

**Некоммерческое
акционерное
общество**



**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

Кафедра охраны труда и
окружающей среды

ОХРАНА ТРУДА

Конспект лекций
для студентов специальности
5В073100–Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды

Алматы 2014

СОСТАВИТЕЛЬ: И.Ф. Мазалов. Охрана труда. Конспект лекций для студентов специальности 5В073100 – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды. – Алматы: АУЭС, 2014. – 90 с.

Конспект лекций содержит материал в соответствии с программой курса и позволит студентам изучить основное его содержание в кратком изложении.

Конспект лекций предназначен для студентов-бакалавров всех форм обучения.

Табл. – 9, библиогр. – 11 назв.

Рецензент: М.В.Башкиров

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2014 г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2014 г.

Содержание

Лекция 1. Введение. Основные задачи курса «Охрана труда»	4
Лекция 2. Травматизм и заболеваемость на производстве	11
Лекция 3. Правовые и нормативные основы охраны труда	18
Лекция 4. Нормативно-техническая документация по охране труда	23
Лекция 5. Основы производственной санитарии	29
Лекция 6. Защита от вредных веществ в промышленности	35
Лекция 7. Защита от излучений	41
Лекция 8. Воздействие на человека электромагнитных излучений	46
Лекция 9 Действие лазерного излучения на организм человека и его гигиеническое нормирование	50
Лекция 10 Производственное освещение	55
Лекция 11 Защита от шума. Влияние шума на организм человека и его гигиеническое нормирование	63
Лекция 12 Ультразвук, его действие на организм человека, гигиени- ческое нормирование и принципы защиты. Инфразвук. Вибрация	69
Лекция 13 Обеспечение электробезопасности. Действие электричес- кого тока на организм человека	73
Лекция 14 Обеспечение электробезопасности. Первая помощь поражен- ному электрическим током	79
Лекция 15. Основы обеспечения пожаро-и взрывобезопасности промышленных объектов	84
Список литературы	

Лекция 1. Введение. Основные задачи курса « Охрана труда».

План

1. Цель, задачи дисциплины «Охрана труда».
2. Условия труда.
3. Факторы, влияющие на улучшение условий труда.
4. Опасные и вредные факторы и их классификация. Показатели тяжести труда.
5. Химические опасные и вредные факторы.

Охрана труда – это система законодательно-экономических, организационных, технических и лечебно-профилактических мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья, способности человека к труду.

Задачи охраны труда:

1) *Создание безопасных условий труда. Главным объектом охраны труда является человек.*

2) Существует тесная связь между охраной труда и научной организацией труда, эргономикой, инженерной психологией и технической эстетикой.

Все эти дисциплины изучают человека в процессе его трудовой деятельности и способствуют повышению производительности труда, сохранению здоровья и развитию личности трудящегося человека.

3) Однако эти дисциплины подходят к этой общей цели с разных сторон и на разных уровнях.

Существует тесная связь между охраной труда и НОТ. Целью *НОТ* является разработка и внедрение в практику рационально построенного трудового процесса, обеспечивающего высокое качество продукции и высокую производительность труда, сохраняющего здоровье человека, и рост его культурного уровня.

Эргономика – дисциплина, изучающая закономерности взаимодействия человека с техническими средствами, предметами деятельности и средой, задачами которой является повышение эффективности деятельности при сохранении здоровья и всестороннем развитии личности.

Человек – машина – среда в эргономике рассматриваются как сложное целое, в котором ведущая роль принадлежит человеку.

Инженерная психология изучает объективные закономерности взаимодействия человека и техники, чтобы их использовать при проектировании и эксплуатации сложных систем «человек-машина». В этом отношении она как один из разделов эргономики.

Техническая эстетика использует достижения науки и практики художественного конструирования, призвана создавать наилучшие условия труда, быта и отдыха людей в создаваемом ими предметном мире.

НТП (научно-технический прогресс) – оптимизация процессов, кибернети-ка, ЭВМ – все это преобразовывает энергетику, орудия и предметы труда, меняет условия труда: ликвидирует ручной труд, эффективно обеспечивает безопасность труда, применяются промышленные роботы (ПР), манипуляторы, происходит комплексная механизация и автоматизация, дистанционное управление, конвейерно-поточная организация труда.

С другой стороны, НТП увеличивает число опасных и вредных производственных факторов. Монотонность приводит к утомлению, снижает бдительность, что ведет к росту травматизма и заболеваемости. Синтез громадного количества токсических биологически активных веществ, пестицидов, гербицидов увеличивает занятость рабочих в этих сферах производства.

Развитие механизации и автоматизации, дистанционного управления ведет к снижению загрязнений воздуха рабочих зон. Снизилась опасность отравлений, но появились проблемы с длительным воздействием небольших концентраций вредных веществ и их последствиями в отдаленные сроки.

Расширяется круг лиц, подвергающихся неионизирующему излучению, (электромагнитные излучения, электромагнитные поля радиочастот и др.).

Увеличение мощностей и скоростей работы оборудования приводит к возрастанию воздействий на работающих таких неблагоприятных факторов как шум, вибрация, ультразвук.

С НТП связана проблема обучения рабочего, которое становится все более сложным и дорогостоящим, поэтому должны удлиняться сроки трудоспособной продолжительности жизни.

Большое значение имеет снижение потерь рабочего времени из-за травматизма, заболеваемости.

Методологической основой «охраны труда» является научный анализ условий труда с позиции возникновения и предотвращения опасных и вредных производственных факторов.

Условия труда. Под условиями труда понимается совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда: это взаимодействие с предметами и орудиями труда, и другими людьми. На человека влияют параметры производственной среды: температура, влажность и подвижность воздуха, шум, вибрация, вредные вещества, различные излучения и т.д. От условий труда в большей степени зависят здоровье и работоспособность человека, его отношение к труду и результаты труда. При плохих условиях резко снижается производительность труда и создаются предпосылки для возникновения травм и профессиональных заболеваний.

Для целенаправленной деятельности по улучшению условий труда необходимо знать факторы, воздействующие на их формирование. В соответствии с классификацией, эти факторы можно объединить в три группы:

I группа – социально-экономические, II группа – технические и организационные, III группа – естественно-природные.

Первая группа факторов является определяющей и обусловлена господствующими в обществе производственными отношениями. Сюда относятся: нормативно-правовые факторы (законы о труде, правила, нормы, стандарты и т.п. и практика государственного и общественного контроля за их соблюдением); социально-психологические факторы, характеризующие отношение работника к труду, психологический климат в коллективе и т.п.; общественно-политические факторы (общественные формы движения за создание благоприятных условий труда, изобретательство и т.п.); экономические факторы (система льгот и компенсаций, моральное и материальное стимулирование и т.п.).

Вторая группа факторов оказывает непосредственное воздействие на формирование материально-вещественных элементов условий труда (среда труда, предметы и орудия труда, технологические процессы, организационные формы производства, применяемые режимы труда и отдыха и т.п.).

Третья группа факторов характеризует воздействие на работников климатических, геологических и биологических особенностей местности, где протекает работа.

Весь этот сложный комплекс факторов, воздействующих на формирование условий труда, объединен многообразными взаимными связями.

Опасные и вредные факторы и их классификация.

Опасные производственные факторы, когда воздействие на работающего приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

Вредные производственные факторы приводят к заболеванию или снижению работоспособности.

В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Классификация опасных и вредных факторов на основе элементов условий труда. Их подразделяют на четыре группы: *физические, химические, биологические и психофизиологические.*

К *физическим* опасным и вредным производственным факторам относятся: работающие и движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования, движущиеся изделия (материалы, заготовки), разрушающиеся конструкции, обрушивающиеся горные породы; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. А также повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны. Кроме того, повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука, инфразвуковых колебаний; повышенное или пониженное барометрическое давление и его резкое изменение; повышенные или пониженные влажность, подвижность, ионизация воздуха; повышенный уровень ионизирующих излучений; повышенное напряжение в электрической цепи; повышенные уровни статического электричества, электромагнитных излучений; повышенная напряженность электрического, магнитного полей; отсутствие или недостаток естественного света; недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенная

яркость света; пониженная контрастность; прямая и отраженная блескостность; повышенная пульсация светового потока; повышенные уровни ультрафиолетовой и инфракрасной радиации; острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования; расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли (пола); невесомость.

К химическим опасным и вредным факторам относятся: химические вещества. По характеру воздействия на организм они подразделяются: на токсические, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию. По путям проникновения в организм человека они делятся на проникающие через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки.

К биологическим опасным и вредным факторам относятся патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности, а также макроорганизмы (растения и животные).

К психофизиологическим опасным и вредным факторам относятся физические (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Один и тот же опасные и вредный фактор может одновременно относиться к различным группам.

Показатель тяжести труда. Улучшение условий труда зависит от правильного анализа состояния условий труда и оценки их по какому-либо показателю. Таким показателем влияния всех условий труда принят показатель *тяжести труда*.

Тяжесть труда характеризует совокупное воздействие всех элементов, составляющих условия труда, на работоспособность и здоровье человека, восстановление его рабочей силы. Одинаковые по тяжести изменения в организме могут быть вызваны различными причинами, возможно и их разным сочетанием. В таком представлении понятие тяжести труда одинаково применимо как к умственному, так и к физическому труду.

О степени тяжести труда можно судить по реакциям и изменениям в организме человека, что служит показателем качества самих условий труда.

Различают три функциональных состояния организма (ФСО) человека: *нормальное, пограничное (между нормой и патологией) и патологическое.*

ФСО распознают с помощью медико-физиологических и технико-экономических показателей.

В процессе труда под воздействием разных производственных факторов и их комплексов у человека может сформироваться только одно из трех функциональных состояний организма. Поэтому их можно использовать в качестве физиологической шкалы, позволяющей установить категорию тяжести любой работы. В настоящее время объективно обосновано наличие

шести категорий тяжести работ, которым соответствуют шесть групп условий труда.

К *первой* категории тяжести отнесены работы, выполняемые при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки. Эти условия способствуют улучшению *самочувствия*, высокой *работоспособности* и *производительности* труда. Такая реакция организма свидетельствует об оптимальном варианте нормального функционирования.

Ко *второй* категории отнесены работы, когда ПДК и ПДУ вредных и опасных факторов не превышают требований нормативно-технических документов. При этом работоспособность не нарушается, отклонений в состоянии здоровья не наблюдается в течение всего периода трудовой деятельности человека.

К *третьей* отнесены работы, выполняемые в условиях, при которых у практически здоровых людей возникают реакции, свойственные пограничному состоянию организма. Наблюдается некоторое снижение производственных показателей. Улучшение условий труда быстро устраняют отрицательные последствия.

К *четвертой* категории тяжести отнесены работы, при которых воздействие неблагоприятных факторов приводит к формированию более глубокого пограничного состояния у практически здоровых людей. Большинство физиологических показателей при этом ухудшается, особенно в конце рабочих периодов (смены, недели). Появляются типичные производственно обусловленные состояния предзаболевания и т.п.

К *пятой* категории относятся работы, при которых в результате весьма неблагоприятных условий труда в конце рабочего периода (смены, недели) формируются реакции, характерные для патологического функционального состояния организма у практически здоровых людей, исчезающие у большинства работников после полноценного отдыха. Однако у некоторых лиц они могут перейти в производственно обусловленные и профессиональные заболевания.

К *шестой* отнесены работы, выполняемые в особо неблагоприятных (критических) условиях труда. При этом патологические реакции развиваются очень быстро и могут иметь необратимый характер и нередко сопровождаются тяжелыми нарушениями функций жизненно важных органов.

Данные, характеризующие ФСО, позволяют установить категорию тяжести труда. Они могут быть получены с помощью медицинских и технико-экономических исследований при наличии приборов и специалистов.

Методика позволяет определить на основе биологически (реакции организма) значимых элементов условия труда и составить «Карту условий труда на рабочем месте». Каждый элемент условий труда оценивают в баллах, таблица 1.

Число баллов меняется от 1 (оптимальные условия) до 6 (тяжелые условия).

Элемент условий труда получает полный балл, если его действие продолжается не менее 70 % времени 8-часовой смены. В противном случае балл уменьшается на единицу. Химические вещества 1-го и 2-го классов опасности, канцерогенные вещества и ионизирующие излучения оцениваются полным баллом при продолжительности действия ≥ 25 % рабочего времени.

Полученные баллы вносят в «карту» с учетом времени воздействия того или иного элемента условий труда, суммируют и делят на число этих элементов. На основе средней интегральной оценки тяжести труда по таблице 2 устанавливают категорию тяжести труда.

При заполнении карты следует иметь в виду, что при получении оценки 1 или 2 балла, то суммируют все элементы, включенные в карту. Если на рабочем месте есть элементы с оценкой 3 и выше, то для определения интегральной оценки суммируют только эти элементы.

Интегральную оценку тяжести труда в баллах с приемлемой точностью можно определить и с помощью следующей формулы:

$$I_T = \left(x_{\text{опр}} + \sum_{i=1}^{n-1} x_i \frac{6 - x_{\text{опр}}}{(n-1)6} \right) 10,$$

где I_T – интегральная оценка тяжести труда на рабочем месте;

$x_{\text{опр}}$ – фактор, получивший наибольшую оценку в баллах;

$\sum_{i=1}^{n-1}$ – сумма баллов биологически значимых факторов (элементов условий труда) без $x_{\text{опр}}$;

n – количество производственных факторов.

Если продолжительность действия фактора меньше длительности смены, то это надо учитывать путем умножения балльной оценки x_i на долю времени воздействия фактора.

Исключение составляют химические вещества 1-го и 2-го классов опасности, канцерогенные вещества и ионизирующие излучения, которые получают полный балл при продолжительности воздействия более 25 % сменного времени.

Пример 1. На рабочем месте на работающего воздействуют пять биологически значимых факторов (элементов условий труда), оцененных в 3, 3, 4, 5, 6 баллов. Все они воздействуют в течение всей рабочей смены (480 мин). Определяем интегральную балльную оценку, а затем категорию тяжести труда:

$$I_T = \left(6 + \frac{3+3+4+5}{5} \cdot \frac{6-6}{6} \right) 10 = 60.$$

Категорий тяжести труда 6.

Пример 2. На рабочем месте четыре биологически значимых фактора имеют соответственно следующую оценку: 3, 3, 4, 6, но продолжительность их воздействия разная и равна соответственно 380, 240, 120, 240 мин, что в долях единицы составляет: 0,8; 0,5; 0,25; 0,5. Определяем фактически балльные оценки: $x_1 = 3 \cdot 0,8 = 2,4$; $x_2 = 3 \cdot 0,5 = 1,5$; $x_3 = 4 \cdot 0,25 = 1,0$;

$$x_4 = 6 \cdot 0,5 = 3,0.$$

Интегральная балльная оценка будет равна:

$$I_T = \left(3 + \frac{2,4 + 1,5 + 1,0}{3} \cdot \frac{6 - 3}{6} \right) \cdot 10 = 38,1.$$

Категория тяжести труда – III.

Таблица 1 – Расчет категории тяжести труда

Индекс категории тяжести труда	Средняя величина биологически значимых производственных факторов (элементов условий труда), влияющих на формирование тяжести труда, X_{cp}	Интегральная количественная оценка тяжести труда I_T
I	До 1,0	До 18
II	1,1...2,0	19,7...33,0
III	2,1...3,0	34,4...45,0
IV	3,1...4,0	45,7...53,0
V	4,1...5,0	53,9...58,5
VI	5,1...6,0	58,9...60,0

Таблица 2 – Критерии для оценки производственных факторов (элементов условий труда)

Наименование фактора	Оценка фактора, баллы					
	1	2	3	4	5	6
<i>А. Санитарно-гигиенические факторы</i>						
1. Эффективно-эквивалентная температура воздуха (ЭЭТ) на рабочем месте, °С а) в помещении: теплый период холодный период б) на открытом воздухе: зимой летом						
2. Атмосферное давление: повышенное, МПа пониженное (высота над ур. моря, м)						
3. Химические вещества. Наличие и кратность превышения ПДК						
4. Промышленная пыль. Наличие и кратность превышения ПДК						
5. Вибрация. Количество децибел, превышающее ПДУ, дБ.						
6. Промышленный шум. Количество децибел, превышающее норму, дБ.						

Контрольные вопросы

1. Главный объект охраны труда и условия труда.
2. Охрана труда и НОТ.
3. Факторы, воздействующие на формирование условий труда.
4. Опасные и вредные факторы и их классификация.

5. Показатель тяжести труда.

Лекция 2. Травматизм и заболеваемость на производстве

План

1. Травмы и их подразделение. Степень тяжести. Профессиональные заболевания.
2. Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве.
3. Порядок расследования и учета профессиональных отравлений и профессиональных заболеваний.
4. Относительные показатели производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.
5. Причины производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. Методы анализа травматизма.

Травмой (гр.trauma – повреждение, ранение) называют нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием.

Травмы подразделяют на *механические* (ушибы, переломы, раны и др.), *тепловые* (ожоги, обморожения, тепловые удары), *химические* (химические ожоги, острое отравление, удушье), *электрические*, *комбинированные* и др.

По степени тяжести повреждений травмы бывают: легкие, тяжелые и смертельные. Травмы могут быть и групповыми, если травмировано два и более человек.

Профессиональное заболевание – это заболевание в результате воздействия на работающего специфических для данной работы вредных производственных факторов и вне контакта с ними возникнуть не может. Например, профессиональное отравление, которое бывает острым и хроническим. Профзаболевание обычно возникает в результате какого-то периода работы в неблагоприятных условиях и точное время заболевания установить нельзя.

Выделяют группы *производственно-обусловленных* заболеваний, когда условия труда способствуют их возникновению: радикулит, варикозное расширение вен, болезни сердечно-сосудистой системы и др.

Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве.

Порядок расследования и учета установлен «Положением о расследовании несчастных случаев на производстве». Цель расследования и учета несчастных случаев на производстве – установление и устранение причин их возникновения с целью недопущения их впредь.

Положение распространяется на территории предприятия, на работы по заданию администрации вне территории предприятия, а также при доставке рабочих и служащих на работу и с работы на транспорте предприятия.

Острые отравления, тепловые удары, обморожения, поражения молнией расследуются как несчастные случаи.

Каждый несчастный случай, вызвавший потерю трудоспособности на срок не менее одного рабочего дня, должен в течение 24 ч (не считая времени, необходимого для прибытия к месту несчастного случая) расследоваться руководителем соответствующего участка (начальника цеха и т.п.) с привлечением общественного инспектора по охране труда или представителя профсоюзного комитета и начальника отдела (инженера) охраны труда.

Составляется акт (форма Н-1) в 4-х экземплярах, где описаны результаты расследования. Акт хранится 45 лет на предприятии, где этот случай взят на учет. Руководитель предприятия в суточный срок должен утвердить акт, а также принять меры к устранению причин возникновения несчастного случая. Один экземпляр акта (с перечнем мероприятий по устранению причин несчастного случая) направляется в подразделение, 1 – в отдел охраны труда и техническому инспектору труда, контролирующему предприятие.

Положение устанавливает порядок расследования и учета травм, полученных работниками (учащимися, студентами), направляемыми одним предприятием на другое. Этот порядок определяется тем, под чьим руководством выполняется работа. Если работой руководит персонал предприятия, на которое направлен работник, то травма расследуется и учитывается эти предприятием. Если работы ведутся под руководством представителя предприятия, направившего работника, то травма расследуется и учитывается *предприятием* (учебным заведением), направившим работника. В расследовании таких несчастных случаев, как правило, принимают участие представители обеих организаций.

Несчастные случаи на производстве, в результате которых пострадавший по заключению лечебного учреждения переводится до восстановления прежней трудоспособности на другую работу, подлежат расследованию и учету с соответствием акта по форме Н-1 в общем порядке.

Групповые (2 и более работников), тяжелые и смертельные несчастные случаи подлежат специальному расследованию. Руководитель предприятия должен немедленно оповестить вышестоящий хозяйственный орган; технического инспектора труда, областной (городской, краевой, республиканский) комитет профсоюза; совет профсоюзов, прокуратуру, а также местные органы Госгортехнадзора или Главгосэнергонадзора, если случай произошел на объектах им подконтрольных. Отсутствие своевременного сообщения о таких случаях рассматривается как попытка скрыть его от расследования.

Расследование случаев с особо тяжелыми последствиями производится комиссией, назначенной министром, руководством ведомства, Правительством Республики Казахстан. При необходимости к расследованию привлекаются специалисты-эксперты, проводятся специальные расчеты, исследования, испытания и т.п. Так как все это требует затраты времени, то на составление акта специального расследования допускается затратить не более 10 дней.

В Положении приведены форма и содержание акта специального расследования, а также схема сообщения о несчастном случае. Помимо акта

специального расследования на каждый случай составляется акт (форма Н-1), а технический инспектор труда профсоюза составляет свое заключение. Комплекты документов по результатам специального расследования групповых, тяжелых и смертельных случаев направляются в профсоюзные органы, прокуратуру по месту нахождения предприятия, вышестоящей хозяйственной организации, соответствующим управлениям Госгортехнадзора и Главгосэнергонадзора, если случай произошел на подконтрольных им объектах.

Положение определяет права пострадавшего, членов его семьи (в случае смерти пострадавшего) или других заинтересованных лиц. Администрация обязана выдать им заверенную копию акта о несчастном случае не позднее чем через 3 дня после окончания расследования. При необходимости выдается не одна, а несколько копий.

Травма не считается связанной с производством: при хищении материальных ценностей, при изготовлении или использовании в личных целях механизмов, оборудования, инструментов, если несчастный случай является результатом опьянения и др., т.е. если в момент травмы пострадавший действовал не в интересах производства и его действия не соответствовали правилам внутреннего распорядка. Если случай произошел при изготовлении предметов в личных целях, но с разрешения администрации, то его следует считать связанным с производством.

Несчастные случаи, которые считаются связанными с работой: в пути на работы и с работы; при выполнении государственных и общественных обязанностей; при выполнении долга гражданина КР по спасению жизни людей; при потере трудоспособности в связи с выполнением донорских функций; при выполнении работ в интересах предприятия (во время командировки); на территории предприятия или в ином месте в течение рабочего времени (включая установленные перерывы), а также в течение времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства, одежды и т.п. перед началом или по окончании работы, при выполнении работ в сверхурочное время, в выходные и праздничные дни. Вблизи предприятия или иного места работы, в течение рабочего времени (включая установленные перерывы), если нахождение там не противоречило правилам внутреннего трудового распорядка.

При следовании на предоставленном предприятием транспорте на работу и с работы.

Если несчастный случай признан связанным с работой или производством, то потерпевший имеет право получать пособие по временной нетрудоспособности в размере 100% заработка, а в случае необходимости пенсию повышенного размера.

Если случай произошел на производстве, но признан не связанным с производством, то выплата пособий или пенсии производится на общих основаниях (как в случае бытовых травм).

Порядок расследования и учета профессиональных отравлений и профессиональных заболеваний.

Расследованию подлежат все впервые выявленные хронические профессиональные заболевания и отравления и каждый случай острого профессионального заболевания.

Врач медпункта или другого медицинского учреждения обязан в течение 24 ч после обращения заболевшего направить сообщение о заболевании или отравлении в местную СЭС. Так как последствия отравления могут выявиться значительно позже, то извещение составляется на все случаи профзаболеваний и профотравлений независимо от утраты трудоспособности. На основании этого извещения врач СЭС совместно с представителями администрации предприятия и комитета профсоюза проводит расследование этого случая и составляет акт расследования по форме №164, который является юридическим и статистическим документом. На основе актов расследования определяются: оплата больничных листов пострадавшему, размер возмещения предприятием ущерба, размер пенсии (при необходимости). Акт направляют: руководителю предприятия для принятия соответствующих мер; в Минздрав РК.

Относительные показатели производственного травматизма и профессиональной заболеваемости

Для определений и сравнительного анализа травматизма на предприятии, отрасли, сравнения предприятий определяют относительные показатели травматизма на основе отчетов о несчастных случаях. Основными показателями травматизма является их частота и тяжесть, их называют также коэффициентами частоты и тяжести.

