

ФГБОУ ВО ИвГМУ Минздрава России
Кафедра безопасности жизнедеятельности и медицины чрезвычай-
ных ситуаций

Методические указания для самостоятельной работы студентов
по Безопасности жизнедеятельности
для студентов 2 курса факультета МВСО

ТЕМА 1.3 «Негативные факторы среды обитания и их воздействие на
человека»

Утверждено на методическом заседании кафедры
БЖ и МЧС
(протокол № ____ от « _ » _____ 2025 г.)

Иваново 2025

Время подготовки: 90 мин

Учебные вопросы (конспект)

1. Классификация негативных факторов среды обитания человека
2. Техносфера как зона действия повышенных и высоких уровней энергии.
3. Воздействие негативных факторов на человека и среду обитания:
4. Вредные вещества (ВВ). Допустимые уровни вредных веществ
5. Освещенность. Требования к освещению помещений и рабочих мест
6. Механические колебания. Виды вибраций и их воздействие на человека. Нормирование вибраций, вибрационная болезнь.
7. Вибрация
8. Шум
9. Электрический ток. Допустимые значения токов и напряжений
10. Электромагнитные поля. Нормирования и мероприятия по защите от воздействия электромагнитных полей
11. Инфракрасное (ИК) излучение
12. Защита от опасности поражения электрическим током
13. Ионизирующее излучение. Нормы радиационной безопасности.

Введение

Человек и среда обитания всегда взаимодействовали друг с другом, и с каждым годом это взаимодействие увеличивается. Воздействие на среду передается через деятельность, которая необходима для существования человеческого общества. Часто она имеет не только положительные, но и отрицательные стороны.

Рассмотрим систему “человек – среда обитания”. Ее элементы связаны между собой как прямыми связями, так и обратными, которые обусловлены **всеобщим законом реактивности материального мира**. Данную систему можно рассматривать как двухцелевую: первой целью является достижение человеком определенного результата в процессе деятельности; второй – предотвращение отрицательных последствий от этой деятельности. С одной стороны, человек старается сохранить стабильность факторов окружающей среды, таких как влажность, уровень радиации, температура и др. С другой стороны, жизнедеятельность человека невозможна без пагубного воздействия на природу. Извлечение полезных ископаемых, вырубка лесов, загрязнение грунта и воды – лишь малая часть последствий человеческой деятельности, отрицательно влияющей на состояние окружающей среды.

Из вышеприведенного отчетливо видна противоречивость взаимодействия человека и природы. Многовековой опыт дает основание утверждать, что практически любая деятельность потенциально опасна.

1. Классификация негативных факторов среды обитания человека

Человек живет, непрерывно обмениваясь энергией с окружающей средой, участвуя в круговороте веществ в биосфере. В процессе эволюции человеческий организм приспособился к экстремальным климатическим условиям – низким температурам Севера, высоким температурам экваториальной зоны, к жизни в сухой пустыне и в сырых болотах. Энергетическое воздействие на незащищенного человека, попавшего в шторм или находящегося в грозном районе, может превысить допустимый для человеческого организма уровень и нести опасность его травмирования или гибели. Современные технологии и технические средства позволяют в какой-то мере снизить уровень опасности, однако сложность прогнозирования природных процессов и изменений в биосфере, недостаточность знаний о них, создают трудности в обеспечении безопасности человека в системе «человек - природная среда». Появление техногенных источников тепловой и электрической энергии, высвобождение ядерной энергии, освоение месторождений нефти, газа и электрической энергии с сооружением протяженных коммуникаций породили опасность разнообразных негативных воздействий на человека и среду обитания.

Негативные факторы, воздействующие на людей, подразделяются на: естественные, т.е природные, антропогенные, которые вызваны деятельностью человека.

Опасные и вредные факторы по природе действия подразделяются на

физические,
биологические,
химические,
психофизические.

К физическим негативным факторам относятся:

- движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования;
- неустойчивые конструкции и природные образования;
- острые и падающие предметы;
- повышенная запыленность и загазованность;
- повышенный уровень электромагнитного излучения, ультрафиолетовой и инфракрасной радиации.

Биологическое загрязнение окружающей среды возникают в результате аварий на биотехнических предприятиях и очистных сооружениях.

К химически опасным и вредным факторам относятся:

- вредные вещества, используемые в технологических процессах;
- промышленные яды;
- лекарственные средства, применяемые не по назначению.

Психофизиологические производственные факторы – это факторы, обусловленные особенностями характера и организации труда, параметров рабочего места и оборудования. Они могут оказывать неблагоприятные воздействия на функциональное состояние организма человека. **По характеру действия психофизиологические негативные факторы** делятся на физические (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки: монотонность труда, умственное перенапряжение анализаторов, различные эмоциональные перегрузки. Эти факторы могут оказывать неблагоприятное воздействие на функциональное состояние организма человека, его самочувствие, эмоциональную и интеллектуальную сферы, приводить к снижению работоспособности и нарушению состояния здоровья.

2. Техносфера как зона действия повышенных и высоких уровней энергии.

Во второй половине XX столетия во многих странах произошли значительные изменения в развитии производства, энергетики и транспорта, завершившиеся возникновением нового вида среды обитания человека – техносферы. Техносферу можно разделить на следующие виды: производственную, промышленную, транспортную, городскую, селитебную (жилую), бытовую и другие. В области техносферы последовательно пребывает человек в своем суточном жизненном цикле, и каждая из них характеризуется техногенными опасностями, которые в большинстве случаев определяются существованием отходов, непредотвратимо образующихся при любом возможном виде деятельности человека в соответствии с законом о неустраняемости отходов или побочных воздействий производств.

Производственная среда – это совокупность вещественных элементов и факторов технического и природного характера и социальных элементов, сформировавшихся под воздействием производительных сил и производственных отношений.

Деятельность человека в производственной среде осуществляется на рабочих местах в определенных условиях, которые называются условиями труда. Когда человек создавал техносферу, он стремился повысить рост коммуникабельности, увеличить на некий уровень удобства среды своего обитания, снабдить себя защитой от всевозможных негативных воздействий естественного характера. Именно это благополучно было отражено на условиях жизни и деятельности людей и в соответствии с другими факторами положительно сказалось на продолжительности жизни людей. Созданная руками и интеллектом человека техносфера, которая была сделана для того, чтобы как можно сильнее удовлетворять его потребности в комфорте и безопасности, не оправдала наших надежд. Городская и производственная среды по уровню безопасности были за рамками допустимых требований. Пытаясь получить самые высокие результаты от хозяйственной деятельности, современное человечество стало использовать небiosферные источники энергии (ядерные и термоядерные), тем самым задавая высокие темпы геохимическому преобразованию природной среды. Многие процессы, вызванные деятельностью че-

ловека, оказались противоположно направленными нормальному режиму в биосфере.

На качественное изменение среды обитания в основном повлияли:

- быстрые темпы роста численности населения и урбанизация;
- рост промышленности, увеличение потребления энергетических и минеральных ресурсов, увеличение числа транспортных средств;
- химизация сельского хозяйства и быта человек;
- неэкологичность технологических процессов;
- техногенные аварии и катастрофы и др.

Проблемы населения и продовольствия до сих пор являются поводом для беспокойства о будущем планеты. Рост населения нашей планеты неизбежно ведет к увеличению потребления всех видов ресурсов.

Источниками опасностей для жизни и здоровья работающих в производственной сфере являются здания и сооружения, технологическое, подъемно-транспортное и другое оборудование. Один элемент производственной сферы может являться источником опасностей нескольких видов. Техногенные опасности включают потенциальные и реальные. Потенциальные опасности несут скрытую угрозу здоровью работника. Реальные опасности – это опасности которые в данный момент или в течении какого-либо времени негативно влияют на человека. Когда на источник опасности воздействует инициатор опасности потенциальные опасности превращаются в реальные.

Одной из особенностей системы «человек – производственная среда» является то, что работник выступает в этой среде одновременно как объект негативного воздействия производственной среды и инициатор образования реальных опасностей или преобразования потенциальных опасностей в реальные. Его иницирующие воздействия на источник опасности являются результатом усталости, невнимательности, непрофессионализма, умышленного или случайного нарушения правил охраны труда и других причин. Другими инициаторами опасности являются объективные факторы природного и техногенного характера.

