие сети по режиму нейтрали используют при напряжении до 1000 В?
19. Что такое пороговое значение тока?
20. Однофазное прикосновение к какой сети по режиму нейтрали опаснее?
21. Однофазное прикосновение к какой сети опаснее в аварийном режиме?
22. От чего зависит степень опасности электрического тока?
23. Что такое зануление?
24. Что такое защитное заземление?
25. В каких сетях по режиму нейтрали эффективно работают защитное заземление и зануление?

6.3 Тесты

1. Область, лежащая между нижним и верхним концентрационными пределами взрываемости: ...
 - взрываемости горючести
 - воспламенения самовозгорания
2. Способность конструктивных элементов сохранять конструктивную прочность и несущую способность при пожаре:
 - огнестойкость огнеупорность
 - предел огнеупорности предел огнестойкости
3. Время в часах от начала испытаний строительной конструкции огнем до появления разрушающих признаков:
 - предел огнестойкости огнеупорность
 - огнестойкость предел огнеупорности
4. Огнетушитель, которым нельзя тушить электроустановки под напряжением:
 - пенный порошковый
 - углекислотный хладоновый
5. Применение напряжения 220 В в помещениях с повышенной опасностью ...
 - всегда не допускается не допускается
 - допускается при применении заземления или зануления
 - допускается при наличии резиновых ковриков
6. Метод анализа травматизма, выявляющий неблагоприятные участки работ:
 - групповой статистический
 - топографический монографический
7. Статистический метод анализа травматизма при расчете коэффициента тяжести смертельные несчастные случаи:
 - учитывает
 - учитывает в случае мгновенной смерти
 - не учитывает
 - учитывает в случае вины предприятия
8. Производственная травма - это травма полученная на производстве при ...
 - выполнении непосредственных обязанностей
 - выполнении работ по наряду

выполнении непосредственных обязанностей после работы без
письменного распоряжения руководства
выполнении непосредственных обязанностей после работы по
письменному распоряжению руководства
при выполнении работ, не связанных с непосредственными обязанностями
во время рабочей смены

9. Профессиональные заболевания вызываются воздействием на работников
производственных факторов:

вредных опасных
смертельных экстремальных

10. Смертельный несчастный случай на производстве расследуют:

представитель администрации
старший общественный инспектор по охране труда
инженер по технике безопасности
медицинский работник
технический инспектор профсоюза

11. Повторный инструктаж по ТБ проводится не реже, чем через:

6 месяцев 3 месяца
1 год 3 года

12. Несчастный случай на производстве требует проведения ... инструктажа

внепланового вводного
текущего повторного

13. Пути тока в теле человека, представляющие наибольшую опасность:

голова – руки рука - рука
нога – нога голова - ноги

14. В сетях с заземленной нейтралью $U < 1000$ В для защиты от замыкания на
корпус применяется:

защитное заземление зануление
устройство защитного отключения дисковая блокировка
контроль за величиной сопротивления изоляции

15. В сетях с изолированной нейтралью $V < 1000$ В для защиты от замыкания на
корпус применяются:

защитное заземление

зануление

устройство защитного отключения

контроль за величиной сопротивления изоляции

дисковая блокировка

16. Сопротивление изоляции между проводом и землей должно быть не менее:

0,5 Мом 4 Ом

10 Ом 20 кОм

17. Напряжение прикосновения - это разность потенциалов между ...

рукой и ногами человека руками

ногами ногами и заземлителем

18. Напряжение шага равно 0, если человек стоит:

вне зоны растекания тока в зоне растекания тока

на заземлителе за 10 м от заземлителя

19. Существуют следующие виды ПДК:

среднесуточное максимально-разовое

одноразовое слабодействующее

сильнодействующее среднедействующее

20. Нормируется ... влажность воздуха

относительная сама

абсолютная максимальная

21. Характер зрительной работы определяется в зависимости от:

минимального размера объекта различения системы освещения

вида светильников характеристики фона

22. КЕО изменится соответствующим образом, если наружная освещенность

увеличится в 2 раза - ...

не изменится увеличится в 2 раза

уменьшится в 2 раза уменьшится пропорционально загрязнению окон

23. Виды рабочего общего освещения:

равномерное локализованное

совмещенное эвакуационное

дежурное

24. Соответствие формулы и названия светотехнической величины:

освещенность

$$E = \frac{\Phi}{S};$$

сила света

$$I = \frac{\Phi}{\omega};$$

яркость

$$B = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha};$$

коэффициент естественной освещенности

$$KEO = \frac{E_{\text{пад}}}{E_{\text{отр}}} * 100\%;$$

коэффициент отражения

$$\beta = \frac{\Phi_{\text{пр}}}{\Phi_{\text{пад}}}.$$

25. Более вредными для человека являются одинаковые по интенсивности шумы ...