Показатель *частоты травматизма* рассчитывают на 1000 работающих:

$$П_{ч} = \frac{T \cdot 1000}{P},$$

где Т – число травм (несчастных случаев) в отчетном периоде с потерей трудоспособности на 1 и более дней;

Р – среднесписочная численность работающих за отчетный период времени.

Показатель *тяжести травматизма* (средняя тяжесть одного случая):

$$П_{т} = Д / Т,$$

где Д – общее число дней нетрудоспособности у пострадавших для случаев с потерей трудоспособности на 1 день и более;

Т – общее число таких несчастных случаев за тот же период времени.

Этот показатель не учитывает стойкой потери трудоспособности (инвалидности) и поэтому не характеризует полностью тяжесть травматизма.

Показатель нетрудоспособности:

$$П_{н} = \frac{П \cdot 1000}{P},$$

где Д – число человеко-дней нетрудоспособности у пострадавших.

Показатель материальных последствий:

$$П_M = \frac{M_{\Pi} \cdot 1000}{P},$$

где M_{Π} – материальные последствия несчастных случаев за отчетный период времени, тенге.

Показатель затрат на *предупреждение несчастных случаев* за отчетный период, тенге:

$$П_3 = \frac{3 \cdot 1000}{P},$$

где 3 – затраты на предупреждение несчастных случаев за отчетный период.

При статистическом методе анализа общей заболеваемости на производстве данные обрабатываются по следующим показателям:

$I_{ч.с}$ – показатель частоты случаев или

$I_{ч.д}$ – показатель дней нетрудоспособности приходящихся на 100 работников:

$$I_{ч.с} = \frac{B \cdot 100}{P}; I_{ч.д} = \frac{D \cdot 100}{P},$$

где B – количество случаев заболеваний;

D – количество дней заболеваний за отчетный период;

P – среднесписочное количество работающих в отчетном периоде;

$П_3$ – показатель средней длительности одного случая заболевания (показатель тяжести заболеваемости):

$$П_{д.з} = \frac{D}{B},$$

где D – количество дней временной нетрудоспособности.

Показатели профессиональной заболеваемости рассчитывают не на 100, а на 1000 или 10 000 работающих, т.к. число профессиональных заболеваний невелико.

Причины производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Помощь в установлении причины несчастного случая может оказать один из методов системного анализа – метод сетевого планирования и управления (СПУ). Сетевая модель свершившегося несчастного случая строится в обратном порядке: от момента травмирования к событиям, ему предшествующим. Необходимо построить сетевую модель и ее проанализировать. Анализ модели проводится в двух направлениях: определение причины существования или появления опасной зоны и выявление причин, вызвавших нахождение человека в этой опасной зоне.

Установлены 4 основные формы причинных связей: последовательная, параллельная, круговая, концентрическая.

Последовательная, когда первая причина вызывает вторую, вторая – третью и т.д. до конечной причины, которая приводит к травме.

Параллельная – когда две или несколько параллельных связей вызывают одну общую причину, которая приводит к травме.

Круговая, когда первая причина вызывает вторую, вторая – третью и т.д. до конечной причины, которая в свою очередь усугубляет первую, первая – вторую и т.д. до тех пор, пока одна из них не приводит к аварии.

Концентрическая, когда один какой-либо фактор служит источником нескольких причин, которые, развиваясь параллельно, вызывают общую причину, приводящую к травме.

Аналізу несчастных случаев предшествует их классификация по причинам. Их несколько групп: *технические причины* (несовершенство технологических процессов, конструктивные недостатки оборудования, инструментов, приспособлений; несовершенство предохранительных устройств, средств сигнализаций и блокировок, дефекты материалов и т.д. Эти причины иногда называют конструкторскими или инженерными.

Организационные причины, которые целиком зависят от уровня организации труда на предприятии. К ним относятся: недостатки в содержании территории, проездов, проходов; нарушение правил эксплуатации оборудования, транспортных средств, инструмента; недостатки в организации рабочих мест; нарушение технологического регламента; нарушение правил и норм транспортировки, складирования и хранения материалов и изделий; нарушение норм и правил планово-предупредительного ремонта оборудования, транспортных средств и инструмента; недостатки в обучении рабочих безопасным методам труда; недостатки в организации групповых работ; слабый технический надзор за опасными работами; использование машин, механизмов и инструмента не по назначению; неприменение средств индивидуальной защиты и т.п.

Санитарно-гигиенические причины, к которым можно отнести нарушение ПДК, недостаточное или нерациональное освещение; повышенные уровни шума, вибраций; неблагоприятные метеорологические условия; нарушение правил личной гигиены и т.п.

Психофизиологические причины – это физические и нервно-психологические перегрузки работающего (утомление, статические и динамические перегрузки), перенапряжение анализаторов (зрительного, слухового, тактильного), монотонность труда стрессовые ситуации и т.д.

Методы анализа травматизма.

Анализ травматизма используют для предупреждения несчастных случаев. Методы анализа травматизма: Статистический, монографический, экономический и эргономический.

Статистический метод использует статистический материал по травматизму в виде диаграмм, графиков, таблиц. Разновидностью этого метода являются групповой и топографический методы. При *групповом методе* травмы группируются по отдельным однородным признакам: времени, возрасту, квалификации и специальности пострадавших; видам работ; причинам несчастных случаев и т.п. Это позволяет выявить наиболее неблагоприятные моменты в организации работ, состоянии условий труда и оборудования.

При *топографическом методе* все несчастные случаи систематически наносят условными знаками на план расположения оборудования в цехе, на участке. Скопление таких знаков показывает травмоопасность и способствует принятию соответствующих мер.

Монографический метод анализа травматизма – это анализ опасных и вредных производственных факторов, свойственных одному (моно) участку производства, оборудованию, технологическому процессу. Углубленно рассматриваются все обстоятельства несчастного случая, проводят испытания или исследования. Иногда проводят такой же анализ на аналогичном производстве. Метод используют для разработки мероприятий по охране труда и для вновь проектируемого производства.

Экономический метод – по нему определяют экономический ущерб от травматизма. Он не позволяет выявить причины травматизма и поэтому является вспомогательным.

Эргономический метод основан на комплексном изучении системы «человек – машина (техника) – производственная среда» (ЧМС).

Каждому виду деятельности должны соответствовать определенные физиологические, психофизиологические и психологические (личностные) качества человека, его антропометрические данные. Нарушение соответствия может привести к несчастному случаю.

Здоровье человека зависит от биологических ритмов функционирования его организма и гелиогеографических явлений (активности Солнца, гравитации Луны, магнитного и гравитационного полей Земли). Под воздействием гравитационных сил, вызванных изменением взаимоположения небесных тел, земного магнетизма или ионизации атмосферы происходят определенные сдвиги в организме человека, которые отражаются на его состоянии и поведении. В период повышенной солнечной активности и во время резких изменений погодных условий несчастные случаи возникают чаще.

Следует отметить, что эргономический способ позволяет получить информацию недоступную для других методов.

Применение методов, учитывающих личностные качества работающих не только для анализа травматизма, но и для выявления причин нарушения правил и инструкций по охране труда, позволяет выявить ряд существенных социально-психологических предпосылок возникновения несчастных случаев и тем самым способствует предупреждению травматизма, а также правильной организации профотбора, профобучения и тренинга.

Статистический, эргономический и психофизиологический методы весьма трудоемки.

Контрольные вопросы

1. Классификация травм.
2. Расследование профзаболеваний и отравлений.
3. Частота и тяжесть несчастных случаев как основные показатели травматизма.

4. Построение сетевой модели несчастного случая.
5. Статический, монографический, экономический и эргономический методы анализа травматизма.

Лекция 3. Правовые и нормативные основы охраны труда

План

1. Основные законодательные акты по охране труда в РК.
2. Охрана труда женщин и молодежи.
3. Особенности регулирования труда работников, не достигших 18-летнего возраста.
4. Ответственность за нарушение законодательства об охране труда.
5. Отпуск по уходу за ребенком.

Основные законодательные акты.

Охрана труда в РК закреплена Конституцией РК, гарантирующей право граждан на труд, отдых, охрану здоровья, а также на материальное обеспечение в старости, в случае болезни или частичной утрате трудоспособности.

В Трудовом Кодексе РК (с изм. от 21.06. 2013 года) гарантии прав работников в области безопасности и охраны труда закреплены в статьях 306-313; организация безопасности и охраны труда закреплена в статьях 319-321. Схема определения тяжести производственных травм определена зам. министра здравоохранения РК от 16.02.1994 г. Особенности правового регулирования труда женщин отражены в статьях ТК РК ст.185-195 ТК РК и молодежи – в статьях: 178-184.

На всех предприятиях, учреждениях создаются здоровые и безопасные условия труда по определенным правилам и нормам:

- обеспечение безопасности труда на стадии проектирования и ввода объектов в эксплуатацию. Запрещено вводить в эксплуатацию объекты (цеха, участки), если в них не обеспечены здоровые и безопасные условия труда;
- установлен порядок разработки, утверждения и применения правил и инструкций. Определены обязанности и права рабочих и служащих по применению и соблюдению указанных требований;
- на предприятии регламентирован порядок выдачи и использования средств индивидуальной защиты (СИЗ) и лечебно-профилактического питания;
- определены нормы и правила общего и специального надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде, а также ответственность за его нарушение описана в ТК Кодексе Республики Казахстан (ст.14).

Охрана труда женщин и молодежи.

В ТК РК описаны особенности регулирования труда женщин и лиц с семейными обязанностями (ст. 185-195). Так ст.185 ТК РК запрещает расторжение трудового договора по инициативе работодателя с беременными женщинами, женщинами, имеющими детей в возрасте до трех лет, одиноки-

ми матерями, воспитывающими ребенка в возрасте до 14 лет (ребенка-инвалида до восемнадцати лет), иными лицами, воспитывающими указанную категорию детей без матери.

Запрещается применение труда женщин на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда.

Ограничен подъем и перемещение вручную женщинами тяжестей.

Масса поднимаемого и перемещаемого груза при условии чередования с другой работой не должна превышать 15 кг; при подъеме тяжестей на высоту более 1,5 м – 10 кг, при подъеме и передвижении тяжестей постоянно в течение смены – также 10 кг; суммарная масса перемещаемого груза в течение смены должна быть не более 7000 кг; при транспортировке грузов на тележках или в контейнерах прилагаемая сила не должна превышать 147 Н.

Работодатель не вправе привлекать беременных женщин к работе в ночное время, работе в выходные и праздничные дни, сверхурочной работе, направлять их в командировку и на работу, выполняемую вахтовым методом, без письменного согласия, а также отзывать их из оплачиваемого ежегодного трудового отпуска:

1) женщин, имеющих детей в возрасте до семи лет, и других лиц, воспитывающих детей в возрасте до семи лет без матери;

2) работников, осуществляющих уход за больными членами семьи либо воспитывающих детей-инвалидов, если на основании медицинского заключения дети в возрасте до трех лет, дети-инвалиды либо больные члены семьи нуждаются в осуществлении постоянного ухода.

Помимо перерыва для отдыха и приема пищи, внутрисменных и специальных перерывов, женщинам, имеющим детей в возрасте до полутора лет, отцам (усыновителям, удочерителям), воспитывающим детей в возрасте до 1,5 лет без матери, предоставляются дополнительные перерывы для кормления ребенка (детей) не реже чем через каждые 3 часа работы следующей продолжительности:

1) имеющим 1-го ребенка, - каждый перерыв не менее 30 мин.;

2) имеющим 2-х или более детей, – каждый перерыв не менее часа.

Перерывы для кормления ребенка (детей) по заявлению работника, указанного в пункте 1 настоящей статьи, присоединяются к перерыву для отдыха и приема пищи либо суммированные перерывы предоставляются в начале или конце рабочего дня (смены).

Перерывы для кормления ребенка (детей) включаются в рабочее время. За время перерывов женщинам (отцам, усыновителям, удочерителям) сохраняется средняя зарплата.

Работодатель по письменному заявлению беременной женщины, одного из родителей (усыновителя, удочерителя), имеющего ребенка (детей) в возрасте до 3-х лет, а также работника, осуществляющего уход за больным членом семьи в соответствии с медицинским заключением, предоставляет им режим неполного рабочего времени.

Применение суммированного учета рабочего времени для беременных женщин не допускается, если продолжительность рабочего дня (рабочей смены) будет превышать 8 часов.

Работодатель на основании медицинского заключения обязан перевести беременную женщину на другую работу, исключая воздействие вредных и (или) опасных производственных факторов, с сохранением средней заработной платы.

До предоставления беременной женщине другой работы, исключая воздействие неблагоприятных производственных факторов, она подлежит освобождению от работы с сохранением средней заработной платы за все пропущенные вследствие этого рабочие дни за счет средств работодателя.

Перед отпуском по беременности и родам или непосредственно после него, либо по окончании отпуска по уходу за ребенком женщине по ее желанию предоставляется оплачиваемый ежегодный трудовой отпуск.

Женщинам по их заявлению и на основании выданного в установленном порядке листка нетрудоспособности предоставляются отпуска по беременности и родам продолжительностью 70 календарных дней до родов и 56 (в случае осложненных родов или рождения двух или более детей – 70) календарных дней после родов, если иное не установлено законами РК.

Исчисление отпусков производится суммарно, и отпуск предоставляется женщине полностью независимо от числа дней фактически использованных до родов и продолжительности работы у работодателя.

Работникам, усыновившим (удочерившим) новорожденного ребенка (детей), предоставляется (одному из родителей) отпуск за период со дня усыновления (удочерения) и до истечения 56 дней со дня рождения ребенка.

Работодатель оплачивает отпуск по беременности и родам, отпуск работникам, усыновившим (удочерившим) новорожденного ребенка (детей), с сохранением средней заработной платы, если это предусмотрено условиями трудового и (или) коллективного договора, актом работодателя, за вычетом суммы социальной выплаты на случай потери дохода в связи с беременностью и родами, усыновлением (удочерением) новорожденного ребенка (детей), осуществленной в соответствии с законодательством Республики Казахстан об обязательном социальном страховании.

Работодатель обязан предоставить отпуск без сохранения зарплаты работнику по уходу за ребенком до достижения им возраста 3-х лет:

- 1) по выбору родителей – матери либо отцу ребенка;
- 2) родителю – одному воспитывающему ребенка;
- 3) бабушке, деду, другому родственнику, фактически воспитывающему ребенка, оставшегося без попечения родителей, либо опеуну;
- 4) работнику, усыновившему (удочерившему) новорожденного ребенка (детей).

Отпуск без сохранения заработной платы по уходу за ребенком до достижения им возраста трех лет может быть использован полностью или по частям на основании письменного заявления работника, указанного в пункте 1 настоящей статьи, по его выбору.

За время отпуска без сохранения заработной платы по уходу за ребенком до достижения им трехлетнего возраста за работником сохраняется место работы (должность).

Время отпуска без сохранения заработной платы по уходу за ребенком до достижения им трехлетнего возраста засчитывается в общий трудовой стаж, в трудовой стаж по специальности.

В случае выхода на работу до истечения отпуска без сохранения заработной платы по уходу за ребенком до достижения им возраста 3-х лет, работник обязан предупредить работодателя о своем намерении за месяц до начала работы.

Особенности регулирования труда работников, не достигших 18-летнего возраста.

Работники, не достигшие 18 лет, в трудовых отношениях приравниваются в правах к совершеннолетним, а в области охраны труда, рабочего времени, времени отдыха и других условий труда пользуются дополнительными гарантиями.

Запрещается применение труда работников, не достигших 18 лет, на тяжелых работах, работах с вредными (особо вредными) и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполнение которых может причинить вред их здоровью и нравственному развитию (игорный бизнес, работа в ночных развлекательных заведениях, производство, перевозка и торговля алкогольной продукцией, табачными изделиями, наркотическими средствами, психотропными веществами и прекурсорами).

Трудовое законодательство ограничивает массу переносимых и передвигаемых грузов: от 16 до 18 лет предельная масса переносимого груза 16,4 кг, а для девушек – 10,25 кг. К передвижению груза на тачках и тележках девушки не допускаются.

С работниками, не достигшими 18 лет, трудовые договоры заключаются только после обязательного предварительного медицинского осмотра. В дальнейшем работники до достижения 18 лет ежегодно подлежат обязательному медицинскому осмотру.

Для них устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени:

- 1) для работников в возрасте от 14 до 16 лет – не более 24 часов в неделю;
- 2) для работников в возрасте от 16 до 18 лет – не более 36 часов в неделю;
- 3) для учащихся организаций образования, совмещающих в течение учебного года учебу с работой, в возрасте от 14 до 16 лет – 2,5 часа в день, в возрасте от 16 до 18 лет – 3,5 часа в день.

Оплата труда работников, не достигших 18 лет, производится с учетом сокращенной продолжительности работы.

Нормы выработки для работников, не достигших 18 лет, устанавливаются исходя из общих норм выработки для работников пропорционально сокращенной продолжительности рабочего времени.

Для работников, не достигших 18 лет, поступающих на работу после окончания организаций среднего, технического и профессионального образования, а также прошедших профессиональное обучение на производстве, могут утверждаться пониженные нормы выработки.

Работодатель может производить работникам, не достигшим 18 лет, доплаты до уровня оплаты труда работников с полной продолжительностью ежедневной работы.

Запрещается привлекать работников, не достигших 18 лет, к работе в ночное время, сверхурочной работе, работе при суммированном учете рабочего времени, направлять их в командировку и на работу, выполняемую вахтовым методом, а также отзывать их из оплачиваемого ежегодного трудового отпуска.

С работниками, не достигшими 18 лет, заключение договора о полной материальной ответственности запрещается.

Ответственность за нарушение законодательства об охране труда.

Юридическая ответственность может быть 4-х видов: дисциплинарная, административная, уголовная и материальная.

Основным документом, регулирующим дисциплину труда, являются правила внутреннего трудового распорядка, инструкции, положения, невыполнение требований которых является дисциплинарным проступком. *Дисциплинарные взыскания:* замечание, выговор, строгий выговор, перевод на нижеоплачиваемую работу на срок до трех месяцев или смещение на низшую должность на тот же срок; увольнение. Налагать дисциплинарное взыскание может только должностное лицо на подчиненного ему работника.

Административная ответственность: предупреждение, общественное порицание, штраф. Предупреждение и штраф налагаются лицами, осуществляемыми государственный надзор в области охраны труда или административными комиссиями. Штраф за нарушение норм и правил охраны труда налагается только на лиц административно-управленческого персонала.

Уголовная ответственность выражается в наказании лиц, допустивших нарушения правил охраны труда, которые могли повлечь или повлекли за собой несчастные случаи или другие тяжкие последствия. Степень этого наказания устанавливается рядом статей УК РК.

Материальная ответственность связана с материальной ответственностью предприятия, за ущерб, причиненный рабочим и служащим, увечьем или иным повреждением здоровья, связанным с исполнением своих трудовых обязанностей. Часть суммы может быть взыскана с работника, если несчастный случай произошел по его вине.

Контрольные вопросы

1. Какие дополнительные гарантии имеют работники, не достигшие 18 лет?
2. Какие основные особенности охраны труда женщин?
3. Какой документ регулирует дисциплину труда? Кто налагает дисциплинарное взыскание?
4. Какие виды ответственности налагаются на нарушителей правил охраны труда?
5. Какие правила и нормы необходимо выполнять, чтобы создать здоровые и безопасные условия труда на предприятии?

Лекция 4. Нормативно-техническая документация по охране труда

План

1. Нормативно-техническая документация по охране труда.
2. Управление охраной труда.
3. Стандартизация в области охраны труда.
4. Экономические вопросы охраны труда.
5. Показатели эффективности мероприятий по улучшению условий и охране труда.

В системе стандартов безопасности труда (ССБТ) описаны требования, которые должны выполняться при проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений, в конструкциях оборудования, применении средств защиты работающих от опасных и вредных производственных факторов.

Нормативно-техническая документация по охране труда подразделяется: на межотраслевую, отраслевую документацию предприятий, которые утверждаются Правительством, министерствами и ведомствами, органами Госнадзора. Документы по охране труда предприятий разрабатываются и утверждаются администрацией предприятия совместно с профсоюзным комитетом.

Нормативно-техническая документация по охране труда подразделяется на стандарты безопасности труда (ГОСТы – государственные стандарты, ОСТы – отраслевые, РСТ – республиканские, СТП – стандарты предприятий); строительные нормы и правила; санитарные нормы и правила; правила техники безопасности и производственной санитарии; инструкции;

директивные и методические письма.

Межотраслевыми правилами являются: СНиПы (строительные нормы и правила), СН (санитарные нормы проектирования промышленных предприятий). По линии Минздрава Казахстана утверждены: санитарные правила организации технологических процессов и гигиенические требования к производственному оборудованию; нормы радиационной безопасности (НРБ-99); основные правила работы с радиоактивными веществами и их перевозки разработаны в соответствии с «Международными основными

стандартами безопасности для защиты от ионизирующей радиации и безопасности источников излучений» (МАГАТЭ). Важным межотраслевым документом являются «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ) и др.

Правила по охране труда служат основой для разработки мероприятий по обеспечению на всех рабочих местах безопасных и здоровых условий труда. Если в правилах отсутствуют требования по обеспечению безопасности, то администрация предприятия по согласованию с профсоюзным комитетом должны принять меры, обеспечивающие безопасные условия труда.

Министерства по согласованию с Профсоюзом разрабатывают и утверждают типовые инструкции, которые являются основой для местных инструкций, разрабатываемых администрацией предприятия и профсоюзным комитетом, согласовываются с отделом охраны труда (инженером по ТБ) и утверждаются главным инженером предприятия (типовые – пересматриваются 1 раз в 5 лет, а местные – 1 раз в 3 года). Местные инструкции могут быть *общезаводскими* (на специальные виды работ – огневые, газоопасные, земляные; по применению защитных средств и т.п.), *общецеховыми и инструкциями по рабочим местам*.

Особым видом общецеховой инструкции является аварийная инструкция или план ликвидации аварии. В ней описываются возможные случаи и места возникновения аварий, меры их ликвидации, действия инженерно-технического персонала и рабочих, пути эвакуации людей и т.п. Рабочие и служащие должны соблюдать инструкции по охране труда.

Стандартизация в области охраны труда. Система стандартов безопасности труда (ССБТ) может быть: государственной, отраслевой и стандартами предприятий. Стандарты по безопасности труда разрабатываются и рядом Международных организаций: ИСО (Международная организация по стандартизации) и входящая в нее МЭК (Международная электротехническая комиссия). Нормативные документы по охране труда разрабатывает и МОТ (Международная организация труда).

Системе стандартов безопасности труда присвоен шифр 12; она состоит из подсистем, имеющих цифры от 0 до 9. Подсистемы 6-9 пока являются резервными.

0 Организационно-методические стандарты основ построения системы устанавливают: цели, задачи, область распространения, структуру ССБТ, терминологию, особенности согласования ССБТ, классификацию опасных и вредных производственных факторов, принципы метрологического обеспечения системы.

1 Госстандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов устанавливают характеристику опасных и вредных факторов (ПДК, методы контроля); требования при работе с вредными и опасными веществами. Эта подсистема включает в себя стандарты по обеспечению пожарной и электробезопасности, радиационной, вибрационной, биологической и взрывобезопасности. Также включает

стандарты по защите от шума, ультразвука, электромагнитных полей, вредных веществ, стандарты по освещению, воздушной среде на рабочем месте.

2 *Стандарты требований безопасности к производственному оборудованию* устанавливают: требования безопасности как общие, так и к отдельным группам оборудования, эргономические нормы и требования и методы контроля выполнения требований. Главным стандартом этой подсистемы является ГОСТ 12.2.003 – 74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности». Стандарты разрабатываются, в первую очередь, на оборудование, обладающее повышенной опасностью, – электротехнические изделия, компрессорные установки, металлорежущие станки, подъемное оборудование и т.п.

3 *Стандарты требований к производственным процессам* устанавливают: требования безопасности к производственным процессам, отдельным группам технологических процессов, размещению оборудования и организации рабочих мест, к исходным материалам и готовой продукции, отходам производства и т.п.