Возникновение чрезвычайных ситуаций в условиях промышленности, а также в быту, зачастую связано с процессом разгерметизации различных систем повышенного давления (емкостей для перевозки или хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов, водо- и газопроводов, баллонов, систем теплоснабжения и т.д.) Разрушение или разгерметизация различных систем с повышенным давлением имеет следующие причины: всевозможные внешние воздействия механического характера; старение систем (снижение механической прочности); нарушение технологического режима; халатность обслуживающего персонала; конструкторские ошибки; поправка состояния герметизируемой среды; неисправности в регулирующих и контрольно-измерительных, а также предохранительных устройствах и т.д. Разрушение и разгерметизация систем повышенного давления в зависимости от физико-химических свойств рабочей среды может иметь последствия, связанные с появлением одного, а то и целого ряда поражающих факторов:

- загрязнение окружающей среды радиоактивными веществами;

- возгорание зданий, различных материалов и т.п. (последствия – потеря прочности конструкций, ожоги определенного характера и т.д.);
- ударная волна (последствия – разрушение оборудования и несущих конструкций, травматизм и т.д.);
- загрязнение (химического характера) окружающей среды (последствия – отравление, удушье, химические ожоги, и т.д.).

Чрезвычайные ситуации могут также возникать в результате нерегламентированного транспортирования и хранения взрывчатых веществ, легко воспламеняющихся жидкостей, химических и радиоактивных веществ, переохлажденных и нагретых жидкостей и т.п. Следствием нарушения регламента операций являются пожары, взрывы, выбросы газовых смесей, проливы химически активных жидкостей. При взрывах поражающий эффект возникает в результате воздействия элементов (осколков) разрушенной конструкции, повышения давления в замкнутых объемах, направленного действия газовой или жидкостной струйки, действия ударной волны, а при взрывах большой мощности (например, ядерный взрыв) следствия светового излучения и электромагнитного импульса.

Проявление первичных негативных факторов (столкновение транспортных средств, обрушение конструкций, взрыв и т.д.) в чрезвычайных ситуациях может вызвать цепь вторичных негативных воздействий – пожар, загазованность или затопление помещений, разрушение систем повышенного давления, химическое, радиоактивное и бактериальное воздействие и т.п. Последствия (число травм и жертв, материальный ущерб) от действия вторичных факторов часто превышают потери от первичного воздействия. Характерным примером этому является авария на Чернобыльской АС.

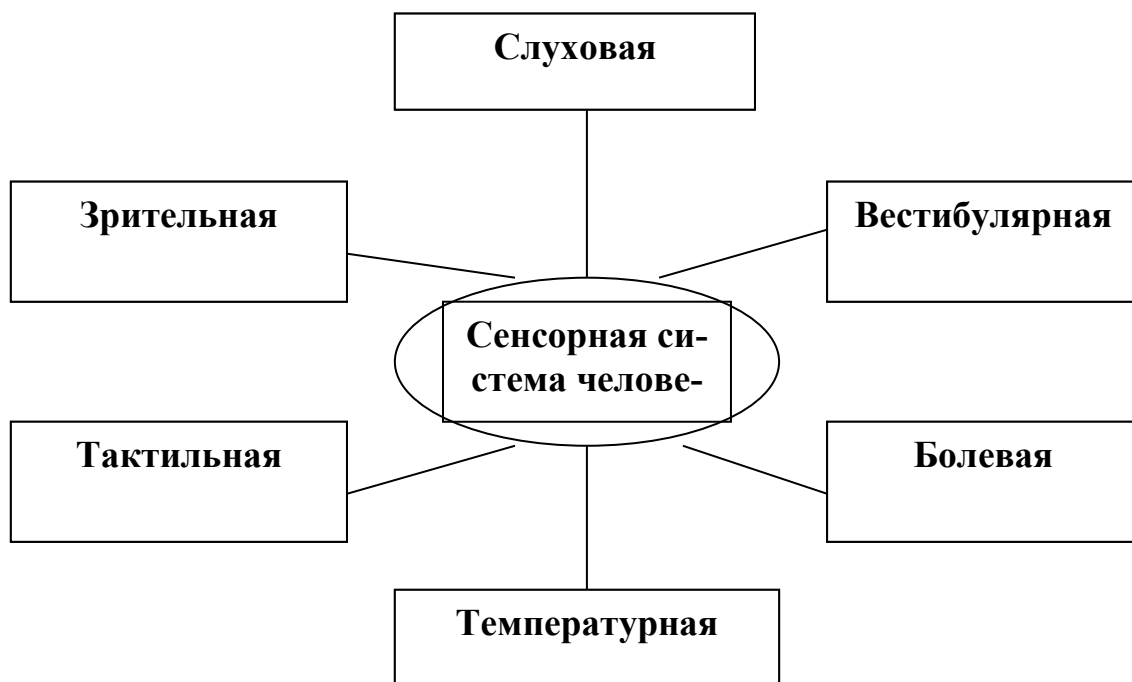
Анализ совокупности негативных факторов, действующих в настоящее время в техносфере, показывает, что приоритетное влияние имеют антропогенные негативные воздействия, среди которых преобладают техногенные, которые сформировались в результате преобразующей деятельности человека и изменений в биосферных процессах, обусловленных этой деятельностью. Большая часть факторов имеет характер прямого воздействия (яды, шум, вибрации и т.п.). Но широкое распространение в последнее время получают вторичные факторы (фотохимический смог, кислотные дожди и др.), которые возникают в среде обитания благодаря энергетическим или химическим процессам взаимодействия с компонентами биосферы или между собой первичных факторов. Уровни и масштабы воздействия негативных факторов постоянно нарастают и в ряде регионов техносферы достигли таких значений, когда человеку и природной среде угрожает опасность необратимых деструктивных изменений. Под влиянием этих негативных воздействий изменяется окружающий нас мир и его восприятие человеком, происходят изменения в процессах деятельности и отдыха людей, в организме человека возникают патологические изменения и т.п. Но на практике видно, что полностью решить задачу и устранить негативные воздействия в техносфере невозможно. Для обеспечения защиты в условиях техносферы реально лишь ограничить воздействие негативных факторов их допустимыми уровнями с

учетом их одновременного действия. Соблюдение предельно допустимых уровней воздействия – один из основных путей обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в условиях техносферы.

3. Воздействие негативных факторов на человека и среду обитания:

а) Сенсорная система человека.

Если рассматривать человеческий организм, то он, как и любая живая открытая система, постоянно обменивается веществами с внешней средой. В организм поступают кислород, питательные вещества, из него же выходят углекислый газ, шлаки. Так же живой организм должен получать информацию о состоянии окружающей и внутренней среды. Он получает информацию при помощи органов чувств. Для дальнейшей переработки, анализа и использования полученной информации служит система анализаторов или сенсорная система.



Анализаторы – это сложные структурно-функциональные системы, которые осуществляют связь центральной нервной системы (ЦНС) с внешней и внутренней средой. В каждом анализаторе различают:

- периферическая часть, в которой происходит рецепция и восприятие. Эта часть анализаторов представлена органами чувств;
- промежуточная часть - проводящие пути, подкорковая часть ЦНС;
- центральная часть представляет собой корковые центры анализаторов. Она обеспечивает анализ полученной информации, синтез воспринятой, выработку адекватных условиям окружающей и внутренней среды ответных реакций.

Органы чувств можно сгруппировать по генетическим и морфофункциональным признакам:

I группа: органы чувств, которые развиваются из нервной пластинки и имеют в своем составе первично чувствительные нейросенсорные рецепторные клетки. Первично чувствительный раздражитель оказывает воздействие непосредственно на рецепторную клетку, которая реагирует на это генерированием нервного импульса. В эту группу входят орган зрения и орган обоняния.

II группа: органы чувств, развивающиеся из утолщений эктодермы (т.е. плакоды). Они имеют в своем составе в качестве рецепторных элементов сенсорэпителиальные клетки, которые отвечают на воздействие раздражителя переходом в состояние возбуждения (это изменение разности электрического потенциала между внутренней и наружной поверхностью цитолеммы). Возбуждение сенсорэпителиальных клеток улавливается контактирующими с ней дендритами нейроцитов и эти нейроциты генерируют нервный импульс. Эти нейроциты вторичночувствительные, раздражитель действует на них через посредника сенсорэпителиоцита. Во II группу входят орган вкуса, слуха и равновесия.

III группа: рецепторные инкапсулированные и неинкапсулированные тельца и образования. Особенностью этой группы является отсутствие четко выраженной органной обособленности. Они входят в состав различных органов кожи, мышц, сухожилий, внутренних органов и т.д. В эту группу входят органы осязания и мышечно-кинетической чувствительности.