высокочастотные низкочастотные

равномерные постоянные

26. Коэффициент звукопоглощения определяется:

$$\alpha = \frac{I_n}{I}; \beta = \frac{I_{\text{отр}}}{I};$$

$$\tau = \frac{I_{\text{пр}}}{I} \quad u = \frac{1}{\tau}.$$

27. Пороговое значение звукового давления:

$$10^{-12} \text{ Вт/м}^2 \quad 2 * 10^{-5} \text{ Па}$$

$$20 \text{ Гц} \quad 120 \text{ дБ}$$

28. Уровень звукового давления:

$$L = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0} \quad L = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0}$$

$$L = L_i + 10 \lg N \quad L = L_1 + \Delta L$$

7. ГЛОССАРИЙ

Труд - целесообразная деятельность человека, в процессе которой он при помощи орудий труда воздействует на природу и использует ее в целях создания предметов, необходимых для удовлетворения своих потребностей.

Умственный труд - аналитико-синтетическая мыслительная деятельность, продуктом которой является определенным образом оформленная информация (текст, расчет, чертеж, сообщение, распоряжение и др.).

Физический труд - вид трудовой деятельности, связанный с приложением мускульных усилий человека и направленный на изменение материально-вещественной среды.

Охрана труда - система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Опасный производственный фактор - такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному, резкому ухудшению здоровья.

Вредный производственный фактор - такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

Несчастный случай на производстве - случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении или трудовых обязательств, или заданий руководителя работ. Результатом несчастного случая является **травма** - повреждение тканей организма или нарушение его функций внешним воздействием.

Профессиональное заболевание - результат воздействия на работающего вредного производственного фактора.

Техника безопасности - система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на рабочего производственных факторов.

Производственная санитария - система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Постоянное рабочее место – место, на котором работающий находится большую часть своего рабочего времени (более 50% или более 2ч непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Непостоянное рабочее место – место, на котором работающий находится меньшую часть (менее 50% или менее 2ч непрерывно) своего рабочего времени.

Рабочая зона – пространство, высотой до 2 м над уровнем пола или рабочей площадки.

Свет – видимая часть спектра электромагнитного излучения с длиной волны 380-780 нм.

Светильник – совокупность источника света и осветительной арматуры.

Вибрация – колебательное движение материальной точки или механической системы.

Звук – механические колебания воздуха, воспринимаемые органами слуха.

Шум – набор звуков, неблагоприятно воздействующий на здоровье человека.

Электротравма - травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги.

Нейтраль – нулевая точка питающего генератора или трансформатора.

Заземление - преднамеренное соединение металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением, с землей или ее эквивалентом.

Зануление - преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей с нулевым проводником.

Горение - интенсивная химическая реакция окисления с выделением тепла и обычно света.

Пожар - неконтролируемое горение вне специального очага, приносящее материальный ущерб.

Взрыв - чрезвычайно быстрое химическое превращение вещества, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

8. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности/ С.В.Белов, Морозова Л.Л. и др. Конспект лекций. Ч. 1,2. - М.: ВАСОТ, 1992.135 с.; 1993. 164 с.
2. Реакция организма человека на воздействие вредных и опасных производственных факторов: справочник: в 2т.; под ред. Б.В. Бирюкова. 1991.
3. Охрана труда в машиностроении / Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев и др.; под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова.-М.: Машиностроение, 1983. 432 с.
4. Охрана труда в приборостроении /К.Н. Ткачук и др.- Киев: Высшая школа, 1980. 191 с.
5. Охрана труда в радио- и электронной промышленности /С.П. Павлов, Л.С. Виноградов и др.; под ред. С.П. Павлова.- М.: Радио и связь, 1985. 250 с.
6. Охрана труда в электроустановках / Б.А. Князевский, Т.П. Марусова и др.; под ред. Б.А. Князевского.- М.: Энергоатомиздат, 1983. 336 с.
7. Охрана труда и окружающей среды в радиоэлектронной промышленности / К.Н. Ткачук и др.- Киев: Высшая школа, 1988. 240 с.
8. Охрана труда в вычислительных центрах /Ю.Г. Сабаров, Н.Н. Сколотников и др.- М.: Машиностроение, 1990. 192 с.
9. Охрана труда и окружающей среды / С.В. Белов, Ф.А. Барбинов и др.; под ред. С.В. Белова.- М.: Машиностроение, 1990.-192 с.
10. Безопасность производственных процессов: справочник; под ред. С.В. Белова.- М.: Машиностроение, 1985. 448 с.
11. Михайловский, С.А. Справочник по охране труда/ С.А.Михайловский, А.К.Гриценко. – Минск: Беларусь, 1990. 541 с.