Основным стандартом этой подсистемы является ГОСТ 12.3.002 – 75 «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности». На основе этого стандарта разработаны стандарты на требования безопасности к различным технологическим процессам повышенной опасности (термическая обработка металла, электросварочные, окрасочные работы, и др.).

4 *Стандарты требований к средствам защиты работающих* устанавливают классификацию средств защиты и их гигиеническим показателям; методы контроля и оценки средств защиты. К этой группе относят и стандарты технических условий, общих технических требований к вспомогательным приспособлениям и устройствам; защитным и предохранительным ограждениям, блокировкам, автоматам защиты и сигнализаторам; к противопожарной и защитной одежде и СИЗ рук, головы, лица, органов дыхания и слуха; к сигнальным цветам и знакам безопасности и др. Стандарты этой подсистемы – это основная часть всех стандартов ССБТ. Их уже более 130. Они гостированы (ГОСТ 12.4.011 – 75 «ССБТ. Средства защиты работающих. Классификация»).

5 *Стандарты на требования безопасности к производственным зданиям (помещениям)*.

6 – 9. *Эти подсистемы являются резервом.*

Установлена определенная структура обозначения стандартов ССБТ:

ГОСТ. Индекс по ГОСТ 1.2-68 или 1.3-68.

Шифр системы 12.

Шифр подсистемы 0 -6.

Порядковый номер в подсистеме 001.

Последние две цифры года регистрации 80.

Контроль за соблюдением стандартов осуществляют территориальные органы Госстандарта совместно с технической инспекцией труда профсоюзов, а также министерства и ведомства (ведомственный контроль).

Управление охраной труда – это составная часть системы управления предприятием. *Целью управления* охраной труда является обеспечение безопасности, сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Цель управления может быть достигнута, если выполняются определенные функции управления. *Функции управления* – это комплекс определенных видов деятельности субъекта управления, воздействующий на объект управления.

Управление охраной труда на предприятии осуществляет руководитель предприятия, а в отдельных службах – руководители этих подразделений.

Нормативной и методической основой системы управления охраной труда (СУОТ) являются: законодательные акты о труде, постановления и распоряжения Правительства Казахстана, а также нормативная и нормативно-техническая документация.

Основные функции управления охраной труда на предприятии:

- планирование работ по охране труда;
- организация и координация работ в области охраны труда;
- контроль за состоянием охраны труда и работа СУОТ;
- стимулирование работы по совершенствованию охраны труда.

Цель управления охраной труда может быть достигнута при решении следующих задач:

- обучение работающих безопасности труда (сдача экзамена, вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и текущий инструктаж);
- обеспечение безопасности производственных процессов;
- обеспечение безопасности зданий и сооружений;
- нормализация санитарно-гигиенических условий труда;
- обеспечение работающих СИЗ;
- обеспечение оптимальных режимов труда и отдыха работающих;
- организация лечебно-профилактического обслуживания работающих;
- организация санитарно-бытового обслуживания работающих;
- профессиональный отбор работающих по отдельным специальностям.

Экономические вопросы охраны труда. Условия труда сильно влияют на *повышение производительности труда*. Улучшение условий труда сберегает здоровье трудящегося человека, продлевает его жизнь и удлиняет *период его профессиональной активности, снижает травматизм и заболеваемость, уменьшает текучесть кадров, сокращает затраты на льготы и компенсации*, повышает производительность труда. Рациональный комплекс мероприятий повышает производительность труда на 15-20 %. Солнечное освещение увеличивает производительность труда на 10 %, создание рационального искусственного освещения на 6-13 %, правильная организация рабочего места – на 21 %.

Производительность падает: при большом уровне шума – на 3-15 %, при высокой температуре воздуха в помещении при 26-30 °С составляет 25-50 % от ее уровня при 18 °С.

Потери рабочего времени происходят из-за травм и болезни. Даже при микротравмах теряется 1,5-2 часа рабочего времени.

Улучшение условий труда приводит к увеличению эффективного фонда рабочего времени, тем самым к экономическому эффекту, а также сокращает текучесть кадров.

Улучшение условий труда сокращает затраты на льготы и компенсации работающим во вредных условиях: сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск, лечебно-профилактическое питание, повышенные тарифные ставки, пенсии на льготных условиях.

Экономический эффект из-за улучшения условий труда достигается благодаря:

- повышению производительности труда за счет увеличения работоспособности и снижения утомляемости;
- снижению трудоемкости продукции из-за уменьшения затрат труда (лишние движения и усилия);
- увеличению эффективного фонда рабочего времени (нет травм, заболеваний);
- повышению эффективности использования оборудования.

Годовой экономический эффект определяется путем сопоставления полученной экономии с приведенными затратами на осуществление мероприятий.

Показатели эффективности мероприятий по улучшению условий и охране труда. Мероприятия, направленные на улучшение условий труда, могут быть одноцелевыми (направлены полностью на улучшение условий и охрану труда) или многоцелевыми (направлены как на улучшение условий и охрану труда, но и на улучшение результатов производственной деятельности). К таким мероприятиям относятся: автоматизация технологических процессов, механизация ручного труда, внедрение новых машин и механизмов.

Для оценки результатов мероприятий по улучшению условий труда используют 4 группы показателей: изменения состояния условий труда; социальные; социально-экономические; экономические.

Изменение состояний условий труда на рабочих местах оценивается: повышением уровня безопасности труда, улучшением санитарно-гигиенических показателей, улучшением психофизиологических показателей, улучшением эстетических показателей.

Повышение уровня безопасности труда характеризуется уровнем выполнения требований стандартов безопасности труда по машинам и механизмам, помещениям и др.

Улучшение санитарно-гигиенических показателей характеризуется уменьшением в воздухе содержания вредных веществ, улучшением микроклимата, снижением уровней шума, вибрации, инфразвуковых и ультразвуковых колебаний, ионизирующих и электромагнитных излучений, ультрафиолетовой и инфракрасной радиации; улучшением освещенности.

Улучшение психофизиологических показателей характеризуется снижением повышенных физических и нервно-психических нагрузок и монотонности труда.

Улучшение эстетических показателей характеризуется рациональной компоновкой рабочих мест и машин, благоустройством помещений и территории предприятия, цветовой отделкой оборудования и интерьеров и др.

Комплексная оценка состояния условий труда оценивается по приросту рабочих мест, соответствующих нормативным требованиям.

Социальные результаты мероприятий по улучшению условий и охране труда определяются как разность натуральных величин до и после внедрения мероприятий по следующим показателям:

- увеличение числа рабочих мест, соответствующих нормативным требованиям;
- сокращение производственного травматизма;
- снижение профессиональной и общей заболеваемости;
- снижение текучести кадров.

Социально-экономические результаты выражаются в виде экономии или предотвращения потерь живого и овеществленного труда.

Экономические результаты определяются путем расчета трех основных показателей: чистого экономического эффекта; общей экономической эффективности; сравнительной экономической эффективности.

Для экономического обоснования мероприятий по улучшению условий и охране труда необходимо:

- произвести выбор исходных данных об изменении состояния производственной среды по базовому и внедряемому вариантам;
- определить затраты на реализацию мероприятий;
- рассчитать социальную и социально-экономическую эффективность мероприятий;
- рассчитать полный экономический эффект;
- вычислить показатели чистого экономического эффекта, общей и сравнительной эффективности.

Затраты на мероприятия по улучшению условий и охране труда

При экономическом обосновании затрат на реализацию мероприятий по улучшению условий и охрану труда необходимо определить капитальные вложения и эксплуатационные расходы.

К *капитальным вложениям* относятся затраты, используемые на создание основных фондов, на совершенствование техники и технологии.

К *эксплуатационным расходам* относятся: текущие затраты на содержание и обслуживание основных фондов и технологического оборудования.

Контрольные вопросы

1. Система стандартов безопасности труда.
2. Основные функции управления охраной труда.
3. Решением каких задач достигается цель управления охраной труда.

4. Факторы, влияющие на производительность труда.
5. Четыре группы показателей по улучшению условий труда.

Лекция 5. Основы производственной санитарии.

План

1. Санитарные нормы и пять классов производств.
2. Санитарные требования к производственным зданиям и помещениям.
3. Санитарные требования к вспомогательным зданиям и помещениям.
4. Деление производственных процессов на 4 группы.
5. Воздействие вредных веществ на организм человека.

Создание здоровых и безопасных условий труда начинается с правильного выбора территории для размещения предприятия и рационального расположения на ней производственных и вспомогательных зданий и сооружений.

Необходимо соблюдать «Основы земельного законодательства РК», «Основы водного законодательства РК», соблюдать законы об охране и использовании животного мира, об охране атмосферного воздуха и другие нормативные и нормативно-технические документы.

Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий (СН) и строительные нормы и правила (СНиПы) содержат общие требования к размещению предприятия и планировке его территории.

Отвалы, очистные сооружения должны размещаться на землях, непригодных для сельского хозяйства. Нельзя размещать предприятия вблизи источников водоснабжения; на участках, загрязненных органическими и радиоактивными отходами; в местах возможного затопления и т.п. Рельеф местности должен способствовать естественному проветриванию площади.

Предприятия, загрязняющие атмосферный воздух веществами 1-го и 2-го классов, запрещается размещать в районах, где безветренная погода, туманы, так как это препятствует рассеянию вредных веществ в атмосфере.

Предприятия должны располагать к жилой застройке с подветренной стороны относительно ветров господствующего направления и отделять от нее СЗЗ. Размеры СЗЗ определяются мощностью и характером вредных выделений. Санитарные нормы проектирования предприятий предусматривают 5 классов производств с размерами СЗЗ: I класс – 1000 м, II класс – 500 м, III класс – 300 м, IV класс – 100 м, V класс – 50 м.

I-III класс: предприятия химической и металлургической промышленности, добыча руд и нерудных материалов, производство стройматериалов и др.

К IV классу, кроме I-III классов, относятся предприятия по производству приборов электротехнической промышленности при наличии небольших литейных и горячих цехов, а также металлообрабатывающие цеха с литьем с чугуном (до 10 000 т/год) и цветным (до 100 т/год); предприятия по добыче нефти и горных пород, производству стройматериалов, обработке

древесины; предприятия текстильной, легкой, пищевой промышленности и др.

К V классу относятся предприятия металлообрабатывающей промышленности, по производству приборов (без литья); типографии; мебельные фабрики; предприятия текстильной и легкой и пищевой промышленности и др.

СЗЗ нужно озеленять, в ней можно размещать здания подсобного и обслуживающего назначения, но не больше 50 % площади.

Здания и сооружения должны занимать 20-60 % площади, между ними должны быть разрывы, размеры которых должны быть не менее одной высоты наиболее высокого здания. Цехи и сооружения, загрязняющие атмосферу, располагают с подветренной стороны.

Если возможен выброс вредных веществ 1 и 2-го классов опасности, то вспомогательные здания не следует располагать в зоне аэродинамической тени, где нет хорошей циркуляции по рассеиванию вредных веществ.

Замкнутые и полузамкнутые дворы препятствуют проветриванию и их не следует устраивать.

Открытые пылящие склады располагают на расстоянии не менее 50 м от производственных и вспомогательных зданий и не менее 25 м от бытовых помещений.

Территория должна быть выровнена и иметь канализацию, искусственное освещение, надлежащие покрытия транспортных путей, широкие проходы и проезды. Пути движения работающих не должны пересекаться с железнодорожными путями, иначе их оснащают эстакадами, галереями или туннелями, и хорошо освещают.

Озеленение территории предприятия должно составлять не менее 10-15 % общей его площади.

Для сбора отходов производства нужно отводить специальные площадки с ограждениями и удобными подъездными путями. Должны быть участки для размещения сооружений по очистке производственных, бытовых и атмосферных сточных вод.

Санитарные требования к зданиям и помещениям.

Объем производственного помещения на одного работающего должен составлять не менее 15 м³, площадь – не менее 4,5 м².

Устройство рабочих помещений в подвалах не допускается. Высота цехов выбирается в зависимости от технологического процесса, но не менее 3,0 м.

Помещения с естественной вентиляцией (аэрацией) для обеспечения необходимого теплового напора должны иметь высоту не менее 4-6 м от расположения теплоизолирующей поверхности.

Производственные процессы, сопровождающиеся шумом, вибрацией, выделением пыли, вредных газов, необходимо изолировать, размещая их в кабинах или специальных помещениях.

Конструкции стен, потолков, полов имеют свои особенности: большая площадь окон ведет к избытку освещения (на юге) и к значительному охлаждению на Севере.

Санитарные требования к вспомогательным зданиям и помещениям.

Вспомогательные помещения и устройства подразделяют на пять групп:

- санитарно-бытовые помещения и устройства;
- помещения медицинского профиля;
- помещения культурного обслуживания;
- помещения управления и общественных организаций.

Расстояние от рабочих мест на открытом воздухе или в неотапливаемом помещении до бытового корпуса не должно превышать 300-500 м.

К вспомогательным помещениям относятся: гардеробные, комнаты для курения, уборные, умывальни, душевые, ножные ванны, помещения для личной гигиены женщин, кормления грудных детей, пункты питания, здравпункты, помещения для сушки, стирки и чистки спецодежды и спецобуви, ингалятории, фотарии и др.

Все производственные процессы в зависимости от характера воздействия на человека разделены на 4 группы:

I группа: производственные процессы, протекающие при нормальных метеорологических условиях без вредных газов и пылевывделений.

II группа – производственные процессы, протекающие при неблагоприятных метеорологических условиях, либо связанные с выделением вредных газов и пыли, или напряженной физической работой.

III группа – процессы с резко выраженными вредными факторами.

IV группа – процессы, требующие особого режима: стерильной чистоты (продукты питания, стерильные материалы, солнечные источники тока).

Количество тех или иных санитарно-бытовых устройств определяется по таблицам СНиП исходя из расчетного количества человек на одно устройство (душевую, кран в умывальнике и т.д.).

Воздействие вредных веществ на организм человека.

ВВ могут вызвать у человека производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

ВВ могут проникать в организм человека через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, а также кожные покровы и слизистые оболочки. Отравления могут быть острыми и хроническими. Острые отравления возникают быстро при наличии относительно высоких концентраций вредных газов и паров. Эти отравления происходят редко, иногда в аварийных ситуациях. Хронические отравления развиваются медленно в результате накопления в организме токсичных веществ (*материальная кумуляция*) или суммирования функциональных изменений, вызванных действием таких

веществ (*функциональная кумуляция*). ВВ разделяют на *химические вещества и производственную пыль*.

Действие вредных веществ на организм человека обусловлено их физико-химическими свойствами. Группа химически опасных и вредных производственных факторов по характеру воздействия на организм человека подразделяются на следующие подгруппы: общетоксические, раздражающие, сенсibiliзирующие (лат. *sensibilis* чувствительный), канцерогенные (лат. *canseer* рак, злокачественная опухоль), мутагенные (лат. *mutatio* изменение, перемена), влияющие на репродуктивную функцию.

Большинство промышленных ВВ обладают *общетоксическим действием*: ароматические углеводороды и их амидо- и нитропроизводные (бензол, толуол, ксилол, нитробензол, анилин и др.). Большой токсичностью обладают ртутьорганические вещества, тетраэтилсвинец, фосфорорганические вещества, CCl_4 , $C_2H_4Cl_2$ и др.

Раздражающим действием обладают кислоты, щелочи, а также хлор-, фтор-, серо-, и азотсодержащие соединения (фосген, аммиак, оксиды серы и азота, сероводород и др.). Эти вещества при контакте с биологическими тканями вызывают воспалительную реакцию, причем в первую очередь страдают органы дыхания, кожа и слизистые оболочки глаз.

К *сенсibiliзирующим* относятся вещества, которые после относительно непродолжительного действия на организм вызывают в нем повышенную чувствительность к этому веществу. При последующем даже кратковременном контакте с этим веществом у человека возникают бурные реакции, чаще всего приводящие к кожным изменениям, астматическим явлениям, заболеваниям крови. Такими веществами являются некоторые соединения ртути, платины, альдегиды (формальдегид) и др.

Канцерогенные (бластомогенные, гр. *blastos* росток) вещества, попадая в организм человека, вызывают развитие злокачественных опухолей. В производственных условиях встречаются: полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), они входят в состав сырой нефти, но чаще образуются при $350\text{ }^{\circ}C$ при переработке горючих ископаемых (каменного угля, древесины, нефти, сланцев) или при неполном их сгорании. Выраженной канцерогенной активностью обладают: 7,12-диметилбенз(а)антрацен, 3,4-бенз(а)пирен, 1,2-бензантрацен. Наиболее канцерогенными являются вещества сухой перегонки каменного угля. Канцерогенные свойства присущи и продуктам нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: мазутам, гудрону, крекинг-остатку, нефтяному коксу, битумам, маслам, саже и др. Канцерогенными свойствами обладают ароматические амины (продукты лакокрасочной промышленности), а также пыль асбеста.

Яды, обладающие *мутагенной активностью*, влияют на генетический аппарат зародышевых и соматических (телесных) клеток организма. Воздействие мутагенных веществ может сказаться и на потомстве (не всегда первого, а, возможно, второго и третьего поколений). Мутационной активностью обладают: этиленамин, уретан, органические перекиси, иприт, оксид этилена, формальдегид, гидроксилламин.

К веществам, влияющим на репродуктивную функцию, относят бензол и его производные, сероуглерод, хлоропрен, свинец, сурьма, марганец, ядохимикаты, никотин, этиленамин, соединения ртути и др.

Существуют и другие классификации ВВ, например, по преимущественному действию на определенные органы или системы человека, по основному вредному воздействию (удушающие, раздражающие, нервные (нейротропные), кровяные яды, печеночные и т.д.) по воздействию с ферментными системами, по величине среднесмертельной дозы и др.

По степени воздействия на организм человека все ВВ подразделяются на четыре класса:

1 класс – вещества *чрезвычайно опасные* (3,4-бен(а)пирен, ртуть, озон, фоген и др.);

2 класс – вещества *высокоопасные* (оксиды азота, бензол, йод, марганец, медь, сероводород, едкие щелочи, хлор и др.);

3 класс – вещества *умеренно опасные* (ацетон, ксилол, сернистый ангидрид, метиловый спирт и др.);

4 класс – вещества *малоопасные* (аммиак, бензин, скипидар, этиловый спирт, оксид углерода и др.).

Малоопасные вещества при длительном воздействии и при больших концентрациях могут вызывать тяжелые отравления.

Класс опасности вещества устанавливают по Санитарным Правилам и Нормам 2.1.4.559-96 (для питьевой воды РК 3.01.067.97; в атмосферном воздухе ГН 2.1.6.696-99 РК 3.02.037.99 в зависимости от предельно допустимой концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны ($\text{мг}/\text{м}^3$), средней смертельной дозы при введении в желудок ($\text{мг}/\text{кг}$), средней смертельной концентрации в воздухе ($\text{мг}/\text{м}^3$), коэффициента возможного ингаляционного отравления (КВИО), зоны острого действия, зоны хронического действия. Эти нормативы введены на территории РК 15.06.99 года Постановлением главного государственного санитарного врача РК от 02.06.99г. №7.

При оценке класса опасности определяющим является тот показатель, который выявляет наибольшую степень опасности в конкретных условиях.

Производственная пыль является очень распространенным опасным и вредным производственным фактором в различных отраслях промышленности.

Пыль может оказывать на организм человека фиброгенное (лат. fibra волокно, в легких происходит разрастание соединительной ткани, нарушающее нормальное строение и функции органа) раздражающее и токсическое действие. Пыль стекловолокна, слюды и др. оказывает раздражающее действие на верхние дыхательные пути, слизистую оболочку глаз, кожи.

Пыли токсичных веществ (Pb, Cr, Be и др.), попадая через легкие в организм человека, оказывают характерное для них токсическое действие в зависимости от их физических, химических и физико-химических свойств.

Поражающее действие пыли определяется ее дисперсностью. Чем меньше размеры частиц (от 5 мкм до 0,3-0,4 мкм), тем глубже они проникают

и задерживаются в легких. *Степень опасности* зависит и от формы частиц, их твердости, волокнистости, удельной поверхности и т.п.

Вредность производственной пыли обусловлена ее способностью вызывать профессиональные заболевания легких, в первую очередь пневмокониозы (гр. *pneumon* легкие + *konía* пыль, разрастание в легких соединительной ткани). Наиболее распространенной и тяжелой формой пневмокониоза является силикоз (пылевой фиброз легких), развивающийся в результате вдыхания пыли, содержащей свободный диоксид кремния.

Силикатозы возникают при воздействии пыли силикатов, где SiO_2 находится в связанном состоянии, например, асбестоз, талькоз, цементоз, каолиноз и др. Производственная пыль, оказывая раздражающее действие, может вызвать профессиональные пылевые бронхиты, пневмонии, астматические риниты, бронхиальную астму, снизить защитные свойства организма. Под влиянием пыли развиваются конъюнктивиты, поражения кожи. Аэрозоли металлов, пыль ядохимикатов могут привести к хроническим и острым отравлениям. Действие пыли усугубляет тяжелый физический труд, неблагоприятные метеорологические условия.

Степень поражения организма человека вредными химическими веществами (и пылью) зависит от концентрации их в воздухе рабочей зоны и времени воздействия.

Может происходить усиление воздействия за счет нескольких вредных веществ или уменьшение за счет их антагонизма.

Температура и влажность воздуха, сильное мышечное напряжение повышают чувствительность организма к токсическому действию ВВ. Определенное значение имеют индивидуальные особенности человека. Некоторые люди в равных условиях могут работать в 2-3 раза дольше без вреда здоровью.

Гигиеническое нормирование вредных веществ.

Для химических веществ и пыли, приводящих к нарушению здоровья, установлены ПДК. Под ПДК ВВ в воздухе рабочей зоны понимают концентрацию, которая при еже-дневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч (или 41 ч в неделю) во время всего рабочего стажа, не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м от уровня пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих. ПДК распространяются на воздух рабочей зоны всех рабочих мест независимо от их местоположения.

Контрольные вопросы

1. Какие основные разрешительные и согласовательные документы необходимо получить, чтобы правильно разместить, планировать и строить предприятие?

2. Какие СЗЗ необходимо соблюдать при строительстве различных классов производств?

3. Какие санитарные требования предъявляются к зданиям и помещениям?

4. Какие пути проникновения в организм человека вредных и опасных веществ вы знаете?

5. На какие подгруппы опасные и вредные вещества подразделяются? Опишите эти подгруппы.

Лекция 6. Защита от вредных веществ в промышленности

План

1. Лучшая профилактика профзаболеваний.
2. Основные средства индивидуальной защиты.
3. Влияние микроклимата на человека.
4. Гигиеническое нормирование производственного микроклимата.
5. Способы нормализации микроклимата производственных помещений.

Лучшая профилактика профзаболеваний – это полное исключение контакта работающих с ВВ за счет механизации и автоматизации процессов, разработка новых технологий без использования ВВ, замена ВВ на менее вредные и т.д. Например, свинцовые белила заменены цинковыми, вместо органических растворителей для обезжиривания деталей и оборудования широко используются водные моющие растворы и т.д.

Снижению поступления в воздух рабочих зон ВВ способствует хорошая герметизация оборудования; ведение процессов в вакууме; применение замкнутых технологических циклов; замена устаревшего оборудования; своевременный и качественный ремонт оборудования.

Пылевыделение меньше при мокрых способах переработки материалов; выпуск конечных продуктов в непылящих формах, что может снизить пылеобразование в 5-10 раз; применение при упаковке и затаривании сыпучих материалов специальных герметичных вентилируемых укрытий с смонтированными рукавами с перчатками.

В обеспечении чистоты воздуха имеет значение и отделка помещений материалами не адсорбирующими ВВ, приточная и вытяжная вентиляция, озеленение территории предприятия, размещение дренажных устройств (воздушек), хорошая очистка выбросов, герметизация оборудования и т.д.

К профилактическим мероприятиям относятся медицинские осмотры, профилактическое питание, соблюдение правил личной гигиены.