4) Вредные вещества (ВВ). Допустимые уровни вредных веществ

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

По характеру воздействия вредные вещества делятся на шесть групп:

1. токсические – вызывающие отравление всего организма (окись углерода, циан, свинец, ртуть, мышьяк, бензол и др., а также их соединения);
2. раздражающие – вызывающие раздражение дыхательного центра и слизистых оболочек (хлор, аммиак, ацетон, фтористый водород, циан, окислы азота и др.);
3. sensibilizing – вызывающие аллергические реакции (формальдегид, растворители и лаки на основе нитросоединений и т.п.);
4. канцерогенные – вызывающие развитие раковых заболеваний (никель и его соединения, хром и его соединения, амины, асбест, бензойная кислота и т.п.);
5. мутагенные – вызывающие изменение наследственных признаков (свинец, марганец, стирол, радиоактивные вещества и т.п.);
6. влияющие на репродуктивную функцию человека (ртуть, свинец, марганец, стирол, радиоактивные вещества и т.п.).

Три последних вида воздействия вредных веществ – мутагенное, канцерогенное и влияющие на репродуктивную функцию, а так же ускорение процесса старения сердечнососудистой системы относят к отдаленным последствиям влияния химических соединений на организм. Это специфическое действие, которое проявляется в отдаленные периоды спустя годы, и даже десятилетия. Отмечается появление различных эффектов и в последующих поколениях.

Химические вещества (органические и неорганические) в зависимости от их практического использования классифицируются также на шесть групп:

1. промышленные яды: например, органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин);
2. ядохимикаты: пестициды (гексахлорэтан), инсектициды (карбофос);
3. лекарственные средства;
4. бытовые химикаты, используемые в виде пищевых добавок (уксусная кислота), средства санитарии, личной гигиены, косметики и т.д.;
5. биологические растительные и животные яды
6. отравляющие вещества (ОВ): зарин, иприт, фосген и др.

Ядовитые свойства могут проявить даже такие вещества, как поваренная соль в больших дозах или кислород при повышенном давлении. Однако к ядам принято относить лишь те, которые свое вредное действие проявляют в обычных условиях и в относительно небольших количествах.

Токсическое действие вредных веществ характеризуется показателями токсикометрии, в соответствии с которыми вещества классифицируют на чрезвычайно-, высоко-, умеренно- и малотоксичные.

Показатели токсикометрии и критерии токсичности вредных веществ – это количественные показатели токсичности и опасности вредных веществ. Токсический эффект при действии различных доз и концентрации ядов может проявиться функциональными и структурными (патоморфологическими) изменениями или гибелью организма. В первом случае токсичность принято выражать в виде действующих, пороговых и недействующих концентраций и доз, а втором – в виде смертельных концентраций.

Допустимые уровни вредных веществ

Предельно допустимая концентрация вредных веществ (ВВ) – это такая концентрация вредных веществ, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение определенной продолжительности часов, в течение всего рабочего стажа не может вызывать заболеваний или отклонений состояния здоровья, которые можно обнаружить современными методами исследования находясь в процессе работы или в отдаленные жизненные сроки настоящего и будущих поколений.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) ВВ устанавливают ориентировочно безопасный (с вероятностью 0,95) уровень воздействия вредных веществ.

В соответствии с ГН 2.2.5 1212-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» по степени воздействия на организм человека вредные вещества делятся на:

- чрезвычайно опасные (ПДК в воздухе рабочей зоны до 1 мг/м, например: бериллий, свинец, марганец, и т.д.);
- высоко опасные (ПДК от 0,1 до 1 мг/м, например: хлор, фосген, фтористый водород);
- умеренно опасные (ПДК от 1,1 до 10 мг/м, например: табак, стекло, пластик, метиловый спирт и т.д.);
- малоопасные (ПДК более 10 мг/м, например: аммиак, бензин, ацетон, этиловый спирт и т.д.).

Раньше ПДК химических веществ оценивали как максимально разовые ПДК, превышение их даже в течение короткого промежутка времени запрещалось. В настоящее время для веществ, обладающих кумулятивными свойствами (меди, ртути, свинца и др.), для гигиенического контроля введена вторая величина – среднесменная концентрация ПДК.

Содержание веществ в атмосферном воздухе населенных мест также регламентируется ПДК, при этом нормируется среднесуточная концентрация вещества. Кроме того, для населенных пунктов устанавливают максимальную разовую величину. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе населенных пунктов – это максимальные концентрации, отнесенные к определенному периоду осреднения (30 мин, 24 ч, 1 мес, 1 год) и не оказывающие при регламентированной вероятности их появления ни прямого, ни косвенного воздействия на организм человека, включая отдаленные последствия для настоящего и последующих поколений, не снижающее работоспособность и не ухудшающие самочувствия человека.

Как при контакте с руками из жидкой среды, так и в случае высокой концентрации токсических газов и паров на рабочих местах, вредные вещества могут попадать в человеческий организм. Вещества могут легко поступать в кровь, растворяясь в секрете половых желез и кожном жире. К таким веществам относятся углеводороды, ароматические амины, бензол и другие вещества, легко растворимые в воде и жирах.

Значительную роль в здоровье человека играет комбинированное действие вредных веществ. Комбинированное действие – это последовательное или одновременное действие нескольких ядов на организм при одном и том же пути поступления.

Типы действия комбинированных ядов (в зависимости от эффектов токсичности):

- аддитивный – суммарный эффект смеси, равный сумме эффектов действующих компонентов;
- потенцированный – компоненты смеси действуют так, что одно вещество усиливает действие другого;
- антагонистический – компоненты смеси действуют так, что одно вещество ослабляет действие другого;
- независимый – преобладают эффекты более токсичного вещества.

Существуют разные формы протекания отравления: острая, подострая и хроническая. Острые отравления происходят в результате аварий, поломок оборудования и грубых нарушений правил безопасности. Они чаще всего бывают групповыми.

Токсичность и токсический процесс

Механизм формирования и развития токсического процесса, прежде всего, определяется строением вещества и его действующей дозы. Проявление токсического процесса (или последствия его токсического действия) исследуются на клеточном, органном, организменном, популяционном уровне.

Если токсический эффект изучают на уровне клетки (как правило в опытах *in vitro*), то судят о цитотоксичности вещества.

Токсический процесс на клеточном уровне проявляется:

- обратимыми структурно-функциональными изменениями клетки (изменение формы, количества органелл, сродства к красителям и т.д.);
- преждевременной гибелью клетки (некроз);
- мутациями.

Проявления токсического процесса на отдельных органах и системах при исследовании позволяет судить об органной токсичности соединений. В результате таких исследований регистрируют проявление гепатотоксичности, гематотоксичности, нефротоксичности и т.д., т.е. способность вещества, действуя на организм, вызывать поражение того или иного органа (системы).

Токсический процесс со стороны органа или системы проявляются:

- функциональными реакциями (миоз, спазм гортани, одышка, кратковременное падение артериального давления, учащение сердечного ритма и т.д.);
- заболевание органа (как установлено, различные вещества способны инициировать самые разные виды патологических процессов);
- неопластическими процессами.

Токсическое действие веществ, регистрируемое на популяционном и биогеоэкологическом уровнях, может быть обозначено как экотоксическое.

Экотоксичность на уровне популяции проявляется:

- ростом заболеваемости, смертности, числа врожденных дефектов, уменьшением рождаемости;
- нарушением демографических характеристик популяции (соотношение возрастов, полов и т.д.);
- падением средней продолжительности жизни членов популяции, их культурной деградацией.

Особый интерес для врача представляют формы токсического процесса, выявляемые на уровне целостного организма. Они также множественны и могут быть классифицированы следующим образом:

- интоксикации – болезни химической этиологии;

- транзиторные токсические реакции – быстро проходящие, не угрожающие здоровью населения, сопровождающиеся временным нарушением дееспособности (например, раздражение слизистых оболочек);
- аллобиотические состояния – наступающее при воздействии химического фактора изменение чувствительности организма к инфекционным, химическим, лучевым, другим физическим воздействиям и психогенным нагрузкам.
- специальные токсические процессы – беспороговые, имеющие длительный скрытый период, развивающиеся, как правило, в сочетании с дополнительными факторами (например канцерогенез).

Характеристика острых отравлений:

- кратковременность действия;
- поступают в организм в больших количествах;
- ошибочный приём внутрь;
- сильное загрязнение кожных покровов.

К примеру, быстрое отравление может наступить при воздействии паров бензина, высококонцентрированного сероводорода, что может привести к гибели от паралича дыхательного центра. Этого можно избежать, при условии, что пострадавшего сразу же вынесут на свежий воздух. При длительном поступлении яда в организм в сравнительно небольших количествах, постепенно возникают хронические отравления. Такие отравления развиваются вследствие накопления массы вредного вещества или вызываемых ими нарушений в организме. При повторяющемся воздействии вредных веществ на организм можно наблюдать ослабление эффектов вследствие привыкания. Для развития привыкания к постоянному воздействию яда необходимо, чтобы его концентрация была достаточной для формирования ответной приспособительной реакции и не преувеличенной, приводящей к серьезному повреждению организма. Оценивая развитие привыкания к токсическому воздействию, учитывают возможное развитие повышенной устойчивости к одним видам вещества после воздействия других. Такое явление называют толерантностью.

5. Освещенность. Требования к освещению помещений и рабочих мест.

Освещенность – отношение светового потока к площади равномерно освещаемой им поверхности. Освещенность прямо пропорциональна силе света и обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника света до освещаемой поверхности. Освещенность является основным параметром при расчете величины экспонирования. Для определения освещенности применяют приборы, называемые люксметрами.

К оптической области излучений принято относить электромагнитные колебания с длиной волны от 10 до 340000 нм, причем диапазон длин волн от 10 до 380 нм относят к области ультрафиолетового (УФ) излучения, от 380 до

770 нм – к видимой области спектра и от 770 до 340000 нм – к области инфракрасного (ИК) излучения. Глаз человека имеет наибольшую чувствительность к излучению с длиной волны 540 -550 нм (желто-зеленый цвет).

Освещенность помещений имеет характеристику качественных и количественных показателей. Примеры количественных показателей:

- световой поток F – часть лучистого потока, воспринимаемая человеком как свет (измеряется в люменах [лм]);
- сила света $I = dF/d\Omega$ – плотность светового потока в пределах единичного телесного угла (измеряется в канделах [кд]);
- освещенность $E = dF/dS$ – отношение светового потока, который падает на элемент поверхности dS к площади этого элемента (измеряется в люксах [лк]);
- яркость $L = dI/dS \cos \varphi = d^2F/dS d\Omega \cos \varphi$ – поверхностная плотность силы света в заданном направлении, равная отношению силы света к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную этому направлению (измеряется в (кд/м²)).

Переход от одной яркости поля зрения к другой требует определенного времени на так называемую адаптацию зрения, которая может составлять при переходе из темного в ярко - освещенное помещение 1,5-2 мин, а при обратном переходе до 5-6 минут, в течение которых человек плохо различает окружающие предметы, что может послужить причиной несчастного случая. При пульсации светового потока возникает стробоскопический эффект, вследствие чего вращающиеся предметы могут казаться неподвижными или имеющими другое направление вращения, что также может привести к травмам.

Требования к освещению помещений и рабочих мест

Различают искусственное, естественное и совмещенное освещение помещений, т.е. такое, при котором недостаточная естественная освещенность компенсируется искусственными источниками света. При наличии достаточного естественного освещения искусственное включают, если освещенность на улице ниже 5000 лк.

Использовать в качестве рабочих помещений, в которых отсутствует естественное освещение, разрешается только в особых случаях, когда это диктуется особенностями производства. При этом люди, работающие в таких помещениях, должны подвергаться УФ облучению под надзором врача.

Насколько хорошо или плохо естественное освещение, можно узнать с помощью коэффициента естественной освещаемости (КЕО). Естественное освещение осуществляется за счет прямого и отраженного света неба. Для характеристики естественного освещения используется коэффициент естественной освещенности (КЕО).

$$KEO = \frac{E}{E_0} 100\%,$$

где E – освещенность на рабочем месте, лк (люкс);

E_0 – освещение на улице при средней облачности.

6. Механические колебания. Виды вибраций и их воздействие на человека. Нормирование вибраций, вибрационная болезнь.

Механические колебания. Вибрация

В технике и в окружающей среде, помимо поступательного и вращательного движений, есть и другой вид механического движения – колебания. Существует несколько видов колебаний. Собственные колебания – такие колебания, которые совершаются при отсутствии воздействия на колеблющуюся систему из внешней среды, и возникают при появлении какого-либо отклонения этой системы от равновесного состояния. Вынужденные колебания – колебания, которые возникают под действием внешних сил. Например, колебания силы тока в электроцепи, которые вызываются переменной э.д.с.; колебания маятника, которые вызываются переменной внешних сил. В жизни наиболее распространенными являются вынужденные колебания. Тело в свободном колебании постепенно приближается к равновесному состоянию из-за присутствия разного рода сопротивлений, которые противостоят распространению энергии колебаний. Такие колебания называются затухающими. Затухание происходит быстрее при большем сопротивлении. При очень большом сопротивлении движения возникает толчок, при котором тело вне положения равновесия возвращается к исходному своему положению, то есть покою. При этом очень важно учитывать время действия толчка и его амплитуду. Автоколебания – это колебания, которые сопровождаются влиянием внешних сил на данную систему, и моменты времени задаются этой колеблющейся системой. Пример: часы, в которых маятник получает толчки за счет действия на него гири или пружины. Параметрические колебания – это колебания, которые возникают при изменении параметров колеблющейся системы. Бывает система становится неустойчивой и из-за случайных действий приводит к возникновению и нарастанию колебаний. Такое явление называют параметрическим возбуждением колебаний.

Общим признаком механических колебаний являются повторы движения через промежуток времени. Период колебаний (T) – самый маленький интервал времени, через который происходит повтор движения тела, выражается в секундах. Частота определяет количество колебаний за 1 секунду. Единица частоты – 1 Гц.

Периодические – колебания, у которых значения всех физических величин, характеризующих колебательную систему и изменяющихся при её колебаниях, повторяются через равные промежутки времени.

Гармонические – колебания, описываемые уравнением $x = x_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$, где x – смещение тела от положения равновесия, ω – циклическая частота колебаний, t – параметр времени.

Амплитуда колебаний – максимальное значение смещения « A » тела от положения равновесия.

Фаза гармонического колебания – величина, стоящая под знаком косинуса (φ) и выражающаяся следующим уравнением $\varphi = \omega t + \varphi_0$.

Начальная фаза – фаза колебаний « φ_0 » в начальный момент времени $t=0$.

При совершении гармонического колебательного движения, материальное тело обладает некоторым запасом энергии. Этот запас энергии состоит из кинетической энергии движения E_k и потенциальной E_n , возникающий благодаря восстанавливающей силе.

7. Вибрация

Вибрация – это движение механической системы или же точки, во время которого происходит поочерёдное убывание и возрастание во времени каких либо значений, по крайней мере одной координаты. Возбуждение вибрационных движений происходит вследствие возникающих при работе машин и агрегатов неуравновешенных силовых воздействий. Их источниками являются возвратно-поступательные движущие системы, например, кривошипно-шатунные механизмы, ручные перфораторы, вибротрамбовки и агрегаты виброформования. Также их источниками являются неуравновешанные вращающиеся массы, например, ручные электрические и пневматические шлифовальные машины, режущий инструмент станков и т.д. Вибрации могут создаваться ударами деталей, например, зубчатые зацепления, подшипниковые узлы. Величина дисбаланса во всех случаях приводит к появлению неуравновешанных сил. Неоднородность материала вращающегося тела, несовпадение центра массы тела и оси вращения, деформация деталей от неравномерного нагрева при горячих и холодных посадках – всё это может явиться причиной дисбаланса. Воздействие вибрации на человека чаще всего связано с колебаниями, обусловленными внешним переменным силовым воздействием на машину, либо отдельную её систему. Возникновение такого рода колебаний может быть связано не только с силовым, но и с кинетическим возбуждением, например, в транспортных средствах при их движении по неровному пути. Вибрация, состоящая из одной частной составляющей, называется моногармонической (гармоническая). На практике более часто встречается полигармоническая вибрация.

Основные характеристики вибрации. Измерение вибрации

Для количественной оценки вибрации рассматривают следующие ее параметры: двойная амплитуда (размах колебаний) используется для оценки, когда смещение деталей машин является, с точки зрения допустимых механических напряжений и зазоров, критическим. Колебательная энергия, соответствует среднему квадратическому значению амплитуды, характеризует разрушительное действие колебаний. Очевидно, что единственным параметром вибрации не может быть механическое движение (вибросмещение объекта), виброскорость и виброускорение не менее применимы для изучения.

Производная по времени от вибросмещения – виброскорость. Производная по времени от виброскорости – виброускорение (виброперемещение)

измеряется при низкочастотной вибрации с верхней границей частотных составляющих 100-200 Гц. Эти измерения актуальны при проведении балансировке ротов, в строительной виброакустике, при исследовании машин с малыми зазорами между узлами и при прогнозе усталостных разрушений.

Виброускорение применяется при виброакустической диагностике, измеряется при наличии широкополостной вибрации, в диапазоне 100 -10000 Гц.