При неэффективности коллективных средств защиты применяют СИЗ. СИЗ подразделяются: на изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, специальную одежду, специальную обувь, средства защиты рук, головы, лица, глаз, органов слуха, защитные дерматологические средства.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗ ОД) предназначены для защиты от воздействий вредных газов, паров, дыма, тумана и пыли, содержащихся в воздухе рабочей зоны, а также для обеспечения кислородом при недостатке его в окружающей атмосфере. СИЗ ОД подразделяются: на противогазы, респираторы, пневмошлемы, пневмомаски. Они бывают фильтрующие и изолирующие. Фильтрующие СИЗ ОД подразделяют на респираторы и противогазы. Респираторы бывают противогазовые, противоаэрозольные и универсальные. Изолирующие подразделяют на шланговые и автономные. Шланговые СИЗ бывают самовсасывающие и с принудительной подачей воздуха. Автономные бывают с запасом *сжатого* или *сжиженного воздуха*, O_2 , с *химически связанным* O_2 .

Наибольшее применение находят: противоаэрозольные фильтрующие респираторы. Они делятся на два типа: патронные, у которых лицевая часть и фильтрующий элемент выделены в отдельные самостоятельные узлы; и фильтр-маски, у которых фильтрующий элемент одновременно служит и лицевой маской. По способу вентиляции противоаэрозольные респираторы бывают бесклапанные и клапанные, по условиям эксплуатации – одно- и многоразового использования.

Респираторы различают по модификации. Цифры 200, 40 и 5 означают, что респираторы предназначены для защиты от мелко- и среднедисперсных аэрозолей при их концентрациях в воздухе, превышающих ПДК в 200, 40 и 5 раз. Для защиты от грубодисперсной пыли (более 1 мкм) применение любого из респираторов возможно при запыленности, превышающей ПДК не более чем в 200 раз.

К *спецодежде* относятся: куртки, брюки, комбинизоны, плащи, фартуки, рукавицы, жилеты, перчатки, нарукавники, бахилы, головные уборы, наколенники и т.д.

Специальная обувь защищает от механических травм, химических и тепловых ожогов, низких и высоких температур, пыли, влаги: сапоги, ботфорты, ботинки, туфли, калоши, боты, бахилы.

Средства защиты рук: перчатки, рукавицы, напальчники, мази и пасты.

Для защиты глаз применяют очки.

Для защиты лица применяются щитки.

Влияние неблагоприятных метеорологических условий на человека.

Микроклимат помещения – это сочетание температуры воздуха, скорости его движения, относительной влажности, теплового излучения от нагретых поверхностей.

При выполнении работы на открытых площадках, метеорологические условия определяются климатическим поясом и сезоном года.

Жизненные процессы человека сопровождаются образованием теплоты в состоянии покоя от 4-6 кДж/мин, при очень тяжелой работе до 33-42 кДж/мин. Параметры микроклимата могут изменяться в широких пределах, но необходимым условием жизнедеятельности человека является сохранение постоянства температуры тела.

При оптимальных параметрах микроклимата человек испытывает состояние теплового комфорта. При отклонении – в организме человека происходят различные процессы, направленные на регулирование теплопродукции и теплоотдачи. Способность человека сохранять постоянство температуры тела получила название *терморегуляции*.

При 15-25 °С теплопродукция организма находится на постоянном уровне – *зона безразличия*. При понижении температуры происходит повышение теплопродукции за счет мышечной активности (проявлением которой является, например, мышечная дрожь) и усиления обмена веществ. При повышении температуры воздуха усиливаются процессы теплоотдачи во внешнюю среду тремя путями: *конвекцией, излучением и испарением*. При 20 °С теплоотдача конвекцией составляет 25 – 30 %, излучением – 45 %, испарением – 20-25 %. При изменении температуры, влажности, скорости движения воздуха, характера выполняемой работы эти соотношения существенно изменяются. При 30 °С отдача теплоты испарением равна сумме теплоты излучения и конвекции. При 36 °С отдача теплоты происходит уже полностью за счет испарения.

При испарении 1 г воды организм теряет около 2,5 кДж теплоты. Испарение, в основном, происходит с поверхности кожи, и очень мало через дыхательные пути (10-20 %). При н.у. организм теряет в сутки с потом ~0,6 л жидкости. При тяжелой физической работе и температуре более 30 °С количество теряемой жидкости может достичь 12 л. При этом влага на коже не только не способствует отдаче теплоты, а, наоборот, только препятствует этому.

При 30 °С и выше и большом тепловом излучении от нагретых поверхностей наступает нарушение терморегуляции организма, что может привести к перегреву организма. При этом нарастает слабость, головная боль, шум в ушах, искажение цветового восприятия, тошнота, рвота, повышение температуры тела. Дыхание и пульс учащаются, артериальное давление вначале возрастает, а потом падает. В тяжелых случаях наступает тепловой, а при работе на открытом воздухе – солнечный удар. Нарушение водно-солевого баланса ведет к судорожной болезни, слабости, головной боли, резким судорогам в конечностях. При длительном воздействии теплового излучения может развиваться профессиональная катаракта.

Перегрев организма сильно сказывается на снижении работоспособности и мышечной силы рук, примерно в 2 раза снижается способность к тонкой координации движений.

Охлаждение.

Низкая температура вызывает местное и общее охлаждение организма, что может стать причиной заболеваний: миозитов (myos – мышца; воспаление скелетных мышц), невритов (воспаление нерва), радикулитов и др., а также простудных заболеваний. Охлаждение снижает частоту сердечных сокращений, развивает процессы торможения в коре головного мозга, уменьшает работоспособность. Низкие температуры могут привести к обморожениям и даже смерти.

Влажность воздуха определяется содержанием в нем водяных паров. Различают абсолютную, максимальную и относительную влажность воздуха.

Абсолютная влажность (А) – это масса водяных паров в определенном объеме воздуха, максимальная (М) – максимально возможное содержание водяных паров в воздухе при данной температуре (состояние насыщения), Относительная влажность (В) определяется отношением:

$$B = \frac{A}{M} \cdot 100, \%$$

Физиологически оптимальной является относительная влажность в пределах 40... 60 %. Повышенная влажность воздуха (более 75...85 %) в сочетании с низкими температурами оказывает значительное охлаждающее действие, а с высокими – способствует перегреву организма. Относительная влажность менее 25 % также неблагоприятна для человека, т.к. приводит к высыханию слизистых оболочек и снижению защитной деятельности мерцательного эпителия верхних дыхательных путей.

Подвижность воздуха.

Человек ощущает движение воздуха при его скорости 0,1 м/с. Легкое движение воздуха при обычных температурах способствует хорошему самочувствию, сдувая обволакивающий человека насыщенный водяными парами и перегретый слой воздуха. Большая скорость движения воздуха при низких температурах увеличивает потерю тепла конвекцией и испарением и ведет к сильному охлаждению организма.

Эффективная температура характеризует ощущения человека при одновременном воздействии температуры и движения воздуха. *Эффективно-эквивалентная температура* учитывает еще и влажность воздуха.

Тепловое излучение свойственно всем телам с температурой выше абсолютного нуля. Его воздействие на организм человека зависит от длины волны и интенсивности потока, величины облучаемого участка тела, времени облучения, угла падения лучей, вида одежды человека. Красные лучи и инфракрасные лучи (0,78...1,4 мкм) обладают большой проникающей способностью, т.к. плохо задерживаются кожей. Они могут привести к катаракте.

Инфракрасное излучение встречается в горячих цехах (λ 10 мкм). При интенсивности облучения более 5,0 кВт/м² в течение 2...5 мин человек ощущает очень сильное тепловое воздействие.

Допустимый для человека уровень интенсивности теплового облучения на рабочих местах составляет 0,35 кВт/м².

Гигиеническое нормирование производственного микроклимата.

Нормирование метеорологических условий основано на дифференцированной оценке оптимальных и допустимых метеорологических условий в рабочей зоне в зависимости от тепловой характеристики помещения, категории работ по тяжести и времени года.

Оптимальные климатические условия – когда сохраняются нормальные функциональные состояния организма без напряжения механизма терморегуляции. Ощущается тепловой комфорт и хорошая работоспособность.

Допустимые микроклиматические условия – это такие параметры микро-климата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызывать преходящие и быстро нормализующиеся изменения функционального и теплового состояния организма и напряженную работу механизма терморегуляции, не выходящую за пределы физиологически приспособительных возможностей.

По тепловой характеристике производственные помещения делятся на помещения с незначительными избытками теплоты (не более 23 Дж/(м³·с) и значительными избытками теплоты, превышающими 23 Дж/(м³·с), их относят к категории горячих цехов.

Способы нормализации микроклимата производственных помещений.

Решение этой задачи идет в следующих направлениях: рациональные объемно-планировочные и конструкторские решения производственных зданий; рациональное размещение оборудования; механизация и автоматизация производственных процессов; дистанционное управление и наблюдение; внедрение более рациональных технологических процессов и оборудования; рациональная тепловая изоляция оборудования; защита работающих различными видами экранов; рациональная вентиляция и отопление; рационализация режимов труда и отдыха, использование СИЗ.

Вентиляция производственных помещений классифицируется по способу и направлению перемещения воздуха, зоне действия, времени работы. Различают естественную и механическую вентиляцию. Естественную вентиляцию подразделяют на организованную (канальную и бесканальную – аэрацию) и неорганизованную.

Аэрация – осуществляется за счет разности гравитационного давления наружного и внутреннего воздуха и действия ветра.

Аэрация возможна при наличии отверстий достаточной площади. Аэрация применима в горячих цехах.

Неорганизованная вентиляция – через щели, окна, двери и т.п. Перемещение воздуха при помощи вентилятора – механическая вентиляция.

Вентиляция бывает приточной и вытяжной. По зоне действия различают вентиляцию общеобменную, местную и смешанную. Местная вентиляция может быть приточной (для подачи чистого воздуха на рабочее место) и вытяжной (удаления загрязненного воздуха).

Интенсивность вентиляции характеризуется *кратностью воздухообмена*, которая подсчитывается по формуле:

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

где L – объем воздуха подаваемого или удаляемого из помещения, м³/ч;
V – объем вентилируемого помещения, м³.

Местную приточную вентиляцию осуществляют в виде воздушных душей или воздушных оазисов. *Воздушный душ* – это подача на человека струи воздуха заданных параметров (температура, влажность, скорость). Для устройства воздушного оазиса часть рабочей площадки отделяют стеклянными щитами, между которыми оставляют проходы. Воздушное душирование предусматривают на рабочих местах для воздействия на работающих лучистой теплоты с интенсивностью $0,35 \text{ кВт/м}^2$ и более.

Воздушная завеса создается струей воздуха, поступающей из узкой длинной щели под некоторым углом навстречу потоку холодного воздуха.

Местная вытяжная вентиляция осуществляется с помощью местных и бортовых отсосов, патрубков, решеток, панелей и т.п.

Процесс создания и автоматического поддержания в производственном помещении определенных параметров воздушной среды называют *кондиционированием*.

Аварийная вентиляция как правило является вытяжной и предназначена для быстрого удаления из помещений значительных объемов воздуха с большим содержанием вредных и взрывоопасных веществ, поступающих в помещение при нарушении технологического режима.

Объем L подаваемого в помещение свежего воздуха, необходимого для удаления избыточной теплоты, определяется следующим соотношением:

$$L = \frac{3600Q_{\text{изб}}}{c_p \rho (T_y - T_{\text{п}})},$$

где $Q_{\text{изб}}$ - избыточная теплота, Дж/с;

c_p - удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, Дж/(кг·К);

ρ - плотность воздуха при 293 К, кг/м³;

T_y - температура удаляемого воздуха, К;

$T_{\text{п}}$ - температура подаваемого воздуха, К.

Минимальное количество воздуха, подаваемое в производственное помещение в расчете на одного работающего, зависит от объема помещения. В помещении, где имеются окна, и на одного работающего приходится более 40 м^3 , при отсутствии вредных и неприятно пахнущих веществ допускается предусматривать периодически действующую естественную вентиляцию (проветривание). В холодный период года воздух в помещение должен подаваться подогретым.

Контрольные вопросы

1. СИЗ, спецодежда и спецобувь и их применение.
2. Микроклимат. Терморегуляция. Процессы теплопередачи во внешнюю среду.
3. Охлаждение организма. Влажность и подвижность воздуха. Тепловое излучение.
4. Гигиеническое нормирование производственного микроклимата.
5. Способы нормализации микроклимата производственных помещений.

Лекция 7. Защита от излучений.

План

1. Ионизирующие излучения, их действие на организм человека и гигиеническое нормирование.
2. Защита от воздействия ионизирующих излучений.
3. Поглощенная энергия излучения. Коэффициент качества излучения. Эквивалентная доза облучения.
4. Биологические изменения в организме от ионизирующего излучения.
6. Три способа защиты от внешнего облучения. Разделение работ с открытыми источниками излучения на классы.

Ионизирующее излучение – это излучение, вызывающее ионизацию среды (образование заряженных атомов или молекул-ионов). Ионизирующими свойствами обладают космические лучи и радиоактивные вещества на Земле. Искусственными источниками ионизирующих излучений являются ядерные реакторы, ускорители заряженных частиц, искусственные радиоактивные изотопы, рентгеновские лучи.

Источники ионизирующих излучений применяются: для дефектоскопии металлов, в геологоразведке, медицине, атомной энергетике и др.

Ионизирующее излучение бывает электромагнитным – γ -излучение, рентгеновские лучи (фотонным) и корпускулярным (поток частиц, масса которых отлична от нуля: λ - β -частицы, протоны, нейтроны и др.).

Количественно действие γ -излучения и рентгеновского излучения в сухом воздухе оценивают по *экспозиционной дозе*. Экспозиционная доза X представляет собой отношение полного заряда ионов одного знака, возникающих в малом объеме воздуха, к массе воздуха в этом объеме:

$$X = \frac{dQ}{dm},$$

где Q – полный заряд ионов одного знака;
 m – масса воздуха.

За единицу экспозиционной дозы принимают Кл/кг. Применяется также внесистемная единица – рентген; $1\text{Р} = 2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг.

Биологическое действие ионизирующего излучения на организм зависит от поглощенной энергии излучения.

Поглощенная энергия излучения D – это физическая величина, равная отношению средней энергии, переданной излучением веществу в некотором элементарном объеме, к массе вещества в этом объеме:

$$D = \frac{dE}{dm},$$

где E – энергия;
 m – масса вещества.

Единицей поглощенной дозы является грей (Гр); $1\text{Гр} = 1\text{ Дж/кг}$. Применяется также прежняя единица рад. $1\text{Гр} = 100\text{ рад}$.

Установлено, что действие ионизирующего излучения на организм зависит не только от поглощенной дозы, но зависит и от пространственного распределения поглощенной энергии, характеризуемого линейной передачей энергии (ЛПЭ) заряженных частиц в среде.

Для сравнения биологического действия различных видов излучения используют понятие коэффициент качества, связанный с ЛПЭ.

Коэффициент качества излучения Q – это безразмерная величина, характеризующая зависимость неблагоприятных биологических последствий облучения человека в малых дозах от полной ЛПЭ излучения.

Для оценки радиационной опасности хронического действия излучения произвольного состава введено понятие *эквивалентной дозы облучения H*, которая определяется как произведение поглощенной дозы на средний коэффициент качества излучения в данной точке ткани:

$$H = D \cdot Q.$$

В качестве единицы измерения эквивалентной дозы принят зиверт (Зв);

1 Зв = 1 Дж/кг. Применяется также единица бэр (биологический эквивалент рада); 1 бэр = 0,01 Зв. Зиверт равен эквивалентной дозе излучения, при которой поглощенная доза равна 1 Гр и коэффициент качества излучения равен единице.

Поглощенная, экспозиционная и эквивалентная дозы, отнесенные к единице времени, носят название мощности соответствующих доз.

По современным представлениям основной механизм действия ионизирующих излучений связан с процессами ионизации атомов и молекул живой материи, в частности молекул воды, содержащихся в органах и тканях. При этом нарушается нормальное течение биохимических процессов и обмен веществ в организме. Изменения в организме могут быть обратимыми и необратимыми. При небольшой дозе пораженная ткань восстанавливает свою функциональную деятельность. Доза, превышающая ПДК, может вызвать необратимое поражение отдельных органов или всего организма и проявиться в хронической форме лучевой болезни. Отдаленными последствиями лучевого поражения могут быть лучевые катаракты, злокачественные опухоли и т.п.

Любой вид ионизирующих излучений вызывает биологические изменения в организме как при внешнем (источник находится вне организма), так и при внутреннем облучении (радиоактивные вещества попадают внутрь организма, например, через рот или органы дыхания).

При однократном облучении всего тела человека возможны следующие биологические нарушения в зависимости от суммарной поглощенной дозы излучения:

до 0,25 Гр – видимых нарушений нет;

0,25...0,50 Гр – возможны изменения в крови;

0,5...1 Гр – изменения в крови, нормальное состояние трудоспособности нарушается;

1,0...2,0 Гр – нарушение нормального состояния, возможна потеря трудоспособности;

2,0...4,0 Гр – потеря трудоспособности, возможен смертельный исход;

4,0...5,0 Гр – смертельные случаи составляют 50% от общего числа пострадавших;

6,0 Гр и более – смертельные случаи достигают 100 % общего числа пострадавших.

При облучении дозами в 100 – 1000 раз превышающих смертельную дозу, человек может погибнуть во время облучения («смерть под лучом»).

Чувствительность различных тканей и органов человека к действию облучения неодинакова. Поэтому введено понятие «критический орган». Критический орган – это орган, ткань, часть тела или все тело, облучение которого в данных условиях причиняет наибольший ущерб здоровью. В зависимости от радиочувствительности они объединены в три группы:

I группа – все тело, гонады, красный костный мозг;

II группа – мышцы, щитовидная железа, жировая ткань, печень, почки, селезенка, желудочно-кишечный тракт, легкие, хрусталик глаза и другие органы, за исключением относящихся к I и III группам;

III группа – кожный покров, костная ткань, кисти, предплечья, лодыжки и стопы.

Конкретные значения физических параметров, принятых в качестве нормы, даны в НРБ-99. Принципы радиационной безопасности: непревышение установленного основного дозового предела; исключение всякого облучения; снижение дозы облучения до возможно низкого уровня.

Согласно НРБ-99 установлены следующие категории облучаемых лиц:

A – *персонал*, т.е. лица, работающие с источниками ионизирующих излучений;

B – *ограниченная часть населения*, т.е. лица, непосредственно не занятые на работе с ИИИ, но по условиям проживания или размещения рабочих мест могущие подвергаться воздействию ИИ, применяемых в учреждениях И (или) удаляемых во внешнюю среду с отходами;

B – *все население*.

Установлены три класса нормативов: основные дозовые уровни; допустимые уровни; рабочие контрольные уровни.

В качестве основных дозовых пределов в зависимости от группы критических органов для категории A устанавливается ПДД за год, а для категории B – пределы дозы за год (ПД):

Таблица 3 – Основные дозовые пределы в зависимости от группы критических органов

Группа критических органов	ПДД для категории А за год, Зв	Пределы дозы для категории Б за год, Зв
I	0,05	0,005
II	0,15	0,015
III	0,30	0,03

Предельно допустимой дозой считается такой годовой уровень облучения персонала, который не вызывает при равномерном накоплении

дозы в течение 50 лет обнаруживаемых современными методами неблагоприятных изменений в состоянии здоровья самого облучаемого и его потомства.

Основные санитарные правила (ОСП – 72/80) устанавливают требования и нормы работы с радиоактивными веществами, применительно к определенным видам работ. Они регламентируют размещение установок, организацию работ, порядок получения, учета, хранения и перевозки ИИ. А также правила работы с закрытыми ИИ и с радиоактивными веществами в открытом виде; устройство вентиляции, пылегазоочистки, отопления, водоснабжения и канализации; требования к сбору, удалению, обезвреживанию радиоактивных отходов, дезактивации помещений и оборудования; меры индивидуальной защиты и личной гигиены, вопросы радиационного контроля.

Защита от внешнего облучения:

- 1) *Защита расстоянием.*
- 2) *Защита временем.*
- 3) *Защита экранами.*

Закрытыми называются ИИИ, устройство которых исключает попадание радиоактивных веществ в ОС. На атомных электростанциях работой реактора управляют дистанционно, разработана система защитных оболочек, применяются манипуляторы, смотровые системы и т.п.

Защита от внутреннего облучения исключает контакт с радиоактивными веществами.

Под внутренним облучением понимают воздействие на организм ИИ радиоактивных веществ, находящихся внутри организма.

В зависимости от удельной активности (радиационной опасности) радиоактивные вещества в открытом виде делятся на 4 группы – А, Б, В, Г (в убывающей последовательности).

Радиационная опасность радиоактивного вещества характеризуется минимально значимой активностью – наибольшей активностью на рабочем месте, не требующей регистрации или разрешения Госнаadzора.

Единицей активности является одно ядерное превращение в секунду. Называется эта единица – беккерель (Бк). Используется также старая единица – кюри (Ки). $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

Под удельной активностью понимают активность, отнесенную к единице массы или объема, например Ки/г, Ки/л.

Все работы с открытыми источниками подразделяются на три класса.

Таблица 4 – Класс работ и активность на рабочем месте

Группа радиационной опасности	Минимально значимая активность (МЗА), мКи	Активность на рабочем месте, мКи		
		Класс работ		
		I	II	III
A	0,1	$>10^4$	$10 \dots 10^4$	0,1 ... 10

Б	1,0	$>10^5$	$100...10^2$	$1...100$
В	10,0	$>10^6$	$1000...10^6$	$10...10^3$
Г	100,0	$>10^7$	$10\ 000...10^7$	$100...10^4$

Класс работы определяет требования к устройству и размещению помещений, где работают с ИИИ. На дверях должен быть знак радиационной опасности (треугольник по ГОСТ 17925-72) и указан класс работы.

Работы III класса могут проводиться в обычных лабораториях с вытяжными шкафами. Работы I класса должны проводиться в отдельном здании или изолированной части зданий с отдельным входом через санпропускник и разделяться на три зоны. В первой зоне размещают камеры, боксы, оборудование, коммуникации, являющиеся основными источниками радиоактивного загрязнения. Во II зоне размещают объекты и помещения, требующие периодического обслуживания. Люди должны находиться постоянно в III зоне.

Применяют СИЗ в зависимости от класса работ. При работе I класса и отдельных работах II класса СИЗ состоят из комбинезона или костюма, спецбелья, носков, спецобуви, перчаток, бумажных полотенец и носовых платков разового пользования, очков, щитков, ручных захватов, а также средств защиты органов дыхания. При авариях применяют пневмокостюмы.

Необходимо выполнять специальные правила хранения, использования и дезактивации СИЗ.

Строгий радиационный контроль обязателен для лиц, условия труда которых таковы, что доза облучения может превышать 0,3 годовой ПДД.

Результаты всех видов радиационного контроля должны регистрироваться и храниться в течение 30 лет. При индивидуальном контроле ведут учет годовой дозы облучения, а также суммарной дозы за весь период работы.

В основу работы дозиметрических приборов положены следующие методы: ионизационный метод, основанный на способности излучений ионизировать воздух; фотографический метод, основанный на способности фотографической эмульсии чернеть при воздействии ионизирующего излучения; сцинтилляционный метод, основанный на способности некоторых кристаллов, газов или растворов испускать вспышки видимого света при поглощении энергии ионизирующих излучений.

Контрольные вопросы

1. Источники ионизирующего излучения.
2. Три группы критических органов.
3. Поглощенная, экспозиционная и эквивалентная дозы излучения.
4. Основные виды защиты от внешнего излучения.
5. На какие группы по удельной активности делятся радиоактивные вещества?.

Лекция 8. Воздействие на человека электромагнитных излучений

План

1. Источники электромагнитных полей.
2. Основные параметры электромагнитных колебаний.
3. Степень воздействия электромагнитных излучений на организм человека.
4. Средства и способы защиты персонала от электромагнитного поля.
5. Диапазоны электромагнитного излучения.

Энергию электромагнитных колебаний используют для индукционной и диэлектрической термообработки различных материалов, в радиовещании и телевидении, при этом в ОС возникают электромагнитные поля. При высоких уровнях воздействия электромагнитного поля на человека может возникнуть профессиональное заболевание.