Виброскорость характеризует колебательную энергию, самый «измеряемый» параметр вибрации. Амплитуда частотных составляющих виброскорости в достаточно широкой полосе (10-1000 Гц) равномерна, что повышает достоверность и упрощает измерение. По уровню виброскорости определяют техническое состояние машин, их узлов и деталей.

Виды вибрации

Воздействие вибрации на человека классифицируют:

- по направлению действия вибрации;
- по способу передачи колебаний;
- по временной характеристике вибрации.

В зависимости от способа передачи колебаний человеку вибрацию подразделяют:

- на общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;
- на локальную, передающуюся через руки человека.

Общей вибрации подвергаются транспортные рабочие, операторы мощных штампов, грузоподъемных кранов и некоторых других видов оборудования. Локальной вибрации подвергаются работающие с ручным электрическим и пневматическим механизированным инструментом. В некоторых случаях при работе на строительно-дорожных машинах и транспорте работник может в одно и то же время быть подвергнутым общей и локальной вибрации.

Вибрации общие разделяются по возможности их регулирования интенсивности на:

- транспортные. Эти вибрации появляются в результате движения машин по агрофонам, безрельсовым дорогам, по местности и промышленным площадкам, и их интенсивность может меняться за счет изменения скорости движения;
- транспортно-технологические. Такие вибрации получаются при работе машин в стационарном положении, и их интенсивность и воздействие на человека может ослабляться оператором в ограниченных пределах лишь на транспортном режиме;
- технологические. Такие вибрации получаются при движении узлов, механизмов и систем стационарных машин, и их интенсивность воздействия на человека жестко регулируется технологическими предписаниями и не может ослабляться по желанию оператора;

- **внешние.** Это такие вибрации, которые вызываются машиной, располагающейся вне помещения, в котором находятся рабочие места, и вибрация не связана с выполняемой работой, но она вызывает раздражающее действие при выполнении умственным и точных работ.

Вибрация – это фактор высокой биологической активности. Ответные реакции обуславливаются силой энергетического воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела как сложной колебательной системы. Мощность – главный параметр колебательного процесса в зоне контакта и время контакта. Они определяют развитие вибрационных патологий, их структура зависит от: частоты, амплитуды колебаний, продолжительности воздействия, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явлений резонанса и других факторов. Между уровнем воздействующей вибрации и ответными реакциями организма нет линейной зависимости. Причина этого явления заложена в резонансном эффекте.

Вибрационная болезнь

Вибрационная болезнь относится к группе профзаболеваний и эффективное её лечение возможно лишь на ранних стадиях. Восстановление нарушенных функций протекает очень медленно, а в особо тяжелых случаях в организме наступают необратимые изменения, приводящие к инвалидности. В диапазоне частот от 1 до 63 Гц проводят гигиеническую оценку общей вибрации, а локальная вибрация – от 8 до 1000 Гц. Важной характеристикой является направление действия вибрации на человека – уровни вибрации оцениваются в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Вибрация имеет биологическое действие.

Стадии вибрационной болезни:

- **начальная стадия.** Такая стадия проходит без особо выраженных симптомов. Могут возникать боли и парестезии в руках, а так же появляется снижение чувствительности кончиков пальцев;
- **умеренно выраженная стадия.** В этом случае сильно проявляется боль и чувство онемения, снижение чувствительности охватывает все пальцы и даже предплечье, понижается кожная температура на пальцах, выражены гипергидроз и цианоз кистей рук;
- **выраженная стадия.** Более сильные боли в пальцах рук, кисти холодные и влажные, как правило;
- **стадия генерализованных расстройств.** Встречается нечасто и то среди рабочих с большим стажем. Наблюдаются сосудистые нарушения на руках и ногах, спазмы сердечных и мозговых сосудов.

Замечено, что эта болезнь проходит компенсаторно, в этот период больные могут работать. Среди профессиональных заболеваний вибрационная патология стоит на втором месте. Наблюдая отклонение состояния здоровья, при вибрационном воздействии, можно отметить, что частота заболеваний определяется величиной дозы, а особенности клинических проявлений формируются под влиянием спектра вибраций. Существуют три вида вибра-

ционной патологии от воздействия общей, локальной и толчкообразной вибраций. Нервная система и анализаторы (вестибулярный, зрительный, тактильный) страдают в первую очередь, при действии на организм общей вибрации.

К факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибраций на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, неблагоприятные микроклиматические условия, особенно пониженная температура, шум высокой интенсивности, психоэмоциональный стресс.

Методы снижения вибраций

Разработка мероприятий по снижению производственных вибраций должна производиться одновременно с комплексной механизацией и автоматизацией производства. Введение дистанционного управления цехами и участками позволит полностью решить проблему защиты от вибраций.

Основные методы борьбы с вибрациями оборудования:

- снижение вибраций при помощи воздействия на источник возбуждения (посредством ликвидации или же снижения вынуждающих сил). При конструировании машин и при проектировании технологических процессов предпочтение должно отдаваться таким кинематическим и технологическим схемам, при которых динамические процессы, вызванные ударами, резкими ускорениями и т.п., были бы исключены или предельно снижены. В настоящее время разработаны модификации известных технологических процессов, которые позволяют снижать вибрацию. При конструировании машин и агрегатов необходимо изыскивать конструктивные решения для безударного взаимодействия деталей и плавного обтекания их воздушными потоками;
- отстройка от режима резонанса при помощи рационального выбора жесткости или же массы колеблющейся системы. Для ослабления вибраций существенное значение имеет исключение резонансных режимов работы, т.е. отстройки собственных частот агрегата и его отдельных узлов и деталей от частоты вынуждающей силы. Резонансные режимы при работе технологического оборудования устраняют двумя путями: либо изменением характеристик системы (массы и жесткости), либо установлением нового режима работы.
- вибродемпфирование – это увеличение механического импеданса колеблющихся конструктивных элементов с помощью увеличения диссипативных сил при колебаниях с частотами, являющимися близкими к резонансным. Это процесс уменьшения уровня вибраций защищаемого объекта путем превращения энергии механических колебаний данной колеблющейся системы в энергию тепловую.
- динамическое гашение колебаний – это присоединение к защищаемому объекту такой системы, у которой реакции в точках присоединения системы уменьшают размах вибрации объекта. Одним из способов увеличения реактивного сопротивления колебательных систем является установка динамических виброгасителей. Он жестко крепится на вибрирующем агрегате, поэто-

му в нем в каждый момент времени возбуждаются колебания, находящиеся в противофазе с колебаниями агрегата.

- виброизоляция. Защита при помощи этого метода осуществляется за счет уменьшения передачи колебания (от источника возбуждения) защищаемому объекту содействуя с устройствами, помещенными между ними. Виброизоляция осуществляется введением в колебательную систему дополнительной упругой связи, препятствующей передаче вибраций от машины-источника колебаний к основанию или смежным элементам конструкции; эта упругая связь может использоваться для ослабления передачи вибраций от основания на человека либо на защищаемый агрегат.

8. Шум

Звук – это упругие колебания волны, распространяющиеся в твердой, жидкой или газообразной среде, если эти колебания лежат в диапазоне частот от 16 Гц до 20 кГц. Колебания с частотой ниже 16 Гц, называемые инфразвуком, и колебания с частотой выше 20 кГц, называемые ультразвуком, не слышимы для человека.

Шум – это нежелательный для человека звук, не несущий полезной информации или беспорядочное передвижение частиц в пространстве. Шум на производстве снижает производительность труда, особенно при выполнении точных работ, маскирует опасность от движущихся механизмов, затрудняет разборчивость речи, приводит к профессиональной тугоухости, а при больших уровнях может привести к механическому повреждению органов слуха. Шум в бытовых условиях, особенно в ночное время, мешает нормальному отдыху. Воздействие на человека инфразвука вызывает чувство тревоги, стремление покинуть помещение, в котором есть инфразвуковые колебания. Действие ультразвука вызывает головные боли, быструю утомляемость. Длительное воздействие шума, ультра- и инфразвука приводит к расстройству центральной нервной системы.

Область пространства, в которой распространяются звуковые волны, называется звуковым полем. В каждой точке звукового поля давление и скорость движения частиц воздуха изменяются во времени. Разность между мгновенным значением полного давления при прохождении звуковой волны и средним значением давления в невозмущенной среде называется звуковым давлением. Звуковое давление P измеряется в паскалях [Па].

При распространении звуковой волны происходит перенос энергии звуковых колебаний. Средний поток энергии в какой-либо точке поля, отнесенный к единице поверхности, перпендикулярной направлению распространения волны, называется интенсивностью звука в данной точке I [Вт/м²]. Для воздуха скорость звуковой волны (скорость звука) $v = 343 \text{ м/с}$ (при нормальных условиях). Следует также заметить, что интенсивность звука может быть определена, как средняя по времени значение плотности потока энергии, которую несет с собой звуковая волна. Плотность потока энергии волны

$U = W \cdot v$, где W – объемная плотность энергии волны, v – скорость распространения волны. Фаза колебаний – это смещение колебаний относительно первоначального момента времени. Звуковые волны начинают вызывать болевые ощущения при значениях $P = 2 \cdot 10^2$ Па или $I = 100$ Вт/м², что соответствует уровню интенсивности звука (звукового давления) 140 дБ. Временное снижение слуховой чувствительности называется адаптацией слуха. Для точной оценки частотных составляющих в спектре шума применяют анализаторы спектра (октавные и третьоктавные с соответствующим распределением полос пропускания, например 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц для среднегеометрических частот октавных фильтров).

Шум в жилых помещениях нормируется ГОСТ 12.1.036-81 "ССБТ Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях" на уровне 40 дБ днем и 30 дБ в ночное время. Максимальный допустимый уровень шума в жилой зоне в дневное время – 55 дБ, а уровень шума в помещении для программистов – 50 дБ. Максимальный уровень непостоянного шума на рабочих местах не должен превышать 110 дБ, а максимальный уровень звука импульсного шума не должен превышать 125 дБ. Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с уровнями звукового давления свыше 135 дБ в любой октавной полосе. Зоны с уровнем звука более 85 дБ должны быть отмечены соответствующими знаками опасности, а работающие в этих зонах обеспечены средствами индивидуальной защиты.

Меры борьбы с шумом – конструктивные (увеличение жесткости конструкций, замена металла на пластмассы, замена зубчатых передач на фрикционные и т.п.), технологические (замена ударной штамповки выдавливанием, изменение скоростей резания и т.п.), санитарно-гигиенические (удаление рабочих мест из шумных зон, перепланировка помещений, дополнительный отдых рабочих шумных производств), применение экранов и глушителей для аэродинамических шумов, применение индивидуальных средств защиты (наушники, шлемы, вкладыши). Так как инфразвук свободно проникает через строительные конструкции, то эффективная борьба с ним возможна только подавлением в источнике за счет изменения режимов работы оборудования, изменения жесткости конструкции, увеличения быстроходности агрегатов. Ультразвуковые колебания быстро затухают в воздухе, поэтому для уменьшения вредного воздействия ультразвука необходимо исключить непосредственный контакт человека с источником, а для подавления звуковых волн применять защитные кожухи. Для снижения уровня шума в жилых помещениях необходимы соответствующие градостроительные решения (вывод из жилых зон, заглубление или подъем на эстакады транспортных потоков, ориентация жилых помещений домов в направлении минимального уровня шума, использование малоэтажной застройки или зеленых насаждений в качестве акустических экранов и т.п.), административные (запрет движения тяжелого транспорта в ночное время в жилых районах), конструктивные (снижение уровня шума разрабатываемых транспортных средств, применение вместо обычного остекления зданий в шумных районах стеклопакетов и т.п.),

организационные (поддержание на качественном уровне дорожных покрытий, рельсового и коммунального хозяйства) и т.п.

9. Электрический ток. Допустимые значения токов и напряжений

Наша современная жизнь полна разнообразием бытовых приборов и устройств, которые существенно облегчают нам быт, делают его все более комфортным, но одновременно появляется целый комплекс опасных, вредных факторов: электромагнитные поля различных частот, повышенный уровень радиации, шумы, вибрации, опасности механического травмирования, наличие токсичных веществ, а так же самое главное – электрический ток.

Электрическим током называется упорядоченное движение электрических частиц. Для вашей же безопасности необходимо знать действие электрического тока на организм человека, меры защиты от поражения током, оказание помощи пострадавшему от воздействия электротока человеку.

Воздействие на организм человека электрического тока

На человека электрический ток оказывает биологическое, термическое, электролитическое действия.

Термическое: нагревание тканей при протекании по ним электрического тока.

Электролитическое: разложение крови и других жидкостей организма.

Биологическое: возбуждение живых тканей организма, сопровождается судорогами, спазмом мышц, сердечной деятельностью, остановкой дыхания.

Когда на человека действует электрический ток, возникают телесные электротравмы: ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения, ослепление светом электрической дуги, или может произойти электрический удар – это общее поражение организма, которое может сопровождаться судорогами, потерей сознания, остановкой дыхания и сердца, и даже клинической смертью.

Электрические знаки – это пятна серого и бледно-желто цвета, ушибы, царапины на коже человека, которые подвергались действию тока. Сила знака соответствует силе токоведущей части, которой коснулся человек. В большинстве случаев лечение электрических знаков заканчивается благополучно, а пораженное место полностью восстанавливается.

Механические повреждения возникают под действием электрического тока, когда непроизвольно судорожно сокращаются мышцы. Механические повреждения (переломы костей, разрывы кровеносных сосудов, кожи) это повреждения, которые требуют долгого лечения.

Удар электрическим током. Время от времени бывают случаи, когда дети из любопытства засовывают пальцы в электрическую розетку или начинают ковырять в ней гвоздем, проволокой или другими металлическими предметами. Чаще всего это бывает с детьми до трех лет. Бывают случаи, когда дети получают удар электрическим током от упавших на землю и

находящихся под напряжением проводов. При воздействии электрического тока на организм может возникнуть непроизвольное судорожное сокращение мышц, мешающее ребенку оторваться от источника тока. В месте соприкосновения с током возникает электроожог. В тяжелом случае появляется расстройство дыхания и сердечной деятельности. Первое, что нужно сделать, – освободить ребенка от действия электрического тока. Самое безопасное – быстро вывернуть пробки, если несчастный случай произошел в доме. Если по каким-либо причинам это сделать невозможно, то необходимо бросить себе под ноги резиновый коврик, доску или толстую ткань либо надеть на ноги резиновые сапоги или галоши; можно надеть на руки хозяйственные резиновые перчатки. Пострадавшего оттащить от провода, схватившись одной рукой за одежду. Можно также попытаться отодвинуть самого пострадавшего от источника тока либо отстранить от него источник. Сделать это нужно одной рукой, чтобы даже при получении удара ток не прошел через все тело того, кто оказывает помощь. Пострадавшего необходимо уложить, тепло укрыть, освободить от стесняющей одежды, при возможности дать теплое питье. На обожженный электротоком участок тела следует наложить стерильную повязку из бинта или чистой ткани, предварительно смочив ее в спирте или водке. Если ребенок потерял сознание, ему дают понюхать нашатырный спирт и брызгают в лицо холодной водой. Если ребенок лежит без сознания и у него отсутствует дыхание, но есть пульс, необходимо немедленно делать ему искусственное дыхание методом "рот в рот". Для этого голову ребенка запрокидывают назад и, зажимая ему ноздри, вдвывают в рот воздух порциями, приложив свои губы к губам ребенка.

Электрический ожог разных степеней – результат коротких замыканий в электрических установках и нахождение тела (рук) в среде светового и теплового влияния электрической дуги; ожоги III и IV степени с тяжелым исходом – при соприкосновении человека с частями, по которым проходит ток напряжением свыше 1000 В.

Металлизация кожи это мельчайшие частицы металла проникают в верхние слои кожи, расплавившегося под действием электрической дуги или растворенного в электролитах электролизных ванн. В пораженном месте кожа становится жесткой, шероховатой и приобретает ту окраску какая у металла (например, зеленую – от соприкосновения с медью). Работа, связанная с вероятностью возникновения электрической дуги, следует делать в очках, а одежда работника должна быть застегнута на все пуговицы.

Сила тока ,mA	Переменный ток	Постоянный ток
---------------	----------------	----------------

0,6 -1,5	Ощущение протекания тока Пальцы рук дрожат (легко)	Не ощущается
2 – 3	Пальцы рук дрожат (сильно)	Не ощущается
10-15	Судороги в руках	Зуд. Ощущение нагрева
20 – 25	Руки парализуются немедленно, оторвать их от электродов не возможно, очень сильные боли. Дыхание затруднено	Еще больше усиливается нагревание, незначительное сокращение мышц рук
50 – 80	Паралич дыхания. Начинаются трепетать желудочки сердца	Сильное ощущение нагревания. Сокращение мышц рук. Судороги. Затруднение дыхания.
100	Фибрилляция сердца	Паралич дыхания

Электроофтальмия – ультрафиолетовый луч (источником которых, является вольтова дуга, она поражает глаз). В результате электроофтальмии наступает воспалительный процесс, и если приняты необходимые меры лечения, то боль проходит.