Источниками электромагнитных полей являются: индукционная катушка (индукционный нагрев), рабочий конденсатор (диэлектрический нагрев), отдельные элементы генераторов – катушки контуров и связи, конденсаторы, подводящие линии, трансформаторы, антенны и др. Источниками электромагнитных полей промышленной частоты являются ЛЭП, открытые распределительные устройства, устройства защиты и автоматики и др. Источниками постоянных магнитных полей являются электромагниты, соленоиды, литые или металлокерамические магниты и др.

Электромагнитное поле (ЭМП) обладает определенной энергией и распространяется в виде электромагнитных волн. Основными параметрами электромагнитных колебаний являются: длина волны, частота колебаний и скорость распространения. В зависимости от частоты колебаний (длины волн) электромагнитные излучения разделяют на ряд диапазонов. Частота колебаний выражается в герцах. 1 Гц – одно колебание в секунду;

кГц=10³ Гц; мегагерц 1 МГц = 10⁶ Гц; гигагерц 1ГГц = 10⁹Гц.

Таблица 5 – Диапазоны электромагнитных излучений

Название диапазона частот	Диапазон частот	Диапазон для волн	Название диапазона длин волн
Низкие частоты, НЧ	0,003...0,3 Гц 0,3...3,0 Гц 3...300 Гц 300 Гц...30 кГц	10 ⁷ ...10 ⁶ км 10 ⁶ ...10 ⁴ км 10 ⁴ ...10 ² км 10 ² ...10 км	Инфранизкие Низкие Промышленные Звуковые
Высокие частоты, ВЧ	30...300 кГц 300 кГц...3 МГц 3...30 МГц	10...1 км 1 км ... 100 м 100...10 м	Длинные Средние Короткие
Ультравысокие частоты – УВЧ	30...300 МГц	10 м...1 м	Ультракороткие
Сверхвысокие частоты – СВЧ	300 МГц...3 ГГц 3...30 ГГц 30...300 ГГц	100...10 см 10...1 см 10...1 мм	Дециметровые Сантиметровые Миллиметровые

Характеристикой постоянного магнитного поля является напряженность магнитного поля (МП), определяемая по силе, действующей в поле на проводник с током, единицей напряженности является ампер на метр (А/м).

Характеристикой постоянного электрического (электростатического) поля (ЭСП) является его напряженность, определяемая по силе, действующей в поле на электрический заряд, выражается в вольтах на метр (В/м).

Переменное электромагнитное поле представляет собой совокупность магнитного и электрического полей и распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн. Область распространения электромагнитных волн от источника излучения условно разделяют на три зоны: *ближнюю* (зону индукции), *промежуточную* (зону интерференции) и *дальнюю* (волновую или зону излучения). Ближняя зона имеет радиус, равный $\frac{1}{6}$ длины волны, от излучателя. Дальняя зона начинается с расстояния от излучателя, равного примерно 6 длинам волн. Между ними располагается промежуточная зона. Для оценки ЭМП в этих зонах используются разные принципы. В ближней и промежуточной зонах электромагнитная волна еще не сформирована. Поэтому интенсивность ЭМП в этих зонах оценивается отдельно напряженностью электрической и магнитной составляющих поля. В этой зоне обычно находятся рабочие места по обслуживанию источников ВЧ и УВЧ-колебаний.

В дальней (волновой) зоне, в которой практически находятся рабочие места по обслуживанию СВЧ-аппаратуры, электромагнитная волна уже сформировалась. Здесь ЭМП оценивается не по напряженности, а по энергии (мощности), переносимой волной в направлении своего распространения. Эта энергия оценивается плотностью потока энергии (ППЭ), т.е. количеством энергии, приходящейся в единицу времени на единицу поверхности ($\text{Вт}/\text{м}^2$).

Персонал, обслуживающий электроэнергетические установки промышленной частоты (в том числе 50 Гц), также подвергается воздействию электромагнитных полей. В этих условиях допустимо рассматривать воздействие электрического и магнитного полей отдельно и основное неблагоприятное воздействие оказывает электрическое поле.

Степень воздействия электромагнитных излучений на организм человека зависит от диапазона частот, интенсивности воздействия соответствующего фактора, продолжительности облучения, характера излучения (непрерывное или моделированное), режима облучения, размеров облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма.

Длительное воздействие электрического поля (ЭП) низкой частоты вызывает функциональные нарушения центральной нервной и сердечно-сосудистой систем человека, а также некоторые изменения в составе крови, особенно выраженные при высокой напряженности ЭП.

Биологическое действие электромагнитных полей (ЭМП) более высоких частот связывают в основном с их тепловым и аритмическим эффектом. Тепловое действие может привести к повышению температуры тела и местному избирательному нагреву тканей, органов, клеток вследствие перехода электромагнитной энергии в тепловую. Биологическая активность

ЭМП увеличивается с возрастанием частоты колебаний и является наибольшей в области СВЧ. Облучение ЭМП большой интенсивности может привести к разрушительным изменениям в тканях и органах. Тяжелые поражения возникают только в аварийных случаях и встречаются крайне редко. Длительное воздействие ЭМП небольшой интенсивности (не вызывающих теплового эффекта) приводит к различным нервным и сердечно-сосудистым расстройствам (головной боли, утомляемости, нарушению сна, боли в области сердца и т.п.). Возможны нарушения со стороны эндокринной системы и изменение состава крови. На ранних стадиях нарушения в состоянии здоровья носят обратимый характер.

В зависимости от диапазона частот в основу *гигиенического нормирования* электромагнитных излучений положены разные принципы. Безопасность человека зависит от напряженности электрического поля промышленной частоты. Гигиенические нормы для персонала, находящегося в этой зоне, установлены ГОСТ 12.1.002-75. «ССБТ. Электрические поля токов промышленной частоты напряжением 400 кВ и выше. Общие требования безопасности». Нормируется время пребывания человека в электрическом поле (ЭП) в зависимости от напряженности.

Таблица 6 – Время пребывания человека в электрическом поле

Напряженность ЭП, кВ/м	Время пребывания человека в ЭП в течение одних суток, мин
Менее 5	Без ограничений
От 5 до 10	Не более 180
Св. 10 >> 15	>> 90
>> 15 >> 20	>> 10
>> 20 >> 25	>> 5

Эти нормы обеспечивают безопасность при условии, что в остальное время суток человек не подвергается воздействию ЭП напряженностью более 5 кВ/м, а также исключена возможность воздействия на организм человека электрических разрядов.

В диапазоне частот 60 кГц ... 300 МГц нормируются напряженности электрической и магнитной составляющих ЭМП. Они установлены ГОСТ 12.1.006-76 «ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности» для персонала, связанного с воздействием ЭМП.

Напряженность ЭМП на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала не должна превышать следующих предельно-допустимых значений:

- По электрической составляющей, В/м
- 50 – для частот от 60 кГц до 3 МГц
- 20 – –>> – от 3 МГц до 30 МГц
- 10 – –>> – от 30 МГц до 50 МГц
- 5 – –>> – от 50 МГц до 300
- По магнитной составляющей, А/м:

5 – для частот от 60 кГц до 1,5 МГц

0,3 – – >> – от 30 МГц до 50 МГц

В диапазоне частот 300 МГц ... 300 ГГц нормируется плотность потока энергии (ППЭ) электромагнитного поля. Предельно допустимая ППЭ зависит от допустимого значения энергетической нагрузки на организм человека и времени пребывания в зоне облучения, но во всех случаях она не должна превышать 10 Вт/м^2 , а при наличии рентгеновского излучения или высокой температуры воздуха в рабочих помещениях (выше $28 \text{ }^\circ\text{C}$) – 1 Вт/м^2 (ГОСТ 12.1.006-76).

Для постоянного магнитного поля предельно допустимым уровнем на рабочем месте является напряженность, которая не должна превышать 8 кА/м.

При превышении допустимых напряженности и плотности потока энергии ЭМП необходимо применять следующие средства и способ защиты персонала:

- 1) Экранирование рабочего места.
- 2) Удаление рабочего места от источника ЭМП.
- 3) Рациональное размещение в рабочем помещении оборудования, излучающего электромагнитную энергию.
- 4) Установление рациональных режимов работы оборудования и обслуживающего персонала.
- 5) Применение предупреждающей сигнализации (световой, звуковой).
- 6) Применение средств индивидуальной защиты.

Одним из наиболее эффективных и часто применяемых методов защиты от низкочастотных и радиоизлучений является экранирование. Для экранов используются материалы с большой электрической проводимостью (медь, латунь, алюминий и его сплавы, сталь). Основной характеристикой экрана является эффективность экранирования, т.е. степень ослабления ЭМП. Эффективность экранирования возрастает с увеличением частоты колебаний электромагнитных излучений и почти не изменяется от того, изготовлен экран из сплошных металлических листов или металлических сеток. Экраны должны быть заземлены.

В помещениях, где установлены источники ВЧ-, УВЧ-излучений, распределение напряженности ЭМП может быть сложным за счет вторичного излучения, которое может возникнуть также и в соседних помещениях. Проводниками энергии радиочастот в этом случае могут явиться провода осветительной и телефонной сети. Для предотвращения распределения энергии радиочастот по осветительной, силовой, телефонной сети и в местах выхода проводов из экрана ВЧ-установки применяются электрические фильтры различной конструкции.

В качестве СИЗ применяется спецодежда, изготовленная из металлизированной ткани в виде комбинезонов, халатов, передников, курток с капюшонами и вмонтированными в них защитными очками. Очки необходимо использовать при кратковременных работах, где излучение имеет интенсивность более 10 Вт/см^2 . Очки типа ОРЗ-5, стекла которых покрыты слоем полупроводникового оксида олова, ослабляют мощность в диапазоне

волн 0,8...150 см не менее чем в 1000 раз. Используются также сетчатые очки, имеющие форму полумаски, с числом ячеек 186...560 на 1 см² при диаметре проволоки 0,07...0,14 мм.

При использовании спецодежды из металлизированной ткани необходимо строго соблюдать требования электробезопасности.

Контрольные вопросы

1. СИЗ от электромагнитного излучения.
2. Эффективные и часто применяемые методы защиты от низкочастотных и радиоизлучений.
3. Основные параметры электромагнитного поля.
4. Три зоны распространения электромагнитных волн.
5. Биологическое действие электромагнитных полей.

Лекция 9. Действие лазерного излучения на организм человека и его гигиеническое нормирование

План

1. Лазер, его применение и характеристика излучения.
2. Энергетические параметры лазеров.
3. Биологическое действие лазерного излучения.
4. Обеспечение лазерной безопасности.
5. Ультрафиолетовое излучение.

Лазер (оптический квантовый генератор) – это генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного излучения.

Применение лазеров: обработка материалов (резка, пайка, точечная сварка, сверление отверстий в металлах и сверхтвёрдых материалах, кристаллах); применение при дефектоскопии материалов в строительстве, радиоэлектронной промышленности.

При переходе атома из возбужденного состояния в основное выделяется квант энергии, фотон. В нормальном состоянии число атомов основного состояния больше числа атомов возбужденного состояния. При возбуждении – накачки энергии (в жидкость, кристалл, газ и др.) при помощи света, ВЧ-электромагнитного поля и т.д., добиваются того, что число атомов в возбужденном состоянии, становится значительно больше числа атомов, находящихся на основном уровне энергии. В возбужденном состоянии атом находится доли секунды. Затем происходит лавинообразный переход атомов из возбужденного в основное состояние, при этом возникает *лазерное излучение*.

Особенностью лазерного излучения является его острая направленность, т.е. пучок излучения фокусируется, что позволяет получать большую плотность энергии в данной точке.

По характеру излучения лазеры подразделяются на импульсные (длительность излучения 25 с) и лазеры непрерывного действия (длительность излучения 0,25 с и более). Длина волны электромагнитного излучения лазера составляет от 0,2 до 1000 мкм. Этот диапазон с точки зрения биологического действия подразделяют на четыре области: ультрафиолетовую (от 0,2 до 0,4 мкм); видимую (свыше 0,4 до 0,75 мкм); ближнюю инфракрасную (свыше 0,75 до 1,4 мкм); дальнюю инфракрасную (свыше 1,4 мкм).

Энергетические параметры лазеров зависят от их вида. Генераторы непрерывного излучения характеризуются выходной мощностью, выражаемой в ваттах (Вт). Импульсные лазеры характеризуются энергией, выражаемой в джоулях (Дж). Нормируемыми величинами лазерного излучения является отношение мощности к площади поверхности ($\text{Вт}/\text{см}^2$) или плотность энергии на единицу поверхности ($\text{Дж}/\text{см}^2$).

Лазерное облучение проявляется как при непосредственном воздействии на организм человека, так и во вторичных изменениях в организме. Поражающее действие зависит : от мощности (плотности энергии), длины волны, длительности импульса, частоты повторения импульсов, времени воздействия, биологических и физико-химических особенностей облучаемых тканей и органов. Наиболее биологически активно УФ-излучение, вызывающее фотохимические реакции в организме.

Термическое действие лазеров непрерывного действия имеет много общего с обычным нагревом. На коже возникает ожог, а при энергии свыше 100 Дж сразу образуется кратерообразный участок некроза из-за разрушения и испарения биоткани. Особенностью лазерного ожога является резкая ограниченность пораженной области.

Воздействие импульсного излучения более сложно. При длительности импульса менее 10^{-3} с в облучаемых тканях энергия излучения очень быстро преобразуется в теплоту, что приводит к мгновенному плазмо-и парообразованию, вызывающему механическое разрушение тканей.

Длительная работа с лазерами повышает общую утомляемость, головные боли, повышенную возбудимость, нарушение сна и т.п.

Особенно чувствительны к лазерному излучению глаза. Повреждение глаз возникает как от прямого, так и отраженного луча лазера. Характер поражения зависит от длины волны. В ультрафиолетовой области прежде всего возникает разрушение белка роговой оболочки и ожог слизистой оболочки. При больших плотностях энергии это ведет к полной необратимой слепоте. В видимой области излучение воздействует главным образом на светочувствительные клетки сетчатки, вызывая или временную слепоту, или ожог с последующей потерей зрения в данной области зрительного пространства. В ближней и средней инфракрасных областях при больших плотностях энергии также возможна необратимая слепота из-за помутнения хрусталика.

Кроме лазерного излучения (прямого, рассеянного и отраженного) на работающих могут воздействовать и другие опасные и вредные производственные факторы, связанные с работой лазера. Это световое излучение от

импульсных ламп «накачки». Это зоны взаимодействия лазерного излучения с материалами мишени. А также УФ-излучение от ламп накачки или кварцевых газоразрядных трубок; шум и вибрация, возникающие при работе лазера, ионизирующее излучение и др. Высокое напряжение в электрической цепи питания ламп накачки, поджога или газового разряда; электромагнитные поля ВЧ-и СВЧ-диапазонов от генераторов накачки; ИК- излучение и тепловыделение от оборудования и нагретых поверхностей; запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны продуктами взаимодействия лазерного луча с мишенью и радиолиза воздуха; агрессивные и токсические вещества, используемые в конструкции лазера.

Нормативными документами, регламентирующими безопасную работу с лазерами, являются «Санитарные нормы и правила устройства в эксплуатации лазеров»; «ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения».

Нормы устанавливают ПДУ лазерного излучения, за который принимается энергетическая экспозиция облучаемых тканей. *Энергетической экспозицией* называется отношение энергии излучения, падающей на рассматриваемый участок поверхности, к площади этого участка. Единицей измерения является Дж/см².

Нормируется энергетическая экспозиция отдельно для роговицы, сетчатки глаза и кожи. В различных диапазонах длин волн устанавливают ПДУ лазерного излучения в зависимости от длительности импульса, частоты повторения импульсов и длительности воздействия, углового размера луча, или диаметра пятна засветки на сетчатке, фоновой освещенности лица работающего и др.

ПДУ энергетической экспозиции $H_{уф}$ на роговице глаза или кожи, создаваемые импульсным или непрерывным лазерным излучением с

$\lambda = 0,2 - 0,4$ мкм (ультрафиолетовая область спектра) приведены ниже.

Таблица 7 – Предельно допустимые уровни энергетической экспозиции

λ , мкм	$H_{уф, 2}$ Дж/см ²	λ , мкм	$H_{уф, 2}$ Дж/см ²
От 0,200 до 0,210	$1 \cdot 10^{-8}$	Свыше 0,290 до 0,300	$1 \cdot 10^{-5}$
Свыше 0,210 до 0,215	$1 \cdot 10^{-7}$	Свыше 0,300 до 0,370	$1 \cdot 10^{-4}$
Свыше 0,215 до 0,290	$1 \cdot 10^{-6}$	Свыше 0,370	$2 \cdot 10^{-3}$

При одновременном воздействии лазерного излучения с разными параметрами на один участок тела возможно суммирование биологических эффектов.

Обеспечение лазерной безопасности.

Под *лазерной безопасностью* совокупность технических, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасные условия труда персонала при использовании лазеров.

Меры лазерной безопасности зависят от класса используемого лазера.

Таблица 8 – Определение опасности выходного излучения лазера

Класс лазера	Опасность выходного излучения лазера
I	Нет опасности для глаз и кожи.
II	Опасность для глаз прямым и зеркально отраженным излучением
III	Опасность для глаз прямым, зеркально отраженным, а также диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности и при облучении кожи.
IV	Опасность при облучении кожи диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности.

Все лазеры должны быть маркированы знаком лазерной опасности и находиться в специально оборудованных помещениях.

На дверях помещений, где имеются лазеры II, III, IV классов, должны быть нанесены знаки лазерной опасности. Лазеры IV класса должны размещаться в отдельных помещениях. Стены и потолки должны иметь матовую поверхность. Все предметы, за исключением специальной аппаратуры, не должны иметь зеркальных поверхностей.

Оборудование размещают свободно. С лицевой стороны пультов и панелей оставлять свободное пространство 1,5 м, с задних и боковых сторон 1 м. Между рядами оставлять пространство 2 м.

Управление лазерами IV класса должно быть дистанционным, а дверь помещения, где они установлены, должна иметь блокировку. При использовании лазеров II и III классов необходимо всячески предотвращать возможность попадания излучения на рабочие места: либо их оградить лазерно – опасную зону, либо экранировать пучок излучения. Экраны должны быть огнестойкими и не должны выделять токсических веществ.

Периодический дозиметрический контроль (не реже 1 раза в год) должен проводиться при эксплуатации лазеров II, III, IV классов, а также дополнительно в следующих случаях: при приемке в эксплуатацию новых лазеров II...IV классов; при внесении изменений в конструкцию действующих лазеров; при изменении конструкции средств защиты; при организации новых рабочих мест. Наряду с коллективными средствами защиты должны применяться СИЗ – очки и маски (последние при работе с лазерами IV класса). В зависимости от длины волны лазерного излучения в противолазерных очках используются оранжевые, сине-зеленые или бесцветные стекла.

Ультрафиолетовое излучение.

УФИ называется электромагнитное излучение в оптической области, примыкающее со стороны коротких волн к видимому свету и имеющее длины волн в диапазоне 200...4000 нм.

Естественным источником УФИ является Солнце. Искусственным источником УФИ являются газоразрядные источники света, электрические дуги, лазеры и др. Энергетической характеристикой УФИ является плотность потока мощности, выражаемая в Вт/м².

Воздействие УФИ на человека количественно оценивается покраснением кожи (эритемным действием), через 48 час. Происходит пигментация кожи – загар. Для биологических целей мощность УФИ оценивается эритемным потоком. Единицей измерения потока является эр. Один эр – эритемный поток, соответствующий потоку излучения с длиной волны 297 нм и мощностью 1 Вт. Эритемная освещенность (эритемная облученность) выражается в эр/м², а эритемная доза (эритемная экспозиция) – в (эр·ч)/м².

УФИ необходимо для нормальной жизнедеятельности человека. При отсутствии УФИ в организме развиваются неблагоприятные явления, получившие название «светового голодания» или «ультрафиолетовой недостаточности». Длительное же воздействие УФИ на человека может привести к серьезным поражениям глаз (кератиты – воспаления роговицы, помутнение хрусталика) и кожи (возможен рак кожи).

Для профилактики неблагоприятных последствий, вызванных дефицитом УФИ, используют как солнечное излучение (инсоляция помещений, устройство соляриев), так и применение искусственных источников УФИ в соответствии с действующими «Рекомендациями по профилактике ультрафиолетовой недостаточности».

В зависимости от степени УФ-дефицита и контингента населения рекомендуются дозы в пределах 0,125...0,75 эритемной дозы (10...60 мэр·ч/м²).

Документом, регламентирующим допустимую интенсивность УФИ на промышленных предприятиях, являются «Указания по проектированию и эксплуатации установок искусственного УФ-облучения на промышленных предприятиях», в соответствии с которыми максимальная облученность не должна превышать 7,5 (мэр·ч)/м², а максимальная суточная доза – 60 (мэр·ч)/м² для УФИ с длиной волны 280 нм.

Для защиты от избытка УФИ применяют противосолнечные экраны. Они могут быть химическими (химические вещества и покровные кремы, содержащие ингредиенты, поглощающие УФИ) и физические (преграды, отражающие, поглощающие или рассеивающие лучи). Хорошим средством защиты является специальная одежда из тканей мало пропускающих УФИ (например, из поплина). Для защиты глаз используют очки с защитными стеклами. Полную защиту от УФИ всех волн обеспечивает флинтглас (стекло, содержащее оксид свинца) толщиной 2 мм.

Необходимо помнить, что отражающая способность различных материалов для УФ-излучения иная, чем для видимого света. Хорошо отражают УФ-излучение полированный алюминий и меловая побелка, в то же время как ZnO и TiO₂, краски на масляной основе – плохо.

Контрольные вопросы

1. Что такое лазерное излучение и его параметры?
2. Основные способы защиты от лазерного излучения.
3. Биологическое действие лазерного излучения.
4. Дозиметрический контроль лазерного излучения.
5. Ультрафиолетовое излучение и его свойства.

Лекция 10. Производственное освещение

План

1. Оптическая область спектра.
2. Основные понятия, характеризующие свет.
3. Гигиенические требования к производственному освещению.
4. Виды производственного освещения и его нормирование.
5. Светотехнические расчеты.

Свет ощущается в оптической области спектра электромагнитного излучения. Видимая область оптических излучений лежит в диапазоне длин волн от 380 до 760 нм; с одной стороны к ней примыкает область УФ, а с другой – инфракрасных излучений.

В видимой области излучения каждой длине волны соответствует определенный цвет от фиолетового (380...450 нм) до красного (620...760 нм). Свет имеет сложный состав и состоит из волн различной длины.

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

Световым потоком называют поток лучистой энергии, оцениваемый глазом по световому ощущению. Единицей светового потока является *люмен* (лм) – световой поток, излучаемый точечным источником света силой в одну канделу, помещенным в вершину телесного угла в один стерадиан.

Распределение светового потока от источника излучения в окружающем пространстве неравномерно. Поэтому один световой поток не может являться исчерпывающей характеристикой источника излучения. Необходимо знать характеристику распределения светового потока в пространстве.

Пространственную плотность светового потока принято называть *силой света*. Единицей силы света является кандела (кд) – сила света точечного источника, испускающего световой поток в один люмен, равномерно распределенный внутри телесного угла в один стерадиан. Кандела является основной светотехнической единицей, установленной по специальному эталону.

Освещенность E характеризует поверхностную плотность светового потока и определяется отношением светового потока, падающего на поверхность, к ее площади:

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

где Φ – световой поток;

S – площадь.

Освещенность не зависит от свойств освещаемой поверхности. Одинаковый световой поток создает равную освещенность на темных и светлых поверхностях при условии равенства площадей. Единицей освещенности является люкс (лк). Один люкс равен освещенности поверхности площадью в 1 м^2 , по которой равномерно распределен световой поток, равный 1 лм . Освещенность в 1 лк не позволяет выполнять большинство видов работ. Оценить понятие освещенность можно, зная, что освещенность Земли в лунную ночь составляет примерно $0,2 \text{ лк}$, а в солнечный день доходит до $100\,000 \text{ лк}$.

Так как уровень ощущения света человеческим глазом зависит от плотности светового потока (освещенности) на сетчатке глаза, то основное значение для зрения имеет не освещенность какой-то поверхности, а световой поток, отраженный от этой поверхности и попадающий на зрачок. В связи с этим введено понятие *яркости*. Человек различает окружающие предметы только благодаря тому, что они имеют разную яркость.

Яркостью L называется величина, равная отношению силы света, излучаемого элементом поверхности в данном направлении, к площади проекции этой поверхности на плоскость, перпендикулярную к тому же направлению:

$$L = \frac{I}{S \cos \alpha},$$

где I – сила света, излучаемая поверхностью в заданном направлении, кд;

S – площадь поверхности, м^2 ;

α – угол к нормали светящейся поверхности.

Некоторое представление о яркости можно получить, если представить себе, что лист белой бумаги, освещенный настольной лампой мощностью 60 Вт , имеет яркость $30 \dots 40 \text{ кд/м}^2$.

Падающий на тело световой поток частично отражается им, частично поглощается, частично пропускается сквозь среду тела. Для характеристики этих свойств введены соответствующие коэффициенты. *Коэффициент отражения* ρ представляет собой отношение отраженного телом светового потока Φ_ρ к падающему Φ :

$$\rho = \frac{\Phi_\rho}{\Phi}.$$

Свет влияет на состояние высших психических функций и физиологические процессы в организме. Хорошее освещение действует

тонизирующее, создает хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов высшей нервной деятельности.

В зависимости от спектрального состава свет может оказывать возбуждающее действие и усиливать чувство тепла (оранжево-красный), или наоборот, – успокаивающее (желто-зеленый), или усиливать тормозные процессы (сине-фиолетовый).

Освещение рабочих поверхностей сильно влияет на производительность труда сотрудников с большим объемом зрительных работ. В таких условиях увеличение освещенности в 10 раз (от 100...150 до 1000 ...1500 лк) приводит к росту производительности труда на 5-6 % для работ средней сложности и на 15,5 % - для работ высшей сложности.

При плохом освещении человек быстро устает, работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность ошибочных действий и несчастных случаев. Это ведет также к такому заболеванию как рабочая миопия (близорукость), спазм аккомодации. Без естественного света, может возникнуть световое голодание.

Гигиенические требования к производственному освещению:

- спектральный состав света искусственных источников должен приближаться к солнечному;
- уровень освещенности должен учитывать условия зрительной работы;
- должна быть обеспечена равномерность и устойчивость уровня освещенности в помещении во избежание частой переадаптации и утомления зрения. В то же время, при длительной работе в равномерно освещенном пространстве может нарушаться восприятие формы объектов, реализующееся в зрительных галлюцинациях.

Виды производственного освещения и его нормирование.

Освещение бывает естественным и искусственным. *Естественное освещение* помещений может осуществляться через окна в боковых стенах (боковое), через верхние проемы, фонари (верхнее) или их комбинацией – комбинированное. Верхнее и комбинированное естественное освещение обеспечивает равномерное освещение помещений. Боковое освещение создает неравномерность в освещении участков, расположенных вблизи окон и вдали от них.

Непостоянство естественного света вызывает необходимость его нормировать с помощью *коэффициента естественной освещенности (КЕО)* *e*. КЕО – представляет собой отношение освещенности естественным светом какой-либо точки внутри помещения к значению наружной освещенности горизонтальной поверхности, освещаемой диффузным светом полностью открытого небосвода (не прямым солнечным светом) и выражается в процентах:

$$e = \frac{E_{ВН}}{E_{НАР}} \cdot 100\% ,$$

где $E_{ВН}$ – освещенность какой либо точки внутри помещения;

$E_{НАР}$ – освещенность точки вне помещения.

Нормирование значений КЕО (e_n) зависит от характера зрительной работы, вида освещения (естественное или совмещенное), пояса светового климата. Для зданий, расположенных в I, II, IV и V поясах светового климата, e_n определяется по выражению

$$e_n^{I, II, IV, V} = e_n^{III} m C,$$

где e_n^{III} – значение КЕО для III пояса светового климата, определяемое по нормам «Естественное и искусственное освещение» (СНиП II-4-79);

m – коэффициент светового климата для данной местности, определяемый по таблице в СНиП II-4-79;

C – коэффициент солнечности климата, учитывающий дополнительный световой поток, проникающий через световые проемы в помещение в течение года.

Расчет естественного освещения заключается в определении площади световых проемов (окон, фонарей) в соответствии с нормированным значением КЕО.

Расчет площади световых проемов:

при боковом освещении

$$100 \frac{S_o}{S_n} = \frac{(e_n \cdot K_3 \cdot \eta_0 K_{зд})}{\tau_0 \cdot r_1};$$

при верхнем освещении

$$100 \frac{S_\phi}{S_n} = \frac{e_n K_3 \eta_\phi}{\tau_0 r_2} K_\phi,$$

где S_o – площадь световых проемов окон при боковом освещении;

S_n – площадь пола помещения; e_n – нормированное значение КЕО;

K_3 – коэффициент запаса (1,2...2); η_0 – световая характеристика окон;

$K_{зд}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями;

τ_0 – общий коэффициент светопропускания, учитывающий коэффициент светопропускания стекол и потери света в несущих конструкциях, в солнцезащитных устройствах, в защитной сетке, установленной над фонарями;

r_1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя (земля, трава и др.), прилегающего к зданию;

S_ϕ – площадь световых проемов фонарей при верхнем освещении;

η_ϕ – световая характеристика фонаря или светового проема в плоскости покрытия;

r_2 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения;

K_ϕ – коэффициент, учитывающий тип фонаря.

Уровень естественной освещенности снижается из-за загрязнений стекол, поверхностей стен и потолков, их следует регулярно очищать.

При недостаточности естественного освещения используют искусственное освещение. Оно подразделяется: на рабочее, аварийное,

эвакуационное и охранное и проектируется в виде двух систем: общее и комбинированное. К общему освещению может быть добавлено и местное.

Общее освещение предназначено для освещения всего помещения, оно может быть равномерным, освещая все пространство, или локализованным (создает большее освещение на рабочих местах).

Комбинированное освещение состоит из общего и местного. Его используют при работах высокой точности, или, в случае необходимости, для изменяемого направления света. *Местное освещение* предназначено только для рабочих поверхностей и может быть стационарным или переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях запрещается.

Освещенность рабочих поверхностей регламентируется СНиП II-4-79. Эти нормы носят межотраслевой характер. На их основе разрабатываются нормы для отдельных отраслей промышленности. Нормы рассчитаны на применение газоразрядных ламп, но могут быть использованы и лампы накаливания. Нормами установлено 8 разрядов зрительных работ – от работ наивысшей точности (I разряд) (размер объекта различения менее 0,15 мм) к IV – работы малой точности (размер объекта различения более 5 мм); к VII разряду отнесены работы со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах; к VIII – работы, связанные с общим наблюдением за ходом технологического процесса.

В основу выбора КЕО первых семи разрядов положен *размер объекта различения*, под которым рассматриваемый предмет или его часть, а также требующий различия дефект (нить ткани, точка, линия, рисунок, пятно и т.п.).

Для первых пяти разрядов, имеющих по 4 подразряда (а, б, в, г), нормируемые значения освещенности зависят не только от минимального размера объекта различения, но и от контраста объекта различения с фоном и характеристики фона. Наибольшая нормируемая освещенность составляет 5000 лк (разряд 1а), наименьшая – 30 лк. При таком освещении нельзя наблюдать за показаниями каких-либо приборов и вести записи.

При необходимости уровни нормируемой освещенности могут быть повышены или понижены.

В нормах указано, что отношение максимальной освещенности к минимальной не должно превышать для работ I...III разрядов при люминесцентных лампах 1,5; при других – 2. Освещенность проходов может быть меньше освещенности рабочих зон, но не менее 75 лк при газоразрядных лампах и 30 лк при лампах накаливания.

Хорошее освещение не должно вызывать ослепленности. *Показатель ослепленности Р* служит для оценки слепящего действия осветительной установки и подсчитывается по выражению

$$P = (W - 1)100\%,$$

где *W* – коэффициент ослепленности.

Качество освещения газоразрядных ламп характеризуется *коэффициентом пульсации освещенности*, который не должен превышать 10...20 %.

Коэффициент пульсации освещенности $K_{\text{п}}$ характеризует амплитуду колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током:

$$K_{\text{п}} = \frac{E_{\text{макс}} - E_{\text{мин}}}{2E_{\text{ср}}} 100 \%,$$

где $E_{\text{макс}}$, $E_{\text{мин}}$ и $E_{\text{ср}}$ – соответственно максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период ее колебания.

Нормы регламентируют освещенность рабочих поверхностей, расположенных и вне зданий. Предусмотрено 5 разрядов зрительных работ (IX...XIII) с требуемой освещенностью от 50 до 2 лк.

Кроме рабочего освещения нормами предусмотрено устройство аварийного, эвакуационного и охранного освещения.

Аварийное освещение необходимо, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования может привести к взрыву, пожару, длительному нарушению технологического процесса, нарушению работы электростанций, насосных установок водоснабжения, узлов связи и т.п. Наименьшая аварийная освещенность должна составлять 5% от рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территории предприятия.

Эвакуационное освещение предназначено для безопасной эвакуации людей и должно предусматриваться:

- в местах, опасных для прохода людей;
- в проходах и на лестницах, при числе служащих более 50 человек;
- по основным проходам производственных помещений, где работает более 50 человек;
- в производственных помещениях, где выход людей связан с опасностью их травмирования из-за продолжения работы производственного оборудования;
- в помещениях общественных зданий, где находятся более 100 человек.

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время; оно должно обеспечить освещенность 0,5 лк на уровне земли.

Источники искусственного света.

В качестве источников искусственного света применяются лампы накаливания и газоразрядные лампы. В лампах накаливания источником света является раскаленная проволока из вольфрама. Они дают непрерывный спектр излучения с преобладанием желто-красных лучей по сравнению с естественным светом. Лампы накаливания бывают вакуумные (НВ), газонаполненные (НГ), бесспиральные (НБ), бесспериальные с криптоно-ксеноновым наполнением (НБК), зеркальные лампы (З) и другие. Лампы накаливания с иодным циклом большой мощности (от 250 до 2200 Вт) имеют срок службы до 2000 ч.

Общим недостатком ламп накаливания является небольшой срок службы около 1000ч и малый КПД.

Применяются и газоразрядные лампы низкого (люминесцентные) и высокого давления (дуговые ртутные люминесцентные лампы, рефлекторные дуговые ртутные лампы с отражающим слоем).

Газоразрядные лампы низкого давления представляют собой трубку, внутренняя поверхность которой покрыта тонким слоем твердого кристаллического вещества – люминофора. Колба лампы наполнена дозированным количеством ртути (30...80 мг) и инертным газом (обычно аргоном). По обоим концам трубки укреплены электроды. При включении лампы электрический ток, протекающий между электродами, вызывает в парах ртути электрический разряд, сопровождающийся излучением (электролюминесценция). Это излучение, воздействуя на люминофор, преобразуется в световое излучение (фотолюминесценция). В зависимости от состава люминофора люминесцентные лампы обладают различной цветностью: ЛД – лампы дневного света, ЛЕ – лампы естественного света, ЛБ – лампы белого света и др.

Наиболее экономичными являются ртутные лампы высокого давления (0,03...0,08 МПа) с добавкой иодидов металла (ДРИ), их часто называют металлогалогенными. Светоотдача этих ламп достигает 80 лм/Вт, в то время как у ламп ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные лампы сверхвысокого давления >0,8 МПа) – 40...60 лм/Вт.

Трубчатые ксеноновые газоразрядные лампы высокого давления ДКсТ, имеющие мощность от 2 до 100 кВт, применяются в основном для наружного освещения в связи с опасностью УФ-облучения работающих в помещении.

Основным преимуществом газоразрядных ламп является их экономичность. Световая отдача этих ламп колеблется в пределах 30...80 лм/Вт, что в 3...4 раза превышает световую отдачу ламп накаливания. Срок их службы доходит до 10 000 ч и они имеют гигиенические преимущества: равномерное освещение, спектр их ближе к естественному.

К недостаткам газоразрядных ламп можно отнести пульсацию светового потока, слепящее действие, сложность схемы включения, шум дросселей, зависимость от температуры внешней среды. Они не могут использоваться при низких температурах, чувствительны к снижению номинального напряжения и уже при снижении на 10% и более лампы работают неустойчиво и могут погаснуть. Для лампы накаливания нижняя граница зрительного комфорта 30...50 лк, то для лампы ЛД составляет 400...500 лк. Это можно объяснить привычкой человека к большей освещенности при дневном свете и малой – при искусственном. Слабое люминесцентное освещение воспринимается как дневное в сумерках или перед грозой. Этот «сумеречный» эффект является одной из причин повышения норм освещенности при газоразрядных лампах.

Особенно неприятным свойством газоразрядных ламп, питающихся переменным током, является пульсация светового потока. Она может привести к возникновению стробоскопического эффекта, выражающегося в искажении восприятия вращающихся, движущихся или сменяющихся

объектов в мелькающем свете. Вращающийся объект может казаться неподвижным или движущимся в обратном направлении.

Источники света располагают в осветительной арматуре и называют их светильником или осветительным прибором. Осветительные приборы дальнего действия называют *прожекторами*. Осветительная арматура предназначена для перераспределения светового потока в сторону рабочей поверхности, для защиты глаз от блескости источника света, для предохранения и крепления ламп и подведения к ней электрического тока.

Перераспределение светового потока, осуществляемое светильником, ведет к определенной потере светового потока.

Для ограничения ослепленности отражателем создают защитный угол при помощи отражателя или экранирующей решетки, но не больше 30° . Светильники могут быть защищены от пыли, влаги, взрыва.

В настоящее время для освещения используются осветительные устройства большой протяженности – щелевые световоды, которые представляют собой полые цилиндрические трубы, внутренняя поверхность которых, за исключением светопропускающей щели, покрыта зеркально отражающим слоем. Через щель световой поток равномерно освещает окружающее пространство. Источником света служит мощная лампа накаливания или газоразрядная лампа в конце трубы или в обоих концах трубы.

Светотехнический расчет может быть выполнен:

- методом коэффициента использования;
- точечным методом;
- методом удельной мощности

Метод *коэффициента использования* состоит в определении значения коэффициента, равного отношению светового потока, падающего на расчетную поверхность, к полному потоку осветительного прибора. Затем определяют световой поток источника света, необходимый для создания заданной освещенности.

Сущность *расчета по методу удельной мощности* заключается в том, что в зависимости от типа светильника и места его установки, высоты подвеса над рабочей поверхностью, освещенности на горизонтальной поверхности и площади помещения определяется значение удельной мощности.

Точечный метод предполагает определение светового потока при заданной условной освещенности, которая зависит от светораспределения светильника и геометрических размеров, выбирается это значение по графикам пространственных изолюкс.

Контрольные вопросы

1. Основные понятия, характеризующие свет: световой поток, сила света, освещенность и яркость.
2. Виды производственного освещения и его нормирование.
3. Какие основные формулы для расчета естественного освещения?

4. Источники искусственного света, их характеристики, достоинства и недостатки.

5. Методы светотехнических расчетов и их сущность.

Лекция 11. Защита от шума. Влияние шума на организм человека и его гигиеническое нормирование.

План

1. Шум. Звук. Звуковая волна и ее характеристики.

2. Восприятие звука. Звуковое давление. Интенсивность звука. Звуковая мощность. Порог слышимости

3. Единицы уровня интенсивности шума. Децибел.

4. Средства и методы защиты от шума.

5. Звукоизоляция и звукопроницаемость.

Шум – это звук, неблагоприятно действующий на организм человека. Шум – это сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Он представляет механические колебания упругой среды. Звуковая волна вызывает звуковое давление p , Па, характеризуется колебательной скоростью v , м/с, интенсивностью I , Вт/м², и частотой- числом колебаний в с. f , Гц.

Звук – это колебания частиц относительно положения равновесия, причем скорость этих колебаний значительно меньше скорости распространения звуковых волн (скорости звука), которая зависит от упругих свойств, температуры и плотности среды.

Во время звуковых колебаний в воздухе образуются области пониженного и повышенного давления, которые определяют звуковое давление.

Звуковым давлением называется разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением в невозмущенной среде.

При распространении звуковой волны в пространстве происходит перенос энергии. Количество переносимой энергии определяется интенсивностью звука. Средний поток энергии в какой-либо точке среды в единицу времени, отнесенный к единице площади поверхности, нормальной к направлению распространения волны, называется *интенсивностью звука* в данной точке.

Источник шума характеризуется *звуковой мощностью* P , определяемой общим количеством звуковой энергии, излучаемой источником шума в окружающее пространство в единицу времени.

Слуховой орган человека воспринимает звук от 20 до 20 000 Гц. Важным для слухового восприятия является интервал от 45 до 10 000 Гц.

Наименьшая интенсивность I_0 и звуковое давление P_0 , которые воспринимает человек, называются *порогом слышимости*. Пороговые значения I_0 и P_0 зависят от частоты звука. При частоте 1000 Гц звуковое давление

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па, $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м². При звуковом давлении $2 \cdot 10^2$ Па и интенсивности звука 10 Вт/м² возникают болевые ощущения (болевой порог).

Между порогом слышимости и болевым порогом лежит область слышимости. Разница между болевым порогом и порогом слышимости велика. Поэтому Белл А.Г. предложил использовать логарифмическую шкалу. Логарифмическая величина, характеризующая интенсивность шума или звука, получила название уровня интенсивности L шума или звука, которая измеряется в безразмерных единицах белах (Б):

$$L = \lg\left(\frac{I}{I_0}\right),$$

где I – интенсивность звука в данной точке;

I_0 – интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости.

Интенсивность звука пропорциональна квадрату звукового давления, поэтому для уровня звукового давления можно записать:

$$L = \lg\left(\frac{P^2}{P_0^2}\right) = 2\lg\left(\frac{P}{P_0}\right).$$

Ухо человека реагирует на величину в 10 раз меньшую, чем бел, поэтому распространение получила единица децибел (дБ), равна 0,1 Б, тогда

$$L = 20\lg\left(\frac{P}{P_0}\right) /.$$

Уровнями интенсивности шума оперируют при выполнении акустических расчетов, а уровнями звукового давления – при измерении шума и оценке его воздействия на человека, так как наш орган слуха чувствителен не к интенсивности звука, а к среднеквадратичному давлению.

Неблагоприятное воздействие шума на человека зависит от уровня звукового давления, частотного диапазона шума и времени воздействия.

Источник шума можно представить в виде зависимостей уровней звукового давления от частоты (частотным спектром шума, или просто спектром). Спектры шумов могут быть линейчатыми (дискретными), сплошными и смешанными. Большинство источников шума на предприятиях имеют смешанный или сплошной спектр.

Таблица 9 – Уровни звукового давления различных источников шума

Источник шума	Звуковое давление, Па	Уровень звукового давления, дБ
Шепот на расстоянии 0,3 м	$2 \cdot 10^{-3}$	40
Речь средней громкости на расстоянии 1 м	$2 \cdot 10^{-2} \dots 1 \cdot 10^{-1}$	60...74
Металлорежущие, ткацкие и деревообрабатывающие станки (на рабочем месте)	$2 \cdot 10^{-1} \dots 2$	80...100
Пневмопрессы, пневмоклейка на расстоянии 1 м	$2 \cdot 10$	120
Реактивные двигатели на расстоянии 2...3 м от выхлопа	Свыше $2 \cdot 10^2$	Свыше 140

При измерении и анализе шумов, при проведении акустических расчетов, весь диапазон частот разбивают на полосы частот определенной ширины. Полоса частот, где отношение верхней граничной частоты f_2 к нижней f_1 равно 2, называется октавой. Если $\frac{f_2}{f_1} = \sqrt[3]{2} = 1,26$, то ширина полосы равна $\frac{1}{3}$ октавы. Для гигиенических целей шумы исследуют обычно в октавах, а для технических – в $\frac{1}{3}$ -октавных полосах частот. Характеристикой каждой полосы частот является среднегеометрическая частота $f_{сг}$, которая для октавы вычисляется по выражению $f_{сг} = \sqrt{f_1 f_2}$, а для $\frac{1}{3}$ октавы – по выражению $f_{сг} = \sqrt[3]{2 f_1}$.

Широкополосные шумы имеют непрерывный спектр шириной более одной октавы, а в спектре тональных шумов слышатся отдельные тона.

По временным характеристикам шумы делятся на постоянные (за 8 ч изменяется не более чем на 5 дБА) и непостоянные (за 8 ч меняется более чем на 5 дБА). Непостоянные шумы бывают колеблющиеся во времени, прерывистые и импульсные (длительность 1 с).

Звуки малой частоты человек воспринимает как менее громкие чем звуки большой частоты той же интенсивности. Введено понятие уровня громкости, который отсчитывается от условного нулевого порога. Единицей уровня громкости является фон. Он соответствует разности уровней интенсивности в 1 Б эталонного звука при частоте 1000 Гц. На частоте 1000 Гц уровни громкости (в фонах) совпадают с уровнями звукового давления (в децибелах). Уровень громкости является физиологической характеристикой звуковых колебаний. С помощью специальных физиологических исследований были построены кривые равной громкости, по которым можно определить уровень громкости любого звука с заданным уровнем звукового давления.

Шум является общебиологическим раздражителем и может влиять на все органы человека. Наиболее полно изучено влияние шума на слуховой орган человека. Ежедневное воздействие интенсивного шума приводит к *тугоухости*, т.е. постепенной потере слуха на оба уха. Первоначально тугоухость нас-тупает в области высоких частот (4000 Гц), а затем – в области низких частот.

При очень большом звуковом давлении может произойти разрыв барабанной перепонки. Наиболее вреден высокочастотный шум 1000...4000 Гц.

Шум вызывает повышенную утомляемость, общую слабость, раздражительность, апатию, ослабление памяти, потливость, остроту зрения, повышается внутричерепное давление, нарушаются функции желудочно-кишечного тракта, обменные процессы в организме и т.п.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) отмечает, что к шуму чувствительны такие операции, как слежение, сбор информации и мышление.

Нормы шума на рабочих местах регламентируются ГОСТ 12.1.003 – 83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

Для постоянных шумов нормирование ведется по предельному спектру шума. *Предельным спектром* называется совокупность нормативных уровней звукового давления в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Каждый предельный спектр обозначается цифрой, которая соответствует допустимому уровню шума (дБ) в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц. Например, ПС-85 означает, что в этом предельном спектре допустимый уровень шума в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц равен 85 дБ.

Для ориентировочной оценки ГОСТ допускает за характеристику постоянного шума на рабочем месте принимать уровень звука в дБА, измеряемой по шкале «А» шумомера и определяемой по формуле

$$L_A = 20 \lg \left(\frac{P_A}{P_0} \right),$$

где P_A – среднеквадратичное звуковое давление с учетом коррекции шумомера, Па;

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ – пороговое среднеквадратичное звуковое давление, Па.

Часто шум имеет непостоянный характер и для него введено понятие *эквивалентный* (по энергии) уровень звука $L_{\text{экв}}$, характеризующий среднее значение энергии звука в дБА.

Для широкополосного шума допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука приведены ниже.

Рабочие места	Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквив. уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Рабочие места и рабочие зоны в помещениях и на территории	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Стандарт предписывает зоны с уровнем звука выше 85 дБА обозначать специальными знаками, а работающих в этих зонах снабжать СИЗ. Стандарт запрещает даже кратковременное пребывание в зонах звукового давления свыше 135 дБ в любой октавной полосе.

Средства и методы защиты от шума

Классификация средств и методов защиты от шума приведена в ГОСТ 12.1.029 – 80 2 «ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация».

В первую очередь используются коллективные средства защиты. Они снижают шум в источнике его возникновения (более эффективный путь) и на пути его распространения (часто малоэффективный путь). Средства и методы защиты от шума: *архитектурно планировочные* (акустическое решение планировок зданий и планов объектов, рациональное размещение оборудования и рабочих мест, создание защитных зон); *акустические средства* (средства звукоизоляции, звукопоглощения, виброизоляции, демпфирования, глушители шума); *организационно-технические методы* (применение малозумных технологических процессов, дистанционное управление, совершенствование технологии ремонта, рациональный режим труда и отдыха).