В зависимости от величины тока, его напряжения, частоты, продолжительности воздействия, пути тока и общего состояния человека зависит исход действия электрического тока на организм человека. установлено, что ток силой более 0,05 А может смертельно травмировать человека в течение 0,1 с. Самое большое число поражений от электрического тока (около 85%) приходится на установки напряжением до 1000 В. Для человеческого организма опасны переменный и постоянный ток. Наиболее опасен переменный ток, имеющий частоту 20-100 Гц; а частота 400 Гц не так опасна. Практически безопасным для человека в сырых помещениях можно считать напряжение до 12 В, в сухих помещениях – до 36 В. Вероятность поражения человека электрическим током зависит от климатических условий в помещении (температуры, влажности), а также токопроводящей пыли, металлических конструкций, соединенных с землей, токопроводящего пола и т.д.

В соответствии с "Правилами устройства электроустановок потребителей" (ПУЭ) все помещения делят на три класса:

- без повышенной опасности – нежаркие (до +35°C), сухие (до 60%), непыльные, с нетокопроводящим полом, не загроможденные оборудованием;
- с повышенной опасностью – имеют, по крайней мере, один фактор повышенной опасности, т.е. жаркие или влажные (до 75%), пыльные, с токопроводящим полом и т.п.;

- особо опасные – имеют два или более факторов повышенной опасности или, по крайней мере, один фактор особый опасности, т.е. особую сырость (до 100%) или наличие химически активной среды.

Возможные значения токов и напряжений соприкосновения в зависимости от времени срабатывания защиты указаны в ГОСТ 12.1.038-88. По этому документу для нормального (неаварийного) режима работы промышленного оборудования допустимые напряжения прикосновения не должны быть больше 2 В при частоте тока 50 Гц, 3 В при 400 Гц и 8 В для постоянного тока, но суммарная продолжительность воздействия не должна превышать 10 мин в сутки. В нормальном режиме работы бытовой аппаратуры наличие напряжений прикосновения не допускается. В особо опасных (или с повышенной опасностью) помещениях подлежит заземлению все оборудование при напряжении питания свыше 42 В переменного и 50 В постоянного тока. В нормальных помещениях все оборудование при напряжении 380 В и выше переменного и 440 В и выше постоянного тока. Все оборудование независимо от напряжения питания заземляется только во взрывоопасных помещениях.

С увеличением продолжительности воздействия электрического тока на человека возрастает угроза поражения. Через 30 сек. сопротивление тела человека протеканию тока падает примерно на 25%, через 90 сек. на 70%. Сопротивление организма человека электрическому току колеблется в широком диапазоне. Сухая, грубая мозолистая кожа, отсутствие усталости и нормальное состояние нервной системы повышает сопротивление человеческого организма. Нервные волокна и мускулы обладают наименьшим сопротивлением. За минимальное расчетное сопротивление человеческого организма принимается величина от 500 до 1000 Ом.

В тот момент, когда человек замыкает своим телом два фазных провода действующей установки, он попадает под полное линейное напряжение сети. При учете того, что расчетное сопротивление тела человека принимается 1000 Ом, то при двухфазном прикосновении к действующим частям установки, напряжение в которой 100 В, может оказаться смертельным, по причине того, что ток, проходящий через тело человека, достигает величины 0,1 А.

Если через тело человека проходит ток 0,06 А и более, происходит поражение электрическим током. Сопротивление человека электрическим током величина переменная. Она зависит от многих факторов, в том числе от психологического состояния и физического состояния человека. В пределах 20-100 кОм находится среднее значение сопротивления. Оно может снизиться до 1 кОм при особо неблагоприятных условиях. В этом случае окажется опасным для жизни человека напряжение 100 В и ниже.

Величина тока, проходящая через человеческое тело, зависит от его сопротивления. А сопротивление зависит в основном от состояния кожи человека. Сопротивления тела человека зависит и от частоты тока. За расчетную величину электрического сопротивления тела принято сопротивление, равное 1,0 кОм. При частотах тока 6-15 кГц оно бывает наименьшим.

Постоянный ток является менее опасным, чем переменный. Постоянный ток до 6 мА почти не ощутим. При токе 20 мА появляются судороги в мускулах предплечья. Переменный ток начинает ощущаться уже при 0,8 мА. Ток 15 мА вызывает сокращение мышц рук. Особенно опасным является прохождение тока через сердце.

Опасность поражения постоянным и переменным током изменяется с увеличением напряжения. При напряжении до 220 В более опасным является переменный ток, а при напряжении выше 500 В опаснее постоянный ток. Чем больше протекает ток, тем меньше становится сопротивление человеческого тела. Может наступить смерть, если действие электрического тока не будет прервано. Если ток проходит от руки к ногам, то существенное значение имеет какая на человеке обувь, из какого она материала, какого она качества. На степень поражения значительное влияние оказывает также сопротивление в месте соприкосновения человека с землей. Электрический ток имеет тяжелые последствия, вплоть до остановки сердца и прекращения дыхания. Поэтому нужно уметь оказать первую помощь пострадавшему от поражения электрическим током.

Статическое электричество – это потенциальный запас электрической энергии, образующейся на оборудовании в результате трения, индукционного влияния сильных электрических разрядов. В помещениях с большим количеством пыли органического происхождения могут образоваться статические разряды, а также накапливаться на людях при пользовании бельем и одеждой из шелка, шерсти и искусственных волокон, при движении по токонепроводящему синтетическому покрытию пола, типа линолеума, кавролина и т.д.

Нормирование электростатического поля проводится в соответствии с ГОСТ 12.1.045-84 напряженность электрического поля на рабочих местах не должна превышать 60 кВ/м в течение часа. Время пребывания в электрическом поле при $20 \leq E \leq 60$ (кВ) рассчитывается по формуле $t = (60/E)^2$, где E – фактическое значение напряженности поля. Сопротивление заземляющих устройств для защиты от статического электричества не должно превышать 100 (Ом).

12. Защита от опасности поражения электрическим током

Для защиты от поражения электрическим током при работе с электрооборудованием, включённым в сеть, необходимо использовать общие и индивидуальные электрозащитные средства. К общим относятся: ограждение; заземление; зануление и отключение корпусов техники, которые могут быть под напряжением; применение безопасного напряжения 12-36 В; плакаты, вывешиваемые у опасных мест; автоматические воздушные выключатели. Хорошее состояние изоляции электроустановок – одно из самых важных условий безопасности. Значение изоляции сети заключается в том, чтобы избежать возможности замыканий электропроводки возникновения очагов возгорания, а также уменьшить расходы электроэнергии из-за утечки тока. Надёжность изоляции должна быть не менее числа, указывающего напряже-

ние сети, увеличивающего в тысячу раз, но не менее 0,5 Мом. Тестирование изоляции производится с помощью специального прибора – мегомметра не реже одного раза в три года испытателями энергосбыта местной электросети. Изолированию подлежат все токопроводящие неизолированные части электрических устройств (провода, шины, контакты рубильников, предохранителей и т. п.). Ограждения должны быть выполнены таким образом, чтобы проникновение в них было возможно только при помощи ключа или инструмента. Защитное заземление, зануление или автоматическое отключение предназначены для снижения напряжения или полного отключения электроустановок, корпуса которой оказались под напряжением. Заземлению подлежат корпуса электрических машин и инструментов осветительной арматуры, каркасы распределительных щитов и др. Обычно применяют искусственные заземлители: специально забиваемые в землю металлические стержни, трубы диаметром 25-30 мм и длиной 2-3 м, металлические полосы размером 40*4 мм, горизонтально вкладываемые в землю. Для заземления целесообразно использовать металлические конструкции зданий, металлические трубопроводы водопровода, соприкасающиеся с землёй. Широкое использование естественных заземлений сокращает расходы и сроки строительства заземлений. В электроустановках напряжением до 1000 В сопротивление заземляющего устройства должно быть не менее чем 4 Ом. В случае возникновения напряжения на электроустановки с заземлением электрический ток пройдёт по параллельной цепи, а не через человека. Ток, проходящий через тело человека, не опасен, так как сопротивление тела человека 1000 Ом, а сопротивление заземления 4 Ом. На практике защитное заземление считается обеспечивающим безопасность, если напряжение не составит больше 40 В. Для защиты от поражения электротоком в четырёх проводных сетях, питаемых трансформатором с глухо заземлённой нейтралью, применяют защитное зануление. Этот вид представляет собой соединение металлических частей установки, не находящихся под напряжением, с заземлённым в трансформаторном пункте нулевым проводом. В случае возникновения напряжения на корпусе установки происходит короткое замыкание в сети и сгорают предохранители, что приводит к отключению напряжения. Защитное отключение служит защитой от электротравматизма при однофазном замыкании на землю. Оно обычно применяется в случаях, когда электробезопасность не может быть обеспечена путём устройства заземления, в условиях узлистого грунта подвижного характера работ. Защитное отключение осуществляется с помощью аппарата, встроенного в распределительное или пусковое устройство. К общим средствам защиты также относят плакаты, которые в зависимости от назначения подразделяются на предостерегающие, запрещающие, напоминающие. Индивидуальные защитные средства подразделяются на основные и дополнительные.

Для предотвращения искровых зарядов следует устраивать усиленную вентиляцию и токопроводящие полы, увлажнять воздух, выдавать спецобувь и спецодежду. При падении на землю электрического провода, при пробое изоляции в электрической установке, а также в местах расположения зазем-

ления или грозозащитного устройства, поверхность земли может быть подвержена электрическому напряжению. Образуется зона растекания токов в радиусе 20 м от заземления. Между двумя точками поверхности земли в этой зоне, отстоящими друг от друга в радиальном направлении на расстояние шага (0,8 м), образуется шаговое напряжение, под которым могут оказаться ноги человека. Разность потенциалов между двумя точками на поверхности земли на расстоянии шага (0,8 м) называются напряжением шага или шаговым напряжением. Разность потенциалов между двумя точками, которых одновременно касается человек, носит название напряжения прикосновения. Шаговое напряжение зависит от силы тока, распределения на поверхности земли, длины шага, положения человека относительно заземлителя и направления по отношению к месту замыкания. Шаговое напряжение безопасно, если оно не превышает 40 В. Чем ближе человек к месту соприкосновения провода с землёй тем под большим шаговым напряжением он окажется. По мере удаления от заземлителя шаговое напряжение уменьшается, а на расстоянии равном 20 метрам равно 0. Напряжение прикосновения, напротив, возрастает по мере удаления от места заземления, так как убывает потенциал поверхности земли, а потенциал корпуса оборудования остаётся постоянным.

Движение человека по окружности, все точки которой все точки которой расположены на одинаковом месте замыкания, безопасно, так как разность потенциалов на ногах человека будет равна нулю. На величину шагового напряжения влияет величина шага человека. Чем шире шаг, тем большее напряжение испытывает человек. В случае попадания под опасное шаговое напряжение необходимо выходить из зоны растекания тока замыкания шагами (в пределах 25-30 см) или прыжками на одной ноге.

Освобождение пострадавшего от электрического тока

В первую очередь необходимо освободить человека от электрического тока. Если пострадавший соприкасается с токоведущими частями, необходимо, прежде всего, быстро освободить его от действия электрического тока. При этом следует помнить, что прикасаться к человеку, находящемуся под действием электрического тока, без применения надлежащих мер безопасности опасно для жизни, оказывающего помощь. Поэтому первым действием должно быть быстрое отключение той части электроустановки, которой касается пострадавший. При этом необходимо учитывать следующее:

- отключение электрической установки и освобождение пострадавшего от электрического тока могут привести к падению пострадавшего; в этом случае должны быть приняты меры, обеспечивающие безопасность падения пострадавшего;
- в отдельных случаях необходимо помнить, что при отключении установки может также одновременно отключиться электрическое освещение, в связи с чем следует обеспечить освещение от другого источника,

не задерживая, однако, отключение установки и оказание помощи пострадавшему.

Для отделения пострадавшего от токоведущих частей необходимо воспользоваться любым сухим, токонепроводящим предметом (края одежды, деревянный стул и т. д.). Использование для этих целей металлических или сырых предметов не допускается. Освобождая пострадавшего, не следует касаться его обуви без хорошей изоляции своих рук, так как обувь может быть сырой и являться проводником электрического тока. Для изоляции рук оказывающий помощь, если необходимо коснуться тела пострадавшего, должен надеть диэлектрические перчатки, а при их отсутствии, обмотать руки шарфом, сухой тканью, или опустить на руку, рукав пиджака, куртки. Можно также изолировать себя, встав на сухую, не проводящую электрический ток подстилку (сверток одежды, деревянная доска и т. д.). При освобождении пострадавшего от токоведущих частей действовать по возможности одной рукой.

Первая помощь пострадавшему от электрического тока

Основным условием успеха при оказании первой помощи пострадавшим от электрического тока и при других несчастных случаях является быстрота действий, находчивость и умение оказывающего помощь. Никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мертвым из-за отсутствия дыхания, сердцебиения, пульса. Решение о целесообразности дальнейшего оказания помощи пострадавшему и вынесении решения о его смерти имеет право только врач.

Для определения состояния пострадавшего необходимо:

- немедленно уложить пострадавшего на спину;
- расстегнуть одежду, если она стесняет дыхание;
- проверить, дышит он или нет;
- проверить наличие пульса;
- проверить состояние зрачка.

Широкий неподвижный зрачок указывает на отсутствие кровообращения мозга. Необходимо как можно быстрее определить состояние пострадавшего.

Независимо от состояния пострадавшего, необходимо вызвать врача и до его приезда обеспечить полный покой и дальнейшее наблюдение за пострадавшим. Если же вызвать врача не удастся, то необходимо немедленно отвезти пострадавшего в больницу или оказать ему первую помощь.

Если пострадавший находится в сознании, но до этого был в обмороке или продолжительное время находился под электрическим шоком, ни в коем случае не позволяйте ему двигаться: отсутствие тяжелых симптомов после поражения не означает, что в последующем состояние пострадавшего не ухудшится

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Классификация негативных факторов среды обитания человека
2. Перечислить негативные, опасные и вредные факторы. Дать их краткую характеристику
3. Что такое производственная среда? Ее характеристика
4. Что влияет на качественные изменения среду обитания?
5. Воздействие негативных факторов на человека
6. Три группы органов чувств. Дать их краткую характеристику
7. Что такое «вредные вещества»? Их классификация по характеру воздействия на организм человека
8. Классификация химических веществ в зависимости от их практического использования
9. Что такое «предельно допустимая концентрация вредных веществ»? Их характеристика
10. Деление вредных веществ по степени воздействия на организм человека
11. Что такое «токсичность» и «токсический процесс»?
12. Краткая характеристика острых отравлений
13. Освещенность. Ее качественные и количественные показатели
14. Требования, предъявляемые к освещению помещений и рабочих мест
15. Механические колебания. Их разновидности
16. Что такое «вибрация»? Основные характеристики вибрации
17. Вибрационная болезнь. Ее стадии и клинические проявления
18. Шум. Его характеристики. Мероприятия борьбы с шумом
19. Электрический ток. Воздействие на организм человека электрического тока
20. Что такое «статическое электричество»? Его влияние на организм человека
21. Электромагнитные поля. Нормирование и мероприятия по защите от воздействия электромагнитных полей
22. Инфракрасное (ИК) излучение. Его влияние на организм человека
23. Защита от опасности поражения электрическим током
24. Ионизирующее излучение. Его влияние на организм человека
25. Нормы радиационной безопасности
26. Виды ионизирующих излучений. Их краткая характеристика
27. Способы защиты от ионизирующих излучений
28. Острая лучевая болезнь. Ее клиническая картина и степени тяжести

Литература:

- Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / П.Л. Колесниченко и др. авторы, 2019. – 496 с.
- Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях. Учебное пособие/ Гринин А.С., Новиков В.Н.- М.: Фаир - Пресс, 2002.- 336 с.

- Мaстрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник для вузов. – М.: Изд. центр «Академия», 2003.- 336 с.
- Зaнько Н.Г., Мaлаян К.Р., Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности: Учебник. – СПб.: Издательство “Лань”, 2010.
- Михайлов Л.А. и др. Безопасность жизнедеятельности: Учебник.-2-е издание. – СПб.: Издательство “Питер”, 2010.
- Кузнецов В.Н. Социология безопасности: Учебное пособие. – М., 2007.

Федеральные законы

- «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. №68-ФЗ.
- «О пожарной безопасности» от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ.
- «О радиационной безопасности населения» от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ.
- «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ.
- «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» от 22 августа 1995 г. №151-ФЗ.
- «Об обороне» от 31 мая 1996 г. №61-ФЗ.
- «О гражданской обороне» от 12 февраля 1998 г. №28-ФЗ.
- «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21 июля 1997г. №117-ФЗ.

Постановления Правительства РФ

- «О порядке подготовки населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций» от 24 июля 1995 г. №738.
- «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» от 5 ноября 1995 г. № 1113.
- «О силах и средствах единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» от 3 августа 1996 г. № 924.

Заведующий кафедрой БЖ и МЧС

П.Л. Колесниченко