Уменьшают шум тщательность изготовления и конструкция деталей, смазки, новые материалы, улучшением аэродинамических характеристик, звукоизоляцией и глушителями и т.п.

Глушители аэродинамического шума бывают абсорбционными (затухание шума в порах звукопоглощающего вещества), реактивными (использование эффекта отражения звука в результате образования «волновой пробки») и комбинированными. Реактивные глушители имеют соединенные между собой камеры, расширения и сужения, резонансные углубления, экраны и т.п.

Снижение шума за счет демпфирования (глушение) добиваются покрытием их излучающей поверхности демпфирующими материалами, имеющими большое внутреннее трение: мастики, специальные виды войлока, линолеума и др.

Звукоизоляция является наиболее эффективным методом снижения шума на пути его распространения. С помощью звукоизолирующих преград, отражающих звуковую волну, можно снизить уровень шума на 30...40 дБ. Однако звуковая энергия не только отражается от ограждения, но и проникает через него, что вызывает колебание ограждения, которое само становится источником шума. Чем больше поверхностная плотность ограждения, тем труднее его привести в колебательное состояние, следовательно, тем выше его звукоизолирующая способность: металлы, бетон, дерево, плотные пластмассы и т.п.

Изолирующую способность характеризуют *звукопроницаемостью* τ , это отношение звуковой энергии, прошедшей через ограждение, к падающей на него. Величина, обратная звукопроницаемости называется звукоизоляцией, (дБ), она связана со звукопроницаемостью зависимостью:

$$R = 10 \lg \left(\frac{1}{\tau} \right).$$

Величина звукоизоляции зависит: от размеров ограждений, его физико-механических характеристик, звукопоглощения в помещении и др., СНиП П-12-77.

Снижение шума методом звукоизоляции основано на переходе звуковых колебаний частиц воздуха в теплоту вследствие потерь на трение в порах звукопоглощающего материала. Чем больше звуковой энергии поглощается, тем меньше ее отражается обратно в помещение. Для снижения шума в помещении проводят его *акустическую обработку*, нанося звукопоглощающие материалы на внутренние поверхности, а также размещая в помещении штучные звукопоглотители.

Звукопоглощение характеризуется *коэффициентом звукопоглощения* α , представляющим собой отношение поглощенной звуковой энергии $E_{\text{погл}}$ к падающей $E_{\text{пад}}$:

$$\alpha = \frac{E_{\text{погл}}}{E_{\text{пад}}}$$

При $\alpha = 0$ вся энергия отражается без поглощения, при $\alpha = 1$ вся энергия поглощается (эффект «открытого окна»). α зависит от частоты звуковых волн и угла их падения на конструкцию.

Звукопоглощающие устройства бывают пористыми, пористоволокнистыми, с экраном, мембранные, слоистые, резонансные и объемные. Их эффективность определяется акустическими расчетами с учетом требований СНиП II-12-77. Для большего эффекта рекомендуется облицовывать не менее 60 % общей площади ограждающих поверхностей, а штучные звукопоглотители – располагать как можно ближе к источнику шума.

Акустическая обработка снижает уровень шума на 6...8 дБ, иногда и на 10...12 дБ. Она должна обязательно применяться в шумных цехах: вычислительных центрах, на машзаводах и др.

Шум можно снизить и методом «антизвука», т.е. созданием равного по величине и противоположного по фазе звука. В результате интерференции основного звука и «антизвука» в помещении можно создать зоны тишины.

СИЗ применяют, если коллективные средства защиты не обеспечивают снижение шума до допустимых уровней. СИЗ снижают уровень звука на 10...45 дБ, причем значительное глушение шума наблюдается в области высоких частот, которые наиболее опасны для человека. К ним относятся: противозумные наушники, противозумные шлемы и каски, костюмы и др.

Контрольные вопросы

1. Что такое шум? Какими параметрами характеризуется шум?
2. Опишите звуки, которые воспринимает слуховой орган человека. Порог слышимости. Болевой порог. Тугоухость.
3. Что такое децибел и октава?
4. Каковы средства и методы защиты от шума?
5. Назовите и опишите звукопоглощающие устройства.

Лекция 12. Ультразвук, его действие на организм человека, гигиеническое нормирование и принципы защиты. Инфразвук. Вибрация

План

1. Ультразвук, его диапазон, ультразвуковое давление, интенсивность и частота колебаний.
2. Применение ультразвука.
3. Инфразвук.
4. Вибрация, ее действие на организм человека и гигиеническое требование.
5. Обеспечение вибробезопасных условий труда.

Ультразвук – это механические колебания упругой среды, отличающиеся от звука более высокой частотой, свыше 20 кГц.

Диапазон частот ультразвука подразделяется: на низкочастотные колебания (от $1,2 \cdot 10^4$ до $1,0 \cdot 10^5$ Гц), распространяющиеся воздушным и контактным путем, и высокочастотные колебания (от $1,0 \cdot 10^5$ до $1,0 \cdot 10^9$ Гц), распространяющиеся только контактным путем.

Ультразвук характеризуется ультразвуковым давлением (Па), интенсивностью (Вт/м^2) и частотой колебаний (Гц).

Ультразвук поглощается различными средами, причем тем больше, чем выше их частота. Низкочастотный звук хорошо распространяется в воздухе, а высокочастотный – практически не распространяется. В упругих средах (металл, вода и др.) ультразвук мало поглощается и способен распространяться на большие расстояния, практически не теряя энергии. Поглощение ультразвука сопровождается нагреванием среды.

Ультразвуковые колебания могут распространяться направленными пучками, названными *ультразвуковыми лучами*. Они на малой поверхности создают очень большое ультразвуковое давление, что используют для очистки и механической обработки деталей, сварки, пайки, дефектоскопии, гидролокации, ускорения химических процессов и др. Ультразвук применяют и в медицине для лечения заболеваний позвоночника, суставов, периферической нервной системы и т.п.

Воздействие от работы мощных установок может привести к поражению периферической нервной и сосудистой систем человека в местах контакта (вегетативные полиневриты, мышечная слабость пальцев, кистей и предплечья).

Основными документами, регламентирующими безопасность при работе с ультразвуком, являются «Санитарные нормы и правила при работе на промышленных ультразвуковых установках», а также ГОСТ 12.1.001-83 «ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности» и ГТСТ 12.2-051-80 «ССБТ. Оборудование технологическое ультразвуковое. Требования безопасности».

Допустимые уровни ультразвукового давления нормируются в $1/3$ -октавных полосах частот и не должны превышать значений:

Среднегеометрическая частота третьоктавных полос, кГц	Уровни звукового давления, дБ
12,5	80
16,0	90
20,0	100
25,0	105
31,5...100,0	110

Допустимые уровни ультразвука в зонах контакта рук и других частей тела оператора с рабочими органами приборов и установок не должны превышать 110 дБ. Контроль уровня звукового давления нужно производить после установки оборудования, его ремонта и периодически в процессе эксплуатации не реже одного раза в год.

Для коллективной защиты от воздействия ультразвука можно использовать направления: уменьшение вредного излучения ультразвуковой энергии в источнике ее возникновения; локализацию действия ультразвука конструктивными и планировочными решениями; проведение организационно профилактических мероприятий.

Для уменьшения вредного излучения звуковой энергии в источнике рекомендуется повышать рабочие частоты источников ультразвука, что обеспечивает уменьшение интенсивности ультразвука.

Для локализации ультразвука обязательным является применение звукоизолирующих кожухов, полужоухов, экранов. Но лучше ультразвуковые установки размещать в отдельных помещениях, кабинетах, облицованных звукоизолирующими материалами. Воздействие ультразвука исключается и при дистанционном управлении.

В качестве СИЗ применяются противошумы (ГОСТ 12.4.051-78).

Инфразвук

Инфразвук – механические колебания упругой среды с частотами менее 20 Гц; в воздухе он мало поглощается и поэтому способен распространяться на большие расстояния. Инфразвук характеризуется звуковым давлением (Па), интенсивностью ($Вт/м^2$), частотой колебаний (Гц). Уровни его интенсивности и ультразвукового давления выражаются в дБ. Землетрясения, извержения вулканов, морские бури сопровождаются излучением ультразвука. При работе тихоходных крупногабаритных машин и механизмов (компрессоров, дизельных двигателей, электровозов, вентиляторов, турбин, реактивных двигателей и др.) образуется инфразвук механического происхождения. Инфразвук аэродинамического происхождения возникает при турбулентных процессах в потоках газов или жидкостей.

Инфразвук как физическое воздействие оказывает влияние на весь организм человека: понижает слуховую чувствительность на всех частотах, возникает утомление, головная боль, головокружение, снижается острота

зрения и слуха, нарушается периферическое кровообращение, появляется чувство страха и т.п.

Низкочастотные колебания с уровнем инфразвукового давления свыше 150 дБ совершенно не переносятся человеком.

Наиболее опасна частота 7 Гц в связи с возникновением резонансных явлений в организме, так как возможно совпадение с α -ритмом биотоков мозга.

В соответствии с СН 22-74-80 уровни инфразвукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц не должны превышать 105 дБ, а в полосе с частотой 32 Гц – 102 дБ.

Борьба с инфразвуком такая же как и борьба с шумом.

Вибрация, ее действие на организм человека и гигиеническое требование.

Вибрация – это колебательный процесс, связанный со смещением центра тяжести какого-либо тела от положения равновесия. Колебания при вибрации являются сложными, им свойственна аperiodичность, часто носят импульсивный или толчкообразный характер.

Вибрацию, действующую по синусоидальному закону, характеризуют *амплитудой смещения* (наибольшее смещение колеблющейся точки от положения равновесия), *колебательной скоростью* (максимальное из значений скорости колеблющейся точки), *колебательное ускорение* (максимальное из ускорений колеблющейся точки), частотой.

При частоте больше 16...20 Гц вибрация сопровождается шумом.

Человек начинает ощущать вибрацию при колебательной скорости примерно равной $1 \cdot 10^{-4}$ м/с, а при скорости 1 м/с возникают болевые ощущения.

Различают локальную (местную) вибрацию, передающуюся через руки человека, и общую, передающуюся на тело сидящего или стоящего человека через опорные поверхности тела. На практике имеет место сочетание этих вибраций.

Общая вибрация может быть трех категорий:

- 1 – транспортная вибрация, действующая при движении;
- 2 – транспортно-технологическая вибрация, действующая при ограниченном перемещении,
- 3 – технологическая вибрация передающаяся на рабочие места.

Частоты внутренних органов человека лежат в области 6...9 Гц, поэтому резонансные частоты являются опасным и ведут к «вибрационной болезни». Локальная вибрация (клепка, срубка, бурение) вызывает различную степень сосудистых, нервно-мышечных, костно-сосудистых и других нарушений.

Основным нормативом в области вибрации является ГОСТ 12.1.012-78 «ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности».

Методы гигиенической оценки вибрации:

- частотный (спектральный) анализ нормируемого параметра;
- интегральный – по частоте нормируемого параметра;

– по дозе вибрации.

При *частотном* (спектральном) *анализе* нормируемыми параметрами являются средние квадратичные значения виброскорости V или виброускорения a для локальной вибрации в октавных полосах частот, а для общей вибрации в октавных или $1/3$ - октавных полосах частот.

Логарифмические уровни виброскорости L_v (дБ) определяются по выражению

$$L_v = 20 \lg \frac{v}{5 \cdot 10^{-8}},$$

где v – среднее квадратичное значение виброскорости, м/с.

При использовании метода интегральной оценки вибрации по частоте нормируемым параметром является скорректированное значение контролируемого параметра \tilde{U} (виброскорости или виброускорения), измеренное с помощью специальных фильтров или вычисляемое по формулам, приведенным в ГОСТ 12.1.012-78.

При оценке вибрации *дозой* нормируемым параметром является эквивалентное скорректированное значение $U_{\text{экв}}$, определяемое по выражению

$$U_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{D}{t}},$$

где D – доза вибрации, которая вычисляется по выражению

$$D = \int_0^1 \tilde{U}^2(\tau) d\tau,$$

где $\tilde{U}(\tau)$ – мгновенное скорректированное значение параметра вибрации в момент времени τ , получаемое с помощью корректирующего фильтра с характеристикой в соответствии с таблицей, приведенной в стандарте;

t – время воздействия вибрации за рабочую смену.

Обеспечение вибробезопасных условий труда.

Вибробезопасными называются условия труда, при которых вибрация не оказывает на работающего неблагоприятного воздействия.

Вибробезопасные условия труда обеспечиваются:

- применением вибробезопасных машин;
- применением средств виброзащиты, снижающих вибрацию на путях ее распространения;
- проектированием производственных помещений и технологических процессов;
- своевременным ремонтом и контролем;
- режимами труда и отдыха.

Классификация методов и средств приведена в ГОСТ 12.4.046-78.

Виброопасными считаются машины, которые хотя бы при одном из режимов эксплуатации генерируют вибрации, требующие мероприятий и средств по защите работающих.

Снижение вибрации:

- уменьшение динамических процессов, вызываемых ударами, резкими ускорениями;
- устранение дисбаланса вращающихся масс;
- исключение виброопасных технологических процессов;
- установление рациональных режимов труда и отдыха;
- применение СИЗ для рук, ног.

Контрольные вопросы

1. Что такое вибрация?
2. Как действует вибрация на организм человека?
3. Какие существуют категории вибрации?
4. Какими способами обеспечиваются вибробезопасные условия труда?
5. Основные способы снижения вибрации.

Лекция 13. Обеспечение электробезопасности. Действие электрического тока на организм человека

План

1. Электротравмы.
2. Тяжесть поражения электрическим током. Зависимость от целого ряда факторов: роль силы тока, электрического сопротивления тела человека и длительности протекания через него тока, рода и частоты тока, индивидуальных свойств человека и условий ОС.
3. Действие электрического тока на организм человека.
4. Предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и тока.
5. Классификация электроустановок и помещений по электробезопасности.
6. Основные причины несчастных случаев.

Электрические установки представляют большую опасность для человека. Органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличия электрического напряжения на оборудовании. Количество электротравм на производстве невелико и составляет 0,5...1 % от общего числа травм. Среди причин смертельных несчастных случаев на долю электротравм приходится 20...40 %.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического (нагрев тканей и биологических сред), электролитического (разложение крови и плазмы) и биологического (раздражение и возбуждение нервных волокон и др. органов тканей организма) воздействий. Любое из этих воздействий может привести к электрической травме, т.е. повреждению организма, вызванному воздействием электрического тока или электрической дуги. Различают *местные электротравмы и электрические удары*. В 55 % травмы носят смешанный характер.

К *местным электротравмам* относят электрический ожог (результат теплового воздействия электрического тока в месте контакта); электрический знак (специфическое поражение кожи, вызванное, главным образом, действием тока), металлизацию кожи частицами расплавленного под действием электрической дуги металла; электроофтальмию (воспаление наружных оболочек глаз из-за воздействия ультрафиолетовых лучей электрической дуги); механические повреждения (разрывы кожи, вывихи, переломы костей), вызванные непроизвольным сокращением мышц под действием тока.

Электрический удар ведет к очень серьезным поражениям организма человека, вызванным возбуждением живых тканей тела электрическим током и сопровождающимся судорожным сокращением мышц. В зависимости от возникающих последствий электрические удары делят на 4 степени:

I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;

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

IV – состояние клинической смерти.

Тяжесть поражения электрическим током зависит от целого ряда факторов: значения силы тока, электрического сопротивления тела человека и длительности протекания через него тока, рода и частоты тока, индивидуальных свойств человека и условий ОС.

Основным фактором, обуславливающим степень поражения человека, является *сила тока*. Установлены три критерия воздействия электрического тока на человека: *пороговый осязаемый ток* (наименьшее значение тока, вызывающие осязаемые раздражения в организме); *пороговый неотпускающий ток* (наименьшее значений силы тока, вызывающего судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник) и *пороговый фибрилляционный ток* (наименьшее значение силы электрического тока, вызывающего при прохождении через тело человека фибрилляцию сердца). *Фибрилляцией* называются хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы, полностью нарушающие ее работу как насоса. При протекании тока по пути «рука-рука» или «рука-ноги» значение силы тока следующие:

Род тока	Пороговый осязаемый ток, мА	Пороговый неотпускающий ток, мА	Пороговый фибрилляционный ток, мА.
Переменный ток Частотой 50 Гц	0,5...1,5	6...10	80...100
Постоянный ток	5,0...7,0	50...80	300

Эти значения тока условны, так как у одного человека они могут вызвать слабые ощущения, у другого – могут быть неотпускающими. Это зависит от состояния нервной системы, физического развития человека. Для женщин пороговые значения тока примерно в 1,5 раза ниже, чем для мужчин.

На исход поражения сильно влияет *сопротивление тела человек*, которое изменяется в очень больших пределах. Наибольшим сопротивлением обладает верхний слой кожи толщиной около 0,2 мм, состоящий из мертвых ороговевших клеток. Удельное электрическое сопротивление сухой кожи составляет $3 \cdot 10^3 \dots 2 \cdot 10^4$ Ом·м, а спинномозговой жидкости – 0,5...0,6 Ом·м. Общее электрическое сопротивление тела человека при сухой, чистой и неповрежденной коже, измеренное при напряжении до 15...20 В, находится в пределах 3...1000 кОм и больше; сопротивление внутренних тканей тела – 300...500 Ом. При расчетах по электробезопасности сопротивление тела человека принимают равным 1 кОм.

Длительность протекания тока через тело человека влияет на уменьшение сопротивления кожи, более вероятным становится поражение сердца и накапливаются другие отрицательные последствия. Например, для переменного тока частотой 50 Гц предельно допустимый ток при продолжительности воздействия 0,1 с составляет 500 мА, а при воздействии в течение 1 с – уже 50 мА (ГОСТ 12.1.038-82).

Существенное значение имеет и путь тока через тело человека. Например, число травм с потерей сознания при прохождении по пути «рука – ноги» составляют 87 %; по пути «нога – нога» - 15 %.

Степень поражения зависит также от рода и частоты тока. Наиболее опасным является переменный ток частотой от 20 до 1000 Гц. Переменный ток опаснее постоянного, но это характерно только для напряжений до 250...300 В; при больших напряжениях опаснее становится постоянный ток.

Индивидуальные свойства человека и состояние ОС оказывают заметное влияние на тяжесть поражения. Заболевания человека: болезни кожи, сердечно-сосудистой системы, легких, нервные болезни и др. делают его более восприимчивым к электрическому току. Поэтому к обслуживанию электроустановок допускаются лица, прошедшие специальный медицинский осмотр.

Предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и тока..

Напряжением прикосновения называется напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек (ГОСТ 12.1.009-76). ПДУ напряжений прикосновения установлены ГОСТ 12.1.038-82 для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам.

Напряжения прикосновения $U_{пр}$ и сила тока I , протекающего через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать следующих значений:

Род тока	$U_{пр}$ В. Не более	I , мА, не более
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	8	1

В ГОСТ 12.1.038-82 приведены также ПДУ напряжений прикосновения и токов при аварийных режимах производственных электроустановок

напряжением до 1000 В с глухозаземленной или изолированной нейтралью и выше 1000 В с изолированной нейтралью.

ПДУ силы тока, протекающего через тело человека при продолжительности воздействия свыше 1 с, соответствуют отпускающим (переменным) и неболевым (постоянным) токам. Такие токи (6 мА переменного с частотой 50 Гц и 15 мА для постоянного) позволяют человеку самостоятельно освободиться от токоведущих частей. Их можно считать длительно допустимыми, если отсутствуют обстоятельства, усугубляющие опасность.

Классификация электроустановок и помещений по электробезопасности.

Электроустановки – это машины, аппараты, линии и вспомогательное оборудование, служащее для трансформации, передачи, распределении электрической энергии, а также сооружения и здания, в которых они установлены.

С точки зрения мер безопасности электроустановки разделяются на электроустановки напряжением выше 1000 В в сетях с эффективно заземленной нейтралью (с большими токами замыкания на землю); электроустановки напряжением выше 1000 В в сетях с изолированной нейтралью (с малыми токами замыкания на землю); электроустановки напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью; электроустановки напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью.

Заземленной нейтралью называется нейтраль генератора или трансформатора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление.

Изолированной нейтралью называется нейтраль трансформатора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через приборы сигнализации, измерения, защиты, заземляющие дугогасящие реакторы и подобные устройства, имеющие большое сопротивление.

В зависимости от условий, повышающих или понижающих опасность поражения человека электрическим током, ПУЭ делят все помещения на:

Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырости (относительная влажность воздуха превышает 75 %); высокой температуры (температура воздуха длительно превышает 35 °С); токопроводящей пыли (угольной, металлической); токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т.п.); возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землей металлическим элементам технологического оборудования или металлоконструкциям здания и металлическим корпусам электрооборудования.

Особо опасные помещения, где высокая относительная влажность воздуха (близкая к 100 %) или химически активная среда, разрушающая изоляцию электрооборудования, или одновременно имеются два или более условий, соответствующих помещениям с повышенной опасностью;

Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют все указанные выше условия.

Опасность поражения электрическим током существует всюду, где используются электроустановки, поэтому нельзя говорить о безопасных помещениях.

Анализ условий поражения человека электрическим током.

Поражение человека электрическим током может произойти в следующих случаях:

1) при однофазном (однополюсном) прикосновении не изолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;

2) при одновременном соприкосновении человека с двумя неизолированными частями (фазами, полюсами) электроустановок, находящихся под напряжением;

3) при приближении человека, не изолированного от земли, на опасное расстояние к токоведущим, не защищенным изоляцией частям электроустановок, находящихся под напряжением;

4) при прикосновении человека, не изолированного от земли, к нетоковедущим металлическим частям (корпусам) электроустановок, находящихся под напряжением из-за замыкания на корпус;

5) при соприкосновении человека с двумя точками земли (грунта), находящимися под разными потенциалами в поле растекания тока (включение под «напряжение шага»);

б) при действии атмосферного электричества во время разряда молнии;

7) из-за действия электрической дуги;

8) при освобождении другого человека, находящегося под напряжением.

Электрическим замыканием на корпус называется случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетоковедущими частями электроустановки.

Поражение человека при случайном прикосновении к токоведущим частям электрической сети зависит от схемы прикосновения человека, напряжения сети, схемы самой сети, режима нейтрали сети, качества изоляции токоведущих частей от земли, емкости токоведущих частей относительно земли и т.п.

Наибольшую опасность представляет двухфазное (двухполюсное) прикосновение, так как в этом случае человек оказывается под рабочим напряжением чети, и проходящий через него ток будет равен:

1) в сети постоянного тока или однофазной сети:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{раб}}}{R_{\text{ч}}},$$

где $U_{\text{раб}}$ – рабочее напряжение сети;

$R_{\text{ч}}$ – сопротивление человека;

2) в трехфазной сети

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{ч}}} = \frac{\sqrt{3}U_{\text{ф}}}{R_{\text{ч}}},$$

где $U_{л}$ – линейное напряжение сети;

$U_{ф}$ – фазное напряжение сети.

В этом случае значение проходящего через тело человека тока зависит только от напряжения сети и сопротивления человека.

При прикосновении к однофазным (однополюсным) токоведущим частям человек оказывается под напряжением, не превышающем фазного напряжения.

В трехфазной трехпроводной сети напряжением до 1000 В при условии ее малой протяженности емкостным сопротивлением изоляции можно пренебречь и ток, проходящий через человека будет равен:

$$I_{ч} = \frac{3U_{ф}}{3R_{ч} + r_{из}},$$

где $r_{из}$ – сопротивление изоляции фаз относительно земли.

Сеть с заземленной нейтралью характеризуется тем, что нейтральная точка источника питания соединена с землей через малое сопротивление R_0 .

Ток, проходящий через человека, коснувшегося фазы в такой сети, практически не зависит от состояния изоляции и определяется выражением:

$$I_{ч} = \frac{U_{ф}}{R_{ч} + R_0}.$$

Так как R_0 мало, то выражение примет вид:

$$I_{ч} = \frac{U_{ф}}{R_{ч}}.$$

При аварийных режимах сети (замыкание на корпус или замыкании на землю) условия изменяются.

В сетях с напряжением выше 1000 В опасность однофазного и двухфазного соприкосновения практически одинакова и опасна для жизни.

Шаговое напряжение – это напряжение между двумя точками цепи на расстоянии шага (0,8 м) и на которых одновременно стоит человек (ГОСТ 12.1.009-76). Такой случай может возникнуть, если человек окажется в зоне растекания тока, которая образуется вокруг любого проводника, оказавшегося на земле или в земле. Наибольший электрический потенциал будет в месте соприкосновения проводника с землей. По мере удаления от этого места потенциал поверхности грунта уменьшается и на расстоянии, около 20 м, может быть принят равным нулю. Протекание тока по пути «нога-нога» менее опасно, чем по пути «рука-ноги». Известны несчастные случаи воздействия шагового напряжения. Поражение при этом усугубляется тем, что из-за судорожных сокращений мышц ног человек падает, после чего

цепь тока замыкается вдоль тела через жизненно важные органы. Кроме того, рост человека больше его шага и это обуславливает большую разность потенциалов.

Основные причины несчастных случаев:

- 1) случайное прикосновение;
- 2) неисправность защитных средств;
- 3) появление напряжения на металлических частях оборудования;

- 4) появление напряжения на отключенных частях оборудования;
- 5) возникновение шагового напряжения.

Контрольные вопросы

1. Какие виды биологических воздействий оказывает электрический ток на организм человека?
2. По какому пути протекание тока менее опасно: по пути «нога-нога» или «рука-ноги»?
3. Перечислите случаи, при которых произойдет поражение электрическим током.
4. Чем отличается заземление от зануления?
5. Каковы предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и тока?

Лекция 14. Обеспечение электробезопасности. Первая помощь пораженному электрическим током

План

1. Способы обеспечения электробезопасности.
2. Защитное заземление и зануление.
3. Конструкцией установок.
4. Применение технических способов и средств защиты.
5. Организационные и технические мероприятия (ГОСТ 12.1.009-76).

Конструкция электроустановок должна соответствовать условиям их эксплуатации и обеспечивать защиту персонала от соприкосновения с токоведущими и движущимися частями, а оборудования – от попадания внутрь посторонних твердых тел и воды.

Основными техническими способами и средствами защиты от поражения электрическим током, используемыми отдельно или в сочетании друг с другом, являются: защитное заземление; зануление; выравнивание потенциалов; малое напряжение; электрическое разделение сетей; защитное отключение; изоляция токоведущих частей (рабочая, дополнительная, усиленная, двойная); компенсация токов замыкания на землю; оградительные устройства; предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности; изолирующие защитные и предохранительные приспособления.

Наиболее распространенными техническими средствами защиты являются защитное заземление и зануление.

Защитным заземлением называется преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением (ГОСТ 12.1.009-76). Защитному заземлению или занулению подлежат металлические части электроустановок, доступные для прикосновения человека и не имеющие других видов защиты, обеспечивающих электробезопасность. Защитное заземление или зануление выполняют: во всех случаях при переменном

номинальном напряжении 380 В и выше и постоянном напряжении 440 В и выше; в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках при номинальном переменном напряжении от 42 до 380 В и постоянном – 110...440 В. Таким образом, электроустановки напряжением до 42 В переменного и до 110 В постоянного тока не требуют защитного заземления и зануления, за исключением некоторых случаев, специально оговоренных ПУЭ.

Областью применения защитного заземления являются трехфазные трехпроводные сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и сети напряжением выше 1000 В с любым режимом нейтрали.

Заземляющее устройство состоит из заземлителя (одного или нескольких металлических элементов, погруженных на определенную глубину в грунт) и заземляющих проводников, соединяющих заземляемое оборудование с заземлителем. Заземляющие устройства делятся на выносные и контурные. Заземлители *выносного заземляющего устройства* располагаются на некотором удалении от заземляемого оборудования. *Контурное заземляющее устройство*, заземлители которого располагаются по контуру вокруг заземляемого оборудования на небольшом расстоянии друг от друга (несколько метров), обеспечивают лучшую степень защиты.

Заземлители бывают естественными и искусственными. Естественными заземлителями могут быть находящиеся в земле электропроводящие (металлические и железобетонные) части коммуникаций.

Заземление должно удовлетворять требованиям в ПУЭ и ГОСТ 12.1.030-81 «ССТБ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление».

В электроустановках переменного тока напряжением до 1000 В в сети с изолированной нейтралью или изолированным выводом источника однофазного тока сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом. Если мощность источника питания (трансформаторов, генераторов) составляет менее 100 кВА, то сопротивление заземляющего устройства может достигать 10 Ом, но не более.

Занулением называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических токоведущих частей, которые могут оказаться под напряжением (ГОСТ 12.1.009-76).

Зануление применяется в трехфазной сети с заземленной нейтралью напряжением до 1000 В. Это сети 220/127, 380/220, 660/380 В. В таких сетях нейтраль источника тока (генератора или трансформатора) присоединена к заземлителю с помощью заземляющего проводника. Заземлитель располагается около стены здания.

В сети с занулением нужно различать нулевой защитный проводник (НЗ) и нулевой рабочий проводник (НР). *Нулевым защитным проводником* называется проводник, соединяющий зануляемые части с заземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом. *Нулевым рабочим проводником* используют для питания током электроприемников и тоже соединяют с заземленной нейтралью трансформатора или генератора.

Защита человека от поражения электрическим током в сети с занулением осуществляется тем, что при замыкании одной из фаз на зануленный корпус в цепи этой фазы возникает ток короткого замыкания, который воздействует на токовую защиту (плавкий предохранитель, автомат), в результате чего происходит отключение аварийного участка от цепи. Кроме того, еще до срабатывания защиты ток короткого замыкания вызывает перераспределение напряжений в сети, приводящее к снижению напряжения корпуса относительно земли. Таким образом, зануление уменьшает напряжение прикосновения и ограничивает время, в течение которого человек, прикоснувшийся к корпусу, может попасть под действие напряжения.

В сети с занулением нельзя применять заземление отдельных электроприемников, не присоединив их прежде к нулевому защитному проводнику. В противном случае при замыкании фазы на заземленный, но не присоединенный к нулевому защитному проводу корпус образуется цепь тока через заземление этого корпуса и заземление нейтрали источника тока.

Если зануленный корпус одновременно заземлен, то это только улучшает условия безопасности, так как обеспечивает дополнительное заземление нулевого защитного провода.

Защитным отключением называется быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током (ГОСТ 12.1.009-76).

Принцип защиты человека в этом случае заключается в ограничении времени протекания через тело человека опасного тока. Устройство защитного отключения (УЗО) постоянно контролирует сеть и при изменении ее параметров, вызванном подключением человека в сеть, отключает сеть или ее участок. Все УЗО состоят из датчика, преобразователя и исполнительного органа. Существуют УЗО, реагирующие на ток нулевой последовательности (на несимметрию фазных токов утечки); на напряжение нулевой последовательности (на несимметрию напряжений фаз относительно земли); на токи напряжения оперативных источников питания; на напряжение корпуса электроустановки относительно земли.

Организационные и технические мероприятия по обеспечению электробезопасности (ГОСТ 12.1.019-79) заключаются в соответствующем обучении, инструктаже и допуске к работе с электроустановками лиц, прошедших медицинское освидетельствование; выполнении ряда технических мер при проведении работ с отключением напряжения в действующих электроустановках или вблизи них (запирание проводов, снятие предохранителей, отсоединение концов питающих линий; установка ограждений и знаков безопасности; наложение заземлений и т.п.); соблюдения особых требований при работах на токоведущих частях, находящихся под напряжением, или вблизи них (выполнение работ по наряду не менее чем двумя лицами, организация надзора за проведением работ, применение электрозащитных средств и т.п.).

Электрозащитные средства и предохранительные приспособления

Электрозащитные средства – это переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля (ГОСТ 12.1.009-76).

По своему назначению средства защиты условно разделяют на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие средства защиты предназначены для изоляции человека от частей электроустановок, находящихся под напряжением, и от земли, если человек одновременно касается земли или заземленных частей электроустановок и токоведущих частей или металлических оказавшихся под напряжением корпусов электрооборудования.

Существуют основные и дополнительные изолирующие средства. *Основные изолирующие средства* имеют изоляцию, предназначенную для того, чтобы длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановки, поэтому с их помощью разрешено касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Основными изолирующими защитными средствами для электроустановок напряжением до 1000 В служат: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, указатели напряжения.

Дополнительные изолирующие средства обладают недостаточными изолирующими свойствами и предназначены только для усиления защитного действия основных средств, вместе с которыми они должны применяться. К ним относятся: (до 1000 В) – диэлектрические галоши, коврики, изолирующие подставки; при работах с напряжением свыше 1000 В – диэлектрические перчатки, боты, коврики, изолирующие подставки.

Все изолирующие средства защиты должны периодически подвергаться электрическим испытаниям.

Ограждающие защитные средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей, находящихся под напряжением (щиты, барьеры, ограждения-клетки и др.).

Вспомогательные защитные средства служат для защиты персонала от случайного падения с высоты (предохранительные пояса); для обеспечения безопасного подъема на высоту (когти, лестницы), для защиты от световых, тепловых, механических и химических воздействий электрического тока (защитные очки, щитки, рукавицы и др.).

Оказание первой помощи пораженному электрическим током

Доврачебную помощь нужно начать немедленно, одновременно вызвав медицинскую помощь.

Освободить пострадавшего от действия электрического тока, не прикасаясь при этом к пострадавшему. При этом надо воспользоваться канатом, палкой и другими предметами, не проводящими электрический ток.

Можно обмотать руки каким-нибудь диэлектриком. Рекомендуется действовать одной рукой.

При напряжении в сети свыше 1000 В освобождать пострадавшего надо при помощи штанги, изолирующих клещей. Следует помнить об опасности шагового напряжения, если провод лежит на земле. Если пострадавший касается одного провода, то часто достаточно заземлить только этот провод.

Если пострадавший в сознании, нужно обеспечить ему покой, не разрешая ему двигаться до прибытия врача. Но если пострадавший дышит очень редко и судорожно, но прощупывается пульс, надо делать искусственное дыхание по способу «изо рта в рот» или «изо рта в нос».

При отсутствии дыхания и пульса, расширенных зрачках и нарастающей синюшности кожи и слизистых оболочек нужно делать искусственное дыхание и непрямой (наружный) массаж сердца.

Если пострадавший касается одного провода, то часто достаточно заземлить этот провод. Оказывать помощь надо до прибытия врача, известны случаи, когда искусственное дыхание и массаж сердца, проводимые в течение 3...4 часов, возвращали пострадавших к жизни.

Контрольные вопросы

1. Что такое «заземление»?
2. Что такое «зануление»?
3. Какие способы искусственного дыхания?
4. Назовите основные и дополнительные изолирующие средства.
5. В чем заключаются организационные и технические мероприятия по обеспечению электробезопасности.

Лекция 15. Основы обеспечения пожаро-и взрывобезопасности промышленных объектов

План

1. Горение. Основные стадии процесса. Пожар.
2. Горючесть веществ.
3. Три состояния горючих веществ: твердое, жидкое и газообразное.
4. Температурные режимы горения.
5. Причины пожаров и взрывов на производстве.

Процессы горения, пожары и взрывы.

Горение – это процесс быстрого химического превращения, при котором выделяется много теплоты и света (пламени).

Процессы горения – это процессы окисления, а реакции могут быть как соединения, так и разложения.

Важны процессы горения как результат окисления горючего вещества кислородом воздуха. Для начала горения необходим источник зажигания (импульса). Горение бывает полное и неполное. Полное горение протекает при избытке кислорода, неполное – при недостатке. При этом, в зависимости от состава горючего, могут образовываться и токсичные вещества. Процесс горения: источника поджигания разогревает горючее до начала протекания

экзотермической реакции окисления. Затем, за счет выделяющейся теплоты, разогреваются соседние слои, происходит их горение.

Иногда пламя в веществе распространяется со скоростью, больше скорости звука, происходит детонация, а затем взрыв. Взрыв – это быстрое превращение вещества, сопровождающееся выделением энергии и сжатых газов, способных совершать работу.

Горение бывает гомогенным и гетерогенным.

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Опасные факторы пожара: открытый огонь, искры, температура воздуха, токсичные продукты, дым, обрушения, взрывы.

Показатели пожаро-и взрывоопасности веществ.

Горючие вещества находятся в твердом, жидком и газообразном состоянии. Считают, что газы – это вещества, абсолютное давление паров которых при температуре 50 °С 300 кПа и выше; жидкости – вещества с температурой плавления не более 50 °С; твердые вещества – температура плавления больше 50 °С; пыли – дисперсные системы с размером частиц менее 850 мкм.

По горючести все вещества подразделяются на негорючие, трудногорючие и горючие.

Негорючие – это вещества, не способные гореть до температуры 900 °С.

Трудногорючие – вещества, способные загораться под действием источника зажигания в воздухе, но не способные к самостоятельному горению.

Горючие – вещества способные загораться в воздухе от источника зажигания и гореть после его удаления.

Следует иметь в виду, что в компактном состоянии, некоторые металлы относятся к негорючим (Al, Be, Ni, Cu), а в тонкодисперсном состоянии способны к возгоранию уже при температуре ниже 900 °С.

Горючие вещества подразделяются на три группы: *легковоспламеняющиеся* – легко воспламеняются от кратковременного воздействия источника с низкой энергией (это как правило горючие жидкости, интенсивно горят, образуют паровоздушные смеси, плохо тушатся водой, их температура вспышки в закрытом тигле выше 61 °С); *средней воспламеняемости* – воспламеняются от длительного воздействия источника зажигания с низкой энергией; *трудновоспламеняющиеся* – воспламеняются от мощного источника зажигания.

Температура вспышки – наименьшая температура, при которой пары или газы над поверхностью горючего вещества, способные вспыхнуть от источника зажигания, но скорость образования их недостаточна для устойчивого горения.

Температура воспламенения – при данной температуре газов и паров достаточно для устойчивого горения.

Температура самовоспламенения – самая низкая температура горючего, при которой идет резкое увеличение скорости процесса окисления, т.е.

возникает пламенное горение. При этом количество теплоты процесса окисления больше отдачи теплоты в ОС.

Стандартная температура самовоспламенения – наименьшая температура смеси газов и паров жидкости с воздухом, при которой она воспламеняется без внешнего зажигания (ГОСТ 13920 -68 и ГОСТ 12.1.017-80).

Смесь горючих веществ с окислителем способна гореть лишь при определенном содержании в ней горючего. Нижним (верхним) концентрационным пределом воспламенения – это минимальное (максимальное) содержание горючего в смеси горючее вещество – окислительная среда, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания. Однако существуют области негорючих концентраций газов и паров, в которых мала возможность возникновения пожара. Повышение температуры, давления горючей смеси расширяет область воспламенения. На концентрационные пределы воспламенения влияет мощность источника поджигания и направление распространения пламени. Меньшие значения наблюдаются если пламя идет снизу вверх.

Температурными пределами воспламенения – такие температуры горючего вещества, при которых его насыщенные пары с окислителем, образуют концентрации, равные нижнему или верхнему пределам воспламенения.

Температурой самовозгорания – самая низкая температура, при которой в веществе возникают экзотермические процессы, способные вызвать самовозгорание.

Минимальной энергией зажигания – наименьшее значение энергии электрического разряда, достаточной для воспламенения наиболее легковоспламеняющейся смеси газов, пара или пыли с воздухом.

Минимальным взрывоопасным содержанием кислорода называется концентрация его в горючей смеси, ниже которой воспламенение и горение горючей смеси становится невозможным при любой концентрации горючего в смеси. Для этого используют флегматизаторы (разбавители) и для обеспечения взрывоподавления, и для расчетов безопасных газовых и пылегазовых смесей.

Давление взрыва определяется по формуле:

$$P_{\text{взр}} = \frac{P_0 T_{\text{взр}} a_r}{T_0 a_g},$$

где P_0 – начальное давление в газовой смеси, МПа;

T_0 – начальная температура газовой смеси, К;

$T_{\text{взр}}$ – температура взрыва, К;

a_r – количество газов до взрыва, моль;

a_g – количество газов после взрыва, моль.

Существует еще много показателей пожаро-и взрывоопасности: КБ (кислородный баланс), температура тления, скорость выгорания (дефлаграция), коэффициент дымообразования и др. ГОСТ 12.1.017-80.

Причины пожаров и взрывов на производстве.

Опасность представляют емкости, не заполненные до предела, которые содержат горючие вещества. В этом случае над горючей жидкостью имеется пространство, заполненное паровоздушной смесью, которая может оказаться взрывоопасной, в случае, если температура жидкости находится между верхним и нижним температурными пределами воспламенения.

Очень опасна смесь горючего газа и воздуха или кислорода. При иницировании она может взрываться.

Большую опасность представляет паровоздушная смесь пыли или, например, муки. Некоторые осевшие пыли способны к самовозгоранию. Даже известны случаи, когда мельницы взрывались от искры, если в воздухе много мелкодисперсной муки, частицы которой несли электростатический заряд.

Остановка и пуск аппарата опасна, если его внутренний объем содержит горючий газ или пар.

Для возникновения пожара или взрыва кроме горючей среды необходим источник энергии – импульс или источник зажигания (воспламенения). Температура открытого пламени от 700 до 1500 °С и оно почти во всех случаях вызывает зажигание горючей смеси.

Возникает опасность зажигания *искрой* (точечный источник), если энергия искры больше минимальной энергии зажигания горючей смеси. Искры возникают при разряде статического электричества, в канале электрического разряда, от удара, искры от трения.

Курение в недозволенных местах – распространенный источник пожаров.

Перегрузка сетей и устройств влечет за собой сильный разогрев токоведущих проводников и загорание изоляции.

Существуют *химические* и *микробиологические источники* зажигания. Химические вещества с O₂, воздухом или другим веществом способны к экзотермическим реакциям. Теплота разогревает продукты реакции, что может явиться источником зажигания горючих веществ.

Микробиологический импульс связан с жизнедеятельностью организмов в таких средах как влажные сено, опилки, торф.

Самовозгорание – возникновение горения без воздействия источника зажигания: влажные опилки, торф, химические вещества и др.

Способы и системы предотвращения пожаров и взрывов.

Пожарная безопасность – это высокая вероятность предотвращения возникновения пожара, а в случае его возникновения обеспечивается высокая эффективность защиты людей и сохранение материальных ценностей.

Должны быть разработаны и осуществлены системы предотвращения пожаров и взрывов и системы пожаро – и взрывозащиты.

В соответствии с ГОСТ вероятность пожара на объектах и воздействия опасных факторов взрыва на человека должна не превышать 10⁻⁶.

Пожары и взрывы предотвращаются исключением образования горючей и взрывоопасной среды и импульсов зажигания. Необходимо поддерживать безопасную концентрацию горючего газа, пара или пыли.

Факторы предотвращения горючей среды: герметичность оборудования, замена горючих материалов негорючими, хранение по нормам горючих и взрывчатых материалов, контроль состава воздуха, вентиляция, применение ингибиторов и флегматизаторов и др.

Предотвращение образования источников зажигания: правильная эксплуатация, соблюдение ПУЭ, соблюдение температурного режима, устранение контакта с воздухом пиррофорных веществ, регламентация огневых работ и др.

Согласно ПУЭ горючие газы, волокна, пыль относятся к взрывоопасным, если их нижний концентрационный предел воспламенения не превышает 65 г/м^3 . При этом учитывается класс зоны.

Взрывоопасной зоной считается помещение или ограниченное пространство, где имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси. Согласно ПУЭ взрывоопасные зоны делятся на классы:

- зона класса В-I, где выделяются горючие газы и ЛВЖ и могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси;
- зона класса В-Ia взрывоопасные смеси образуются в момент аварий;
- зона класса В-Iб как и для В-Ia, горючие газы имеет высокий предел воспламеняемости (15% и $>$), помещения где применяется или получается H_2 ;
- зона класса В-Iг, где надземные или подземные резервуары с ЛВЖ (газгольдеры, эстакады, нефтеловушки, пруды-отстойники и т.д.

В ПУЭ определены размеры взрывоопасных зон класса В-Iг.

- зоны класса В-II во взвешанном состоянии горючие пыли или волокна;
- зона класса В-IIa опасные состояния образуются в результате аварий.

Пожарные зоны разделены на несколько классов.

В зависимости от области применения взрывозащищенное электрооборудование делится на две группы:

- I группа – рудничное взрывозащищенное электрооборудование в шахтах и рудниках, опасных по газу или пыли;
- II группа – взрывозащищенное электрооборудование для внутренней или наружной установки.

Разряды *статического электричества* возникают:

- при деформации;
- дроблении;
- при перемещении сплошных тел или слоев жидких и сыпучих материалов контактирующих друг с другом;
- при движении по трубопроводам и т.д.

Наиболее опасным проявлением статического электричества являются искровые разряды. На теле человека может накапливаться статическое электричество (одежда из синтетики, шерсти, шелка) при пользовании обувью с непроводящими электричество подошвами. Оно не опасно для человека, но неприятно и может вызвать произвольное движение, что может явиться причиной травмы.

Объекты или изделия по огнеопасности от статического электричества подразделяются на три класса:

- безыскровой электризации;
 - слабой электризации;
 - сильной электризации.
- спецодежда, имеющая токопроводящие элементы, должна между ними иметь сопротивление 10^6 до 10^8 Ом.

Опасную электризацию устраняют:

- заземлением;
- применением антиэлектростатических веществ;
- увлажнением;
- применением экранов;
- изменением технологического процесса.

Список литературы

1. Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда. – М.: «Высшая школа», 2007 – 318 с.
2. Основы безопасности жизнедеятельности. Защита от чрезвычайных ситуаций: энциклопедический справочник. /В.А.Акимов, Р.А.Дурнев, С.К. Миронов. – М.: Дрофа, 2008. – 285с.
3. Занько Н.Г., Малаян К.Р., Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. 13-е изд., испр. /Под ред. О.Н.Русака. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 672 с.
4. Магомед Р.Д., Березкина Е.В. Безопасность жизнедеятельности: учебно-методический комплекс. – СПб.: Издательство СЗТУ, 2009. – 168 с.
5. Мазалов И.Ф. Экология радиоактивных производств. – Алматы, 2008. – 268 с.
6. Гуткин В.И., Рогалев В.А. Безопасность жизнедеятельности и чрезвычайные ситуации: учеб. и справ. пособие. – СПб.: МАНАЭБ, 2005. – 720 с.

Методические труды кафедры

7. Дюсебаев М.К., Кашкарова З.А., Жандаулетова Ф.Р. Охрана труда и основы безопасности жизнедеятельности. Конспект лекций. - Алматы: АИЭС, 2006. – 40 с.
8. Охрана труда и основы безопасности жизнедеятельности: Конспект лекций/сост.: М.К.Дюсебаев, З.А.Кашкарова, Ф.Р.Жандаулетова.- Алматы: АИЭС, 2006.- 39 с.
9. Охрана труда и основы безопасности жизнедеятельности: Конспект лекций для студ. всех форм обучения/сост.: Ж.С.Абдимуратов, Т.Е.Хакимжанов, М.К.Дюсебаев. - Алматы: АИЭС, 2007.- 42 с.
10. Производственная санитария. Методические указания к выполнению расчетно-графических работ/Сост.: Мананбаева С.Е. – Алматы.: АИЭС, 2013. – 16 с.
11. Методические указания к выполнению лабораторных работ/сост.: З.А.Кашкарова, Ф.Р.Жандаулетова, Т.М.Унгарова, С.Е.Мананбаева. –Алматы, АИЭС, 2006.-34 с.

Иван Федорович Мазалов

ОХРАНА ТРУДА

Конспект лекций
для студентов специальности
5В073100 – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды

Редактор Н.М. Голева
Специалист по стандартизации Н.К.Молдабекова

Подписано в печать _____
Тираж 50 экз.
Обем 5,7 уч.-изд.л.

Формат 60×84 ¹/₁₆
Бумага типографская №1
Заказ ____ Цена 2850 т.

Копировально-множительное бюро
«Некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
050013, Алматы, ул. Байтурсинова, 